

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**LA TEORÍA DE RESTRICCIONES COMO ESTRATEGIA PARA
INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO EN LA EMPRESA
TABLENORTE S.A.C.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

MAURICIO ANDRE BARON CHUMAN

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2020

**LA TEORÍA DE RESTRICCIONES COMO ESTRATEGIA
PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO EN LA
EMPRESA TABLENORTE S.A.C.**

PRESENTADA POR:

MAURICIO ANDRE BARON CHUMAN

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Evans Llontop Salcedo

PRESIDENTE

Edith Anabelle Zegarra Gonzales

SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico el trabajo final de mi carrera principalmente a Dios por colocarme en una familia unida colmada de valores, constituida por mis queridos padres, hermana, tíos y abuelos, los cuales han sido el soporte que me ha guiado en los momentos adversos y favorables de mi vida, dándome fortaleza, tenacidad y motivación para alcanzar las metas que me he propuesto, por último y no menos importante dedico mi trabajo y esfuerzo a los amigos que me ha otorgado el camino elegido, a ellos por los ánimos, su cariño, paciencia y el optimismo para ver lo positivo de la vida misma.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Tablenorte S.A.C por permitirme ingresar a sus instalaciones y poder obtener los datos necesarios para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mi asesor Maximiliano Arroyo Ulloa, a quien respeto y estimo en gran medida por su vasto conocimiento, pero principalmente por la gran persona y profesional que demuestra ser en el día a día y que sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de este proyecto.

A toda mi familia, por darme su apoyo y cariño en todo momento los cuales me motivaron a no rendirme y dar mi mejor esfuerzo para conseguir mi sueño.

A Dios por guiarme en cada paso y permitir que haya podido llegar al momento final de mi etapa universitaria con éxito.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Bases Teórico Científicas.....	21
2.2.1 Proceso de producción.....	21
2.2.2 Producción.....	21
2.2.3 Clasificación de la producción.....	21
2.2.5 Productividad.....	22
2.2.6 Eficiencia económica.....	23
2.2.8 Método de trabajo.....	23
2.2.9 Nivel de servicio.....	24
2.2.10 Estudio del trabajo.....	24
2.2.11 Estudio de métodos.....	24
2.2.12 Estudio de tiempos.....	24
2.2.13 Tiempo estándar.....	25
2.2.14 Diagrama de operaciones.....	25
2.2.15 Diagrama de análisis de operaciones.....	25
2.2.16 Diagrama de actividades simultáneas.....	26
2.2.17 Diagrama de recorrido.....	27
2.2.18 Trabajo estandarizado.....	27
2.2.19 Método de Guerchet.....	27
2.2.20 Método S.L.P.....	28
2.2.21 Lean Manufacturing.....	28
2.2.21.1 Herramientas Lean Manufacturing.....	29
2.2.22 Just in Time.....	30
2.2.23 Teoría de restricciones.....	31
2.2.23.1 Características de la gestión basada en la teoría de restricciones.....	31
2.2.23.2 Principios fundamentales del proceso de mejora TOC.....	32
2.2.23.3 Throughput.....	32
2.2.24 Disposición de producción en flujo continuo.....	33
2.2.25 Takt Time.....	33

2.2.26 Lead Time.....	33
2.2.27 Ley de Little.....	33
2.2.28 Método AHP.....	34
2.2.29 Impacto Ambiental.....	35
2.2.30 Matriz de Leopold.....	35
2.2.31. Flujo de caja.....	36
III. RESULTADOS.....	37
3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA.....	37
3.1.1 LA EMPRESA.....	37
3.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	40
3.2.1 Productos.....	40
3.2.2. Recursos del Proceso.....	43
3.2.3. Descripción del Proceso de producción de Melamina Habilitada.....	44
3.2.4. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	49
3.2.5. Resumen de Indicadores Actuales del Proceso.....	75
3.4 PROBLEMAS, CAUSAS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	77
3.4.1 PROBLEMA N°1: TIEMPO DE CICLO INEFICIENTE PARA EL CUMPLIMIENTO DE PEDIDOS.....	77
3.4.2 PROBLEMA N°2: FALTA DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN QUE PERMITAN EL CONTROL.....	80
3.4.3 DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	81
3.4.3.1 PROPUESTA N°1: NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	88
3.4.3.2 PROPUESTA N°2: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	97
3.4.3.3 PROPUESTA N°2: DISPOSICIÓN EN FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	104
A) Diagrama Operación – Tiempo (OT).....	104
B) Gestión del cuello de botella para mejorar el flujo en el proceso e incrementar la producción.....	109
C) PROPUESTA DE PLAN DE CAPACITACIÓN.....	133
3.5 Nuevos indicadores propuestos.....	136
3.6 Evaluación de Impacto ambiental.....	140
3.7 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	143
3.7.1 RELACIÓN COSTO BENEFICIO.....	149
IV CONCLUSIONES.....	150

V RECOMENDACIONES	152
VI REFERENCIAS	153
VII ANEXOS.	156

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores de proximidad entre áreas.....	28
Tabla 2. Escala de preferencia	34
Tabla 3. Volumen de ventas por productos, periodo enero – julio del año 2018.....	38
Tabla 4. Especificaciones de Plancha de melamina a estudiar.....	41
Tabla 5. Formación académica del personal de producción	44
Tabla 6. Resumen de diagrama de operaciones del proceso	45
Tabla 7. Número de ciclos recomendados según General Electric	51
Tabla 8. Mediciones para tiempos promedio en minutos obtenidas en los meses de Enero a Julio del año 2018.....	52
Tabla 9. Resumen de diagrama de operaciones.....	53
Tabla 10. Resumen de diagrama de análisis de proceso de melamina	54
Tabla 11. Resumen de tiempos promedio tomados	56
Tabla 12. Resumen Hombre – Máquina Canteadora	59
Tabla 13. Resumen de diagrama Hombre – Máquina Cortadora	60
Tabla 14. Pedidos de melamina habilitada en los meses de Enero a Julio del año 2018.....	62
Tabla 15. Producción real de planchas de melamina habilitada.....	64
Tabla 16. Resumen de retrasos y penalidades de pedidos de melamina habilitada en los meses de enero y julio del año 2018	72
Tabla 17. Resumen de data de pedidos no atendidos.....	73
Tabla 18. Resumen de indicadores de producción, productividad y despacho	76
Tabla 19. Ponderación de problemas encontrados utilizando la escala de Saaty.....	82
Tabla 20. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz	82
Tabla 21. Ponderación de metodologías para solución del primer problema.....	83
Tabla 22. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz de metodologías.....	83
Tabla 23. Ponderación de metodologías para solución del segundo problema.....	85
Tabla 24. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz de metodologías.....	86
Tabla 25. Valoración final de las metodologías evaluadas	88
Tabla 26. Medidas de elementos fijos	89
Tabla 27. Cálculo de la superficie Total	91
Tabla 28. Valores de proximidad entre áreas.....	91
Tabla 29. Razones de proximidad de áreas de trabajo	92
Tabla 30. Resumen de tiempos obtenidos mediante la nueva distribución.....	96
Tabla 31. Factor de desempeño según norma británica	98
Tabla 32. Evaluación del tiempo normal de procedo productivo	99
Tabla 33. Suplementos de Tiempo	100
Tabla 34. Leyenda de suplementos	101
Tabla 35. Resumen de operaciones con tiempos estándar	101
Tabla 36. Tiempo estándar del proceso productivo	102
Tabla 37. Lista de actividades realizadas una sola vez por pedido.....	105
Tabla 38: Indicadores de diagrama con tiempo estándar	107
Tabla 39. Recursos de las operaciones del proceso productivo.....	110
Tabla 40. Actividades de la operación de canteado.....	111
Tabla 41. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso	114
Tabla 42. Hombre Máquina Canteadora con tiempos estándar	115
Tabla 43. Resumen Hombre – Máquina Canteadora	115
Tabla 44. Hombre máquina con 3 trabajadores.....	116

Tabla 45. Resumen Hombre – Máquina Canteadora	117
Tabla 46. Actividades de la operación de canteado.....	117
Tabla 47. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso	118
Tabla 48. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso	121
Tabla 49. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso	122
Tabla 50. Indicadores de diagrama OT del proceso con tiempo estándar.....	123
Tabla 51. Producción de unidades de melamina habilitada con nuevo tiempo de ciclo ...	127
Tabla 52. Tiempo necesario para la producción diaria	127
Tabla 53. Pronóstico de la demanda para el año 2019.....	129
Tabla 54. Pedidos de melamina habilitada en los meses de Enero a Julio del año 2019...	130
Tabla 55. Tiempo necesario para cumplir con la demanda diaria proyectada para el año 2019.....	131
Tabla 56. Comparación de indicadores.....	139
Tabla 57. Magnitud e Importancia.....	140
Tabla 58. Aspectos e Impactos Ambientales del proceso.....	140
Tabla 59. Severidad del impacto	142
Tabla 60. Ingresos según estrategia de mejora.....	143
Tabla 61. Ingresos mensuales aproximados para el año 2018.....	144
Tabla 62. Egresos por consumo actuales.....	145
Tabla 63. Egresos operativos.....	145
Tabla 64. Flujo de caja actual	146
Tabla 65. Egresos de la propuesta	147
Tabla 66. Flujo de caja propuesto.....	148
Tabla 67. Relación Costo Beneficio	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa Tablenorte S.A.C.....	37
Figura 2. Plancha de melamina.....	39
Figura 3. Melamina cortada	39
Figura 4. Melamina cortada y canteada –.....	39
Figura 5. Pedido de melamina habilitada seleccionado	41
Figura 6. Planchas de melamina	43
Figura 7. Cinta Tapacantos	43
Figura 8. Diagrama de operaciones del proceso.....	45
Figura 9. Diagrama de operaciones detallado del proceso	50
Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso de habilitación de melamina	53
Figura 11. Diagrama de análisis de proceso de habilitación de melamina con tiempos promedio	54
Figura 12. Cursograma analítico del proceso	55
Figura 13.....	58
Figura 14. Hombre – Máquina Canteadora	60
Figura 15. Hombre – Máquina Cortadora.....	61
Figura 16. Pedidos de melamina de Enero a Julio del año 2018	63
Figura 17. Demanda vs Producción real	65
Figura 18. Matriz de relaciones valor – razón de áreas.....	92
Figura 19. Determinación de proximidad de las áreas	93
Figura 20. Relación de actividades	93
Figura 21. Propuesta de Distribución de planta en la empresa Tablenorte S.A.C.....	94
Figura 22. Cursograma analítico según mejora de distribución.....	95
Figura 23. Cursograma analítico con tiempos estándar	103
Figura 24. Diagrama Operación – Tiempo (OT) del proceso de habilitación de melamina	106
Figura 25. Diagrama Operación – Tiempo (OT) del proceso de habilitación de melamina con tiempos acumulados	108
Figura 26. Cursograma analítico de actividades de la etapa de corte	113
Figura 27. Proceso de atención de pedidos en la empresa Tablenorte S.A.C	119
Figura 28. Mejora del proceso de atención de pedidos en la empresa Tablenorte S.A.C. 120	
Figura 29. Diagrama Operación – Tiempo (OT) de proceso en flujo continuo	124
Figura 30. Diagrama Operación – Tiempo (OT) de proceso en flujo continuo con tiempos acumulados	125
Figura 31. Pronóstico de la demanda para el año 2019	129
Figura 32. Cronograma de capacitaciones.....	135
Figura 33. Matriz de Leopold del proceso de habilitación de melamina	141
Figura 34. Máquina Canteadora.....	159
Figura 35. Máquina Cortadora.....	159

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización.....	156
Anexo 2. Tiempos de pedidos registrados mediante medición por cronómetro	157
Anexo 3. Muestreo preliminar de tiempos registrados en minutos por medio de cronómetro para hallar tiempos promedio de operación:.....	158
Anexo 4. Fotografías realizadas en la empresa.....	159
Anexo 5. Retrasos y penalidades en el periodo de enero a julio 2018:	160
Anexo 6. Compacto de retrasos y penalidades de pedidos en los meses de enero a julio del año 2018.....	168
Anexo 7. Data Correspondiente a pedidos no atendidos en los meses de enero a julio del año 2018.....	171

RESUMEN

La presente investigación describe una propuesta de mejora en la empresa Tablenorte S.A.C. la cual se dedica a la comercialización de artículos para la industria del mueble, donde el producto melamina habilitada es el de mayor demanda, el cual se obtiene del corte de una plancha de melamina según especificaciones del cliente y posteriormente la adición de una cinta tapacantos en la melamina previamente cortada.

Los problemas identificados en la empresa son los retrasos en la entrega de pedidos y el incumplimiento de cierta parte de ellos, situaciones que generan pérdidas económicas, insatisfacción en sus clientes y por consiguiente la afectación del nivel de servicio en la empresa. Es por ello que el autor propuso evaluar diferentes metodologías para lograr incrementar el indicador de nivel de servicio de la empresa que venía siendo afectado, siendo la teoría de restricciones la principal metodología elegida para solución de los problemas descritos. La teoría de restricciones aplicada al proceso productivo precisa centrar esfuerzos en el cuello de botella con el propósito de aminorar sus tiempos y establecer un flujo continuo entre las demás operaciones del proceso, generando disminución del lead time y aumento en la producción.

Como resultado de la estrategia de mejora usando la teoría de restricciones, se esperan que las pérdidas económicas causadas por retrasos e incumplimiento se reduzcan en su totalidad por medio de la reducción del tiempo de ciclo de 21,32 minutos iniciales a 12,45 minutos, implicando esto una reducción de 8,87 minutos, lo cual permite cumplir con la producción demandada por sus clientes, precisando obtener por medio de la teoría de restricciones un nivel de servicio interno y externo del 100% de correcto cumplimiento.

PALABRAS CLAVE: *Habilitación de melamina, teoría de restricciones, estandarización, nivel de servicio.*

ABSTRACT

The present investigation describes a proposal for improvement in the company Tablenorte SAC which is dedicated to the publication of articles for the furniture industry, where the product of enabled melamine is the greatest demand, which is obtained by cutting an iron of melamine according to customer specifications and subsequently the addition of a cover tape on the previously cut melamine.

The problems identified in the company are the delays in the delivery of orders and the breach of certain parts of them, situations that have economic losses, dissatisfaction in their customers and the affectation of the level of service in the company. That is why the author proposed to evaluate different methodologies to increase the service level indicator of the company that was being affected, with the theory of restrictions being the main methodology chosen for the solution of the affected problems. The theory of restrictions applied to the production process needs to focus efforts on the bottleneck in order to reduce its time and establish a continuous flow between the other operations of the process, generating a decrease in delivery time and an increase in production.

As a result of the improvement strategy using the constraint theory, economic losses caused by delays and noncompliance are expected to be reduced entirely by reducing the cycle time from initial 21.32 minutes to 12.45 minutes, This implies a reduction of 8.87 minutes, which allows to comply with the production demanded by its customers, and it is necessary to obtain, through the theory of restrictions, an internal and external service level of 100% of correct compliance.

Keywords: *Enabling melamine, theory of constraints, standardization, service level.*

I. INTRODUCCIÓN

En el mercado cada vez más competitivo las empresas subsisten debido que sus clientes las eligen para la obtención de productos y servicios que estas ofrecen, siendo ellos los clientes, los impulsores de todas las actividades que en una industria se realizan.

Partiendo de esta premisa las empresas deben centrar sus esfuerzos para satisfacer a sus clientes cumpliendo con los requerimientos que estos solicitan, para conseguirlo las empresas deben mejorarse constantemente dejando muy poco margen al error, pues este sería aprovechado por otras compañías en un entorno tan desafiante empresarialmente como el Perú, pues es sabido que las PYMES ocupan el 96,5 % de las empresas en el país según la Sociedad de Comercio Exterior del Perú (Comex Perú) [1], creando así un ambiente sumamente competitivo.

Ya habiendo descrito de manera general la realidad empresarial, se continuará presentando el caso de la empresa Tablenorte S.A.C. empresa local, la cual posee distintas sedes en la región Lambayeque, dedicándose a la venta de materiales para mueblería los cuales van desde accesorios como jaladores, tableros y pegamentos para madera hasta el producto de melamina habilitada, el cual es necesario resaltar que es el único producto que fabrica la empresa y el que posee mayor demanda posee en la misma, este producto es solicitado especialmente por las diferentes fábricas de muebles medianas y pequeñas de la región.

El producto principal de la empresa como ya se mencionó es la melamina habilitada la cual posee un proceso de obtención que consiste en el cortado de una plancha de melamina generalmente de 2,14 x 2,44 metros, en piezas de distinto tamaño y su posterior canteado, esta última operación consiste en colocar una cinta llamada tapacantos en los bordes de la pieza seccionada con la finalidad de brindar protección a la melamina y dar un mejor acabado. El número de cortes y sus dimensiones, así como también el tipo de tapacantos y los metros de canteado son especificados por el cliente en su pedido al área de ventas, departamento que expresa el pedido en un plano con los distintos requerimientos solicitados.

La compañía Tablenorte S.A.C. posee distintas sedes en las cuales brindan los mismos servicios, sin embargo, la actividad de habilitación de melamina es llevada a cabo principalmente por la sede ubicada en el distrito de La Victoria por la razón que esta posee las maquinarias necesarias para realizar dicho proceso de productivo. Sin embargo, en la empresa se presentan retrasos en el cumplimiento de los pedidos, así como también pedidos no atendidos, afectando el nivel de servicio de la compañía, ocasionando pérdidas económicas y daño en la imagen de la empresa por clientes insatisfechos.

Para la solución del problema se han evaluado distintas metodologías siendo la más acertada para la solución del problema descrito la metodología de teoría de restricciones la cual presenta una estrategia de 5 pasos en donde se propone un ordenamiento del proceso a favor de la reducción del cuello de botella, es por ello que nace la oportunidad de plantearse si: ¿mediante teoría de restricciones como estrategia de mejora se incrementará el nivel de servicio en la empresa Tablenorte S.A.C.?

El proyecto de investigación propone el desarrollo de una estrategia de mejora para incrementar el nivel de servicio, y esta tiene como primer objetivo el diagnóstico de la situación actual de la empresa con la finalidad de identificar los principales problemas que conllevan a la afectación del nivel de servicio, como siguiente objetivo se realiza una evaluación de metodologías con la finalidad de elegir las que brinden mejores soluciones al problema, el tercer objetivo es el desarrollo de las metodologías elegidas y finalmente se realiza un análisis costo – beneficio de la propuesta de mejora.

Se pretende que con la presente propuesta de mejora la empresa Tablenorte S.A.C. aumente su competitividad en el mercado mejorando el cumplimiento de sus pedidos por medio de la mejora de su proceso productivo, sirviendo esta investigación también para las empresas que posean rasgos similares y tengan la oportunidad de aplicar estas propuestas planteadas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

- La investigación [2] titulada “Modelos de reducción del Lead Time para sistemas de producción de arrastre y bajo pedido en el sector de la industria gráfica”; presenta el caso de una empresa gráfica dedicada a la impresión de material educativo, publicitario y comercial. La empresa presenta problemas de retrasos en la entrega de pedidos lo cual ha ocasionado la pérdida de sus clientes lo cual se ve reflejado en la disminución de sus ventas. Surgiendo la posibilidad de elaborar un plan de mejora de esta situación. Para el desarrollo de plan de mejora se inicia con la identificación de las causas de la situación problema a través de la elaboración del mapa flujo valor en la línea que mayor representación tiene en la empresa en función del volumen vendido y los recursos utilizados, la línea de análisis escogida bajo estos parámetros fue la línea E (impresión en cajas y empaques de cartón).

Así aplicando el mapeo de flujo valor se pudo detectar que la principal causa de los retrasos en las entregas es el alto nivel de inventario encontrado a lo largo de las operaciones, el cual se debe a dos factores: Trabajar con un sistema de empuje en un entorno de producción bajo pedido acumulando stock en proceso entre las etapas pues no se considera la capacidad de producción de las etapas siguientes y la siguiente razón es debido a largos tiempos de set – up en los procesos de prensa (35.9%) y troquelado (30.4%), aumentando así también el stock de proceso. Además, por medio análisis global, realizado, demostró que la gran cantidad de producto en proceso y producto terminado almacenado en los diversos ambientes reduce el espacio de los ambientes de trabajo, limitando el ingreso de nuevo material y obligando a los operarios a colocarlo cada vez más lejos del área de trabajo, incrementando el desplazamiento y movimiento alrededor de la planta y comprometiendo además la seguridad de los colaboradores.

Para desarrollar la mejora de la situación actual se desarrolló mapeo de flujo valor futuro, implementándose un sistema KANBAN, especialmente entre los procesos de troquelado y acabados controlando la cantidad producida por ese proceso en 7000 unidades, reduciendo en 62.0% el inventario en proceso y el tiempo medio de espera de 11.05 a

6.77 horas. Asimismo, se aplicó la metodología SMED en los procesos de prensa y troquelado por ser los procesos que mayor índice de tiempo muerto poseen debido a las actividades de et-up. Por medio de esta metodología se logró reducir en 53.2% del tiempo invertido para los arreglos y preparación de la máquina. Así se puede decir como conclusión que la aplicación conjunta de los sistemas SMED y KANBAN redujeron el Lead Time de 6.82 a 2.62 días.

- El artículo científico [3] titulado “Análisis de métodos y tiempos: Empresa Textil Stand Deportivo”; el documento presenta el caso de una empresa dedicada al rubro textil en la cual se diagnostican problemas como incumplimientos de pedidos, desperdicios de materia prima y tiempos excesivos de fabricación, situaciones generan una baja eficiencia en la utilización de maquinaria y de mano de obra. Para solucionar los problemas descritos se ha desarrollado una estructura metodológica propuesta por la OIT (Organización internacional del trabajo) cual consta de tres pasos los cuales son: Selección del trabajo o puesto a estudiar, en donde se identificó por medio de data el producto más vendido y las etapas de procesamiento para la fabricación del producto seleccionado; el segundo paso es registrar por observación directa el proceso utilizando las técnicas más adecuadas, donde se realiza un muestreo preliminar con el cual se obtendrán tiempos promedio para las distintas etapas de proceso; el tercer y último paso es el cálculo del tiempo estándar de las operaciones y el proceso, donde en un primer momento se obtiene el tiempo normal y luego el tiempo estándar mediante la agregación de los suplementos de trabajo correspondientes. Como resultado de la investigación se puede decir que el proceso de elaboración del producto seleccionado el cual es una camisa estampada tiene un tiempo de procesamiento de 74,68 minutos y el cuello de botella del proceso es a etapa de confección de hombros y mangas con un tiempo de 21,29 minutos. Se logró determinar que una de las causas de un aumento de tiempo en la producción se debe a la mala distribución de las áreas de trabajo lo cual incrementa el tiempo de procesamiento a 2,63 minutos con respecto al tiempo estándar encontrado lo cual implica una disminución de la capacidad productiva.

- La siguiente investigación [4] titulada “Teoría de restricciones para procesos de manufactura” describe la situación de la empresa “Productos Alexander” fabricante de snacks de la ciudad de Quito, el cual presenta un problema de retrasos e incumplimiento de pedidos cuando la demanda sobrepasa su producción semanal presentando un

indicador de servicio al cliente de 89,58%, esta situación sucede principalmente a que la empresa trabaja con una capacidad deficiente con relación al requerimiento de sus productos, es por ello que se decide emplear la teoría de restricciones para identificar y explotar la restricción del sistema que limita la capacidad productiva de la empresa. De acuerdo al autor que cita el artículo se necesitan cinco pasos para llevar a cabo la metodología de teoría de restricciones siendo estos los siguientes: Identificar la restricción, explotar la restricción, subordinar todas las actividades del sistema, elevar la restricción y por último implementar y volver a analizar el sistema.

Para empezar a desarrollar el método se midió el tiempo de procesamiento de cada etapa, así como también la capacidad en kg/min de cada una de ellas. Por medio del primer análisis se pudo identificar a la etapa de fritura como la restricción del sistema, se diagnostica asimismo la operación condicionante tiene un tiempo de preparación el cual oscila entre 15 a 20 minutos y que esta empieza a trabajar cuando le llega la materia prima y no cuando comienza la producción afectando el tiempo de preparación a todo el sistema, se propone reducir este tiempo mediante la metodología SMED además que la operación de fritura comience al mismo tiempo que las demás operaciones así el tiempo de preparación no afecta a la producción total. Se propone asimismo trabajar con lotes de transferencia más pequeños de 9 Kg debido a que esta es la capacidad máxima de la etapa de fritura y se busca que la etapa condicionante trabaje el mayor tiempo posible, además se fijaron turnos de almuerzo para que la operación no deje de trabajar y no afecte a la producción. Con las mejores impuestas se incrementa la producción en un 21% logrando satisfacer todos los pedidos en su totalidad. Para el desarrollo del tercer paso de la teoría se fijó que cada una de las etapas trabajen al ritmo de la operación condicionante generando así un flujo balanceado en la producción, para la elevar la restricción se propuso que si la demanda superase lo generando en la mejora la obtención de otra freidora. Culminado el desarrollo de la teoría se analiza el beneficio tomando en cuenta los indicadores de TOC el Beneficio Neto de la empresa incrementa de \$15 333.09 a \$ 17 392.14 al cumplir en cantidad y a tiempo todos los pedidos de los clientes.

- El artículo científico [5] titulado “Mejoramiento de flujo y aumento de la capacidad de producción de servicios en un taller de reparación y mantenimiento automotriz, a través de estrategias basadas en los principios de la teoría de restricciones”

La investigación presenta el caso de la empresa Ingecosmos Ltda. la cual es una empresa dedicada a los servicios de mantenimiento automotriz, la cual viene presentando un incremento en su demanda de clientes la cual ha terminado por exceder la capacidad de respuesta de la empresa, provocando la aparición de retrasos en la entrega de los automóviles generando insatisfacción en sus clientes, llegando a tener que realizar turnos extra para cumplir con los pedidos a tiempo generando esta situación un malestar en sus trabajadores. Para incrementar la capacidad de respuesta y solucionar los problemas de la empresa se ha empleado la teoría de restricciones siguiendo el procedimiento de la misma el cual consta de cinco pasos los cuales son los siguientes: Identificar las restricciones del sistema, explotar las restricciones del sistema, subordinar todo a la restricción, elevar la restricción y por último volver al primer paso.

Se identificó a la etapa de latonería como cuello de botella por medio de un análisis de capacidad, las causas encontradas para que esta operación sea la condicionante del sistema se encuentran los altos tiempos de recorrido para buscar herramientas y piezas requeridas en las reparaciones, demoras por espera de repuestos, altos tiempos de procesamiento debido a la complejidad de las tareas y falta de programación eficiente de los trabajos que se realizan en el taller. Para aprovechar al máximo el cuello de botella se propone reorganizar el área de trabajo, trabajar horarios continuos donde el operario no pare de laborar, los operarios deben colaborar mutuamente con respecto a la carga de trabajo y una sincronización entre los repuestos y los trabajos a realizar en la empresa. Otra de las estrategias presentadas para eliminar el cuello de botella es la división de servicios en dos grupos un para trabajos que requieran menos de 10 horas y otro para mayores de 10 horas, esta estrategia requiere una inversión en maquinarias, herramientas y estaciones, sin embargo, eleva la capacidad del sistema en un 62% cumpliendo con todos los pedidos solicitado, esta situación hace que la restricción se mueva al mercado.

- En la investigación titulada [6] “TOC implementation in a medium-scale manufacturing system with diverse product routing”, la cual se plantea implementar la teoría de restricciones una empresa la cual se dedica a la producción de empaques a granel impresos hechos a partir de cartón corrugado. El sistema de producción con el que cuenta la empresa es por lotes, el proceso de producción consta de seis operaciones las cuales son: cartón encolado, impresión en sustratos gruesos, laminado, troquelado, plegado y pegado y por último el plegado final. El sistema de producción posee la peculiaridad de

que para algunos productos terminado no es necesario que se tenga que pasar por todas las operaciones, los productos terminados con mayor elaboración pasan por 4 de las 6 operaciones y los menos elaborados solo pasan por 1 operación, siendo los más comunes los productos terminado que pasan por 2 operaciones.

Para la identificación del cuello de botella, para ello se realizaron 3 análisis con la finalidad de poder dar con certeza con el cuello de botella. La primera evaluación se tomó como referencia la capacidad de cada operación dando como resultado que el cuello de botella sea la operación de plegado final. Para la segunda evaluación se tomó como criterio el stock en proceso delante de la operación, lo cual condujo que en esta evaluación sea la operación de troquelado el cuello de botella, la última evaluación tomó como criterio la participación de las operaciones en la producción, dando como resultado que la operación que mayor tiempo invertido tiene en su realización y menor cantidad de producto genera es la operación de troquelado, siendo finalmente este el cuello de botella.

Una vez ya identificado el cuello de botella se procede a explotarlo y para ello se evalúan 3 alternativas, las cuales son contar con una unidad extra de maquinaria con lo cual la restricción se movería a la operación de plegado y pegado, sin embargo, esta opción acarrea una fuerte inversión. La siguiente alternativa es la de mejorar los procesos por medio del Kaizen y así obtener un mejor rendimiento en las operaciones especialmente la del cuello de botella, sin embargo, para ello se necesita un gran compromiso de la gerencia como de toda la empresa, la tercera opción fue cambiar el tipo de estructura de pedido pues al ser tan variante los productos fabricados generan una carga de trabajo variable en cada operación, sin embargo esta opción presenta dificultades por el hecho de tener que cambiar la estructura de producción.

La investigación recalca que ninguna de las 3 alternativas excluye a la otra y si se llegara a implementar se incrementaría el nivel de producción del cuello de botella hasta tres veces más. Sin embargo, el autor recalca que para que esto sea posible se debería enfocar la mejora en todo el proceso no como lo dice comúnmente la teoría de restricciones en solo una operación, por el contrario, una serie de medidas en el sistema que terminen con las restricciones.

2.2 Bases Teórico Científicas

2.2.1 Proceso de producción

Según Rojas [7] el proceso de producción son conjuntos de pasos que conllevan a transformar la materia prima en un producto terminado. Mientras tanto para Billene [8] el proceso de producción es la transformación que convierte a los insumos en productos terminados.

2.2.2 Producción

Para Cuatrecasas [9] “producción es el conjunto de actividades desarrolladas con la utilización de unos medios o recursos convenientemente seleccionados, organizados y gestionados para la obtención o adición de valor de uno o varios productos, a través de un proceso de producción”.

Vásquez [10] refiere que la producción es la creación de un producto mediante la utilización combinada de hombre, máquina y materiales. Para desarrollar una producción es necesario tener en cuenta el planeamiento y control de la misma, así como un análisis y control de calidad además de otros aspectos de la manufactura de clase mundial.

2.2.3 Clasificación de la producción

Según Velasco [11], se puede clasificar la producción según los siguientes criterios:

Por la tecnología aplicada: Se puede decir que la producción puede ser orientada al tipo metalúrgica, química, textil, confección, plásticos, artes gráficas, etc.

Asimismo, por el grado de variedad de las fabricaciones tendremos:

- Fabricación continua: La cual se da cuando las industrias fabrican el mismo producto repetidamente, sin tener cambios por diferentes cuestiones.
- Fabricación intermitente: También llamada producción por lotes, se produce la cantidad acordada generalmente pedido luego de terminar con ellos se preparan las maquinarias correspondientes para la siguiente producción.

- Sobre catálogo: También llamado para stocks. Solo se fabrican los productos que aparecen en el catálogo. Es de gran importancia la aplicación de las técnicas de gestión de stocks para no quedarse sin existencias.
- Producción especial (bajo pedido): Se trabaja con planos o instrucciones del cliente, el cual tramita su orden de pedidos con sus propias especificaciones, el principal reto de las empresas que trabajan bajo este sistema es el plazo de entrega al cual están sujetos los pedidos.

2.2.4 Producción funcional a medida (Job shop)

En este sistema se producen una cantidad importante de lotes de pequeña cantidad pero de una gran diversidad, es necesario recalcar estas características ya que en este sistema se elaboran productos de poca o nula estandarización, es decir que luego de ser fabricados es probable que no se vuelvan a producir, en este tipo de producción se emplean equipos de poca especialización, los cuales se agrupan en centro de trabajo a partir de la función que desarrollan, por consiguiente la distribución de la planta que se aplica se encuentra orientada al proceso. Los centros de trabajo están integrados por personal cualificado para la operación que realizan con la finalidad de que al combinarse con distintas herramientas y maquinarias efectúen una producción en volúmenes bajos y diversificados.

Este tipo de producción generan procesos desequilibrados, con una gran cantidad de stock de materiales en proceso, puesto que favorece a la creación de cuellos de botella en puestos de trabajo cuya carga es superior a la de los demás, asimismo se recalca que los tiempos de entrega en este tipo de producción suelen ser dilatados [9].

2.2.5 Productividad

Para García [12] Es el grado de rendimiento obtenido de la relación dada de los recursos utilizados y los productos finales obtenidos por medio de algún proceso de producción.

2.2.5.1 Productividad de mano de obra

Mide la relación entre la cantidad de trabajo incorporado en el proceso productivo y la producción obtenida. De acuerdo a Velasco [11], responde a la siguiente expresión:

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de operarios}}$$

2.2.6 Eficiencia económica

Para Rojas [7] la eficiencia económica “es la relación aritmética entre ingreso económico de una unidad producida y del costo de materia prima, mano de obra y materiales indirectos para la producción.”

2.2.7 Eficiencia física

Es la relación entre la materia prima de salida es decir el material obtenido como producto terminado y la materia prima de ingreso es decir de la materia prima e insumos. Su relación siempre es menor que la unidad. [10]

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salidad útil de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}}$$

2.2.8 Método de trabajo

El autor [7] define el concepto de varias maneras siendo estas las que se exponen a continuación:

- El método de trabajo puede ser definido como el procedimiento que indica los movimientos y actividades desarrolladas por una persona para realizar una determinada actividad.
- El método de trabajo es la secuencia de proceso y operaciones que se llevan a cabo para obtener un producto determinado o la consecución de alguna tarea.
- El método de trabajo es el resultado de la mezcla de las condiciones de trabajo, equipos con el cual se desarrolla una tarea, materiales y diferentes recorridos y movimientos para el desarrollo de una actividad o tarea.

2.2.9 Nivel de servicio

S. Schalit y J. Vermorel [13] definen este concepto “como la probabilidad de poder satisfacer la demanda de los clientes sin enfrentarse a pedidos pendientes o a una venta perdida. Este factor está indicado por medio de la siguiente fórmula”

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}}$$

2.2.10 Estudio del trabajo

Según Caso [14] “definimos estudio a ciertas técnicas y en particular estudio de métodos y medida del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla. La definición indica dos técnicas a utilizar: El estudio de métodos y la medida del trabajo”.

Según de la Peña [15] “el estudio de trabajo analiza principalmente la manera en que se está realizando un trabajo, una actividad o una tarea, con el objetivo de simplificarlo, modificarlo y reducir las operaciones innecesarias o excesivas”.

2.2.11 Estudio de métodos

Para [14] “se define como el estudio de métodos al registro y al examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos”.

2.2.12 Estudio de tiempos

Para [7] el estudio de tiempos es una técnica mediante la cual se determina el tiempo requerido para que una persona calificada y capacitada en el método de trabajo pueda ejecutar la operación en un tiempo normal o aceptable. La importancia del estudio de tiempos es la consecución del tiempo estándar de trabajo, el cual se definirá posteriormente.

2.2.13 Tiempo estándar

Según Rojas “es el tiempo en que se puede llevar a cabo una tarea cualquiera por una persona bien entrenada en este trabajo, desarrollando una actividad normal según el método establecido y en donde se incluyan las tolerancias debidas a retrasos que están fuera de control del trabajador”.

El autor [14] precisa que para obtener el tiempo estándar es necesario en un primer momento calcular el tiempo de ciclo promedio por operación, el cual es un tiempo hallado sin considerar otros factores, después de ellos se calcula el ritmo al cual trabaja un operario en una tarea, multiplicando el factor de ritmo con el tiempo promedio se obtiene el tiempo normal de trabajo, luego se establecen los suplementos por actividad que son los tiempos que el operario puede permanecer inactivo en el desarrollo de sus tareas debido a fatigas o a necesidades fisiológicas. El tiempo estándar se logra obtener mediante la multiplicación del tiempo añadido por los suplementos y el tiempo normal hallado anteriormente.

2.2.14 Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones es la representación gráfica y cronológica de las actividades de operaciones e inspecciones dejando de lado la manipulación de material como los transportes, así como también las demoras y almacenajes. El diagrama de operaciones utiliza para su simbología el cuadrado para la inspección y el círculo para la operación. Su gran finalidad es mostrar los acontecimientos importantes de un proceso dejando de lado las actividades improductivas como transportes y demoras. [12]

La utilidad de este diagrama es proporcionar una representación visual a los investigadores en la que se pueda observar y comprender el método de trabajo actual con la finalidad de proponer mejoras, además es útil para mostrar al investigador los cambios a los que se somete al material en el proceso. [10].

2.2.15 Diagrama de análisis de operaciones

Para Niebel [16], el diagrama de análisis de proceso es de mayor detalle en comparación al diagrama de proceso o de operaciones, pues permite registrar además de las actividades de operaciones e inspecciones, los transportes, demoras y almacenamientos por los que

pasa un material en el proceso, siendo de utilidad para encontrar costos ocultos incurridos en las actividades improductivas como los transportes y demoras.

Asimismo, de acuerdo a García [12], las actividades que se presentan dentro de una industria y aparecen en los diferentes diagramas son las siguientes:

- Operación: Ocurre cuando un material en producción sufre algún cambio añadiéndosele o quitándole algo. Es posible considerar el recibir información como una operación.
- Inspección: Ocurre cuando el material que fluye entre las actividades es analizado para constatar sus características y la calidad de las mismas.
- Transporte: Surge cuando el material es trasladado de un lugar a otro para que siga su procesamiento, no se toma en cuenta cuando el movimiento ocurre en el desarrollo de una operación.
- Demora: Se da cuando algún evento o circunstancia impide que el material siga con su flujo de procesamiento con normalidad.
- Almacenaje: Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, en espera de una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.
- Actividad combinada: Se presenta cuando se desea indicar que el operador desarrolla dos actividades al mismo tiempo en la misma área de trabajo.

2.2.16 Diagrama de actividades simultáneas

También llamado Diagrama hombre-máquina(s). Según Velasco [11], “en estos diagramas se registra el orden cronológico en que se producen las actividades de un operario y de la máquina que tiene a su cargo”.

El diagrama de procesos Hombre – Máquina es útil cuando se requiere establecer un estudio entre la relación de tiempo entre el ciclo de trabajo de un hombre el cual es o son

las personas a cargo de la maquinaria y la maquinaria misma, el desarrollo de este estudio puede conducir a un mejor aprovechamiento del tiempo de o los trabajadores encargados de operar la maquinaria como de la máquina en sí.

2.2.17 Diagrama de recorrido

El autor [11] precisa que “es la representación sobre un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho de preferencia a escala, del itinerario seguido por el objeto de estudio utilizando los símbolos para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos. Se utiliza para establecer el recorrido de un solo producto o proceso”.

2.2.18 Trabajo estandarizado

Para que el flujo ocurra dentro de los procesos que agregan valor, los trabajadores deben ser capaces de producir dentro del takt time y mejorar consistentemente el tiempo de ciclo de los elementos de trabajo asignado. [9]

2.2.19 Método de Guerchet

Para Arroyo y Torres [17] El método Guerchet tiene como objetivo determinar el área necesaria de trabajo en una planta industrial teniendo en cuenta los elementos que ahí se van a distribuir. Para determinar el cálculo del área se toman en cuenta tres consideraciones las cuales son el área de las superficies estática, superficie de gravitación y superficie de circulación.

- Superficie estática (Ss): Es el área la cual está destinada a ser ocupada por los equipos de trabajo. Está dado por la siguiente fórmula: $Se=Largo(L)\times Ancho(A)$
- Superficie de gravitación (Sg): También llamada superficie de giro es el área necesaria que se debe tener para la circulación del operario alrededor de su máquina, teniendo en cuenta los espacios ocupados por el material de trabajo y la materia prima, para calcular esta superficie se utiliza la siguiente fórmula, donde N representa los lados donde se manipula la maquinaria. $Sg=Sg\times N$
- Superficie de evolución (Sev): Denominada también como área de circulación, el espacio que se debe tener en cuenta para el tránsito del personal, material y actividades necesarias como el mantenimiento. Esta dada por la siguiente fórmula:

$Sc = K (Se + Sg)$, donde K representa la altura promedio de los objetos o personas que circulan por las áreas.

- El coeficiente K se puede calcular siguiendo la siguiente fórmula:

$$K = \frac{APO}{2 * AME}$$

Donde:

APO: Altura promedio de los elementos móviles

AME: Altura promedio de los elementos fijos

- El área total de la planta será la sumatoria de las 3 superficies encontradas, obedeciendo la siguiente ecuación: $St = Se + Sg + Sc$.

2.2.20 Método S.L.P

Para [16] el presente método organizado que permite determinar la proximidad de las áreas de trabajo por medio de la intensidad de las interacciones entre las actividades productivas que ahí se realizan las cuales no siempre están referidas a materiales sino también a exigencias propias del proceso, esto se consigue puntuando según sea el caso con la siguiente tabla de valores:

Tabla 1. Valores de proximidad entre áreas

Valor	Proximidad
A	Absolutamente
E	Especialmente
I	Importante
O	Ordinario
U	Indiferente
X	Indeseable

Fuente: Organización de plantas industriales

2.2.21 Lean Manufacturing

Cuatrecasas [9] menciona “Lean management o Producción ajustada es un enfoque de gestión de los procesos basado en llevar a cabo aquello y sólo aquello que es preciso para entregar al cliente lo que desee exactamente, en la cantidad que deseen y justo cuando lo

desea, a un precio competitivo”. El sistema de producción Lean Manufacturing sienta sus bases para alcanzar sus objetivos en dos elementos fundamentales: la eliminación de despilfarros, flexibilidad en volumen y tipo de producción.

- Despilfarros. – Referida a las actividades que no añaden valor al producto ofrecido por la empresa.
- Flexibilidad en volumen y tipo de producción: Referida a la capacidad que tiene la empresa para satisfacer al cliente en la cantidad necesaria y en el momento que este lo requiere.

2.2.21.1 Herramientas Lean Manufacturing

Para Hernández y Vizán [18] en el Lean “un primer grupo estaría formado por aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier casuística de empresa/producto/sector. Su enfoque práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de obligado cumplimiento, en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente de si tiene formalizada la aplicación sistemática del Lean.”

- a. Las 5S. Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- b. SMED. Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- c. c. Estandarización. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- d. TPM. Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.
- e. Control visual. Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios (Hernández y Vizán 2013):

- a) Jidoka. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- b) Técnicas de calidad. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- c) Sistemas de participación del personal (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

En un último grupo se encuadrarían técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. Precisamente son aquellas que se han asociado al éxito de las técnicas JIT. En comparación con las técnicas anteriores son técnicas más avanzadas, en tanto en cuanto exigen de recursos especializados para llevarlas a cabo y suponen la máxima aplicación del paradigma JIT.

- Heijunka. Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.

- Kanban. Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

2.2.22 Just in Time

Para Chase, Jacobs y Aquilano [19] el sistema just in time incluye una serie de integral de actividades que pretenden alcanzar un gran volumen de producción, empleando inventarios mínimos de materias primas, producción en proceso y bienes terminados. Las piezas llegan a la siguiente estación de trabajo.

Es un modo de producción donde lo que se pretende es alcanzar un volumen alto de producción utilizando la menor cantidad de inventarios y material en proceso, produciendo lo que se necesita, cuando se necesita. Esta modalidad de producción funciona bajo el supuesto que cuando el bien producido es vendido el mercado solicita otro bien y este es el que se encuentra detrás del que acaba de salir, generando una acción en cadena en todo el sistema productivo.

El sistema de producción justo a tiempo identifica siete desperdicios los cuales son: el exceso de producción, el tiempo de espera, los diferentes transportes, el que se observa en los inventarios, el que es consecuencia de los procesos, el de movimientos innecesarios y el que resulta de defectos de producción.

2.2.23 Teoría de restricciones

La teoría de restricciones (TOC) es un método sistemático de administración que se centra en administrar activamente las restricciones que impiden el progreso de la empresa hacia su meta de maximizar el total de fondos o ventas con valor agregado menos los descuentos y los costos variables.

El proceso se centra no solo en la eficiencia de los procesos individuales, sino también en los cuellos de botella que limitan el sistema en su conjunto. Lo que busca la teoría de restricciones es identificar los cuellos de botella constantemente y generar planes para que estos dejen de serlo, es un método que garantiza un ritmo de producción constante. Debido a que, siempre se buscará la forma que las estaciones de producción no dejen de estar abastecidas para que no sean paralizadas.

2.2.23.1 Características de la gestión basada en la teoría de restricciones

Para Cuatrecasas la teoría de restricciones posee ciertas características que la diferencia del enfoque de producción convencional en masa y la acercan a la filosofía del Just in Time. Se mencionan las más relevantes:

1. Gestión por proceso y no por operación, lo cual indica que la gestión en una etapa se debe manejar teniendo en cuenta a todo el proceso para que esta pueda tener un impacto en todo el conjunto y no solo un favorecimiento a una etapa u operación.
2. Proceso centrado en actuar sobre las operaciones o actividades que representan un cuello de botella puesto que su capacidad es limitada.

3. Proceso equilibrado al flujo, el proceso debe ser continuo igualando el tiempo de procesamiento de cada operación.
4. Incremento de la producción debido a centrar esfuerzos en la mejora de la operación cuello de botella.

2.2.23.2 Principios fundamentales del proceso de mejora TOC

Para Cuatrecasas los principios de la teoría de restricciones son los siguientes:

1. Identificar la limitación o cuello de botella condicionante.
2. Explotar la restricción, con acciones como: eliminar el máximo los paros en ella, no producir más de lo necesario, realizar los controlar de calidad antes de procesar en un cuello de botella, etc.). implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.
3. Subordinar la actividad de todos los recursos del sistema a la que puede desarrollar el recurso condicionante.
4. Elevar al máximo la capacidad de dicho recurso, apoyándolo. Solo ahora, cuando ha finalizado los pasos anteriores, es cuando se ha de elevar la limitación si se necesita más capacidad.
5. Cuando una restricción ha dejado de serlo, debido a las acciones anteriores, si se desea que el sistema mejore aún, se debe volver a iniciarse esta metodología por pasos, comenzando de nuevo por el primero.

2.2.23.3 Throughput

E. Goldratt [20] menciona que es un indicador de la teoría de restricciones que representa la tasa de generación de dinero por medio de las ventas. Es igual al ingreso obtenido por las ventas restándole el dinero invertido en materia prima e insumos. Obedece a la siguiente fórmula:

$$\textit{Throughput} = N(PV - CV)$$

Donde:

N = Cantidad de artículos producidos.

PV = Precio de venta.

CV= Costos variables.

D. Dugdale [21] explica que el cálculo de Throughput representa una utilidad bruta dada por la diferencia entre las ventas menos los costos que incrementan según el volumen de producción.

2.2.24 Disposición de producción en flujo continuo

Se refiere a la producción que se realiza en lotes pequeños donde el producto avanza a través de actividades en secuencia y muy cercanas en tiempo de operación una de las otras, además la producción sigue un ritmo ajustado a la demanda. Los flujos de producción se ajustan a la capacidad de la operación condicionante, lo cual se logra eliminando hasta donde sea posible las actividades que no añadan valor o despilfarros y el equilibrio o balanceo de las cargas de trabajadores y máquina. [9]

2.2.25 Takt Time

Para Cuatrecasas [9] se refiere al ritmo de producción que marca el cliente para ser satisfecho por la empresa, es decir el tiempo de producción necesario que debe tener la empresa para abastecer al cliente, el takt time se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ diaria}{Demanda\ diaria}$$

2.2.26 Lead Time

El autor [9] dice referido al tiempo que tarda un pedido en ser entregado al cliente solicitante, abarcando todo el tiempo de procesamiento que tiene el pedido a producirse. El lead time obedece a la siguiente fórmula:

$$Lead\ Time = \sum (Tiempo\ de\ cada\ operación * tamaño\ de\ lote)$$

2.2.27 Ley de Little

Para Anderson y Carmichel [22] presente ley propia de la teoría de colas explica la relación entre el trabajo en proceso o también llamado en el idioma inglés como work in process (WIP), el tiempo de entrega y el Throughput definido como la velocidad en que las unidades salen del sistema, mediante la siguiente ecuación:

$$Lead\ Time = \frac{WIP}{Throughput}$$

De la ecuación presentada anteriormente es posible definir que para reducir el tiempo de entrega es necesario reducir el trabajo en proceso resultante, pues entre más grande sea el trabajo en proceso el tiempo de entrega será más dilatado.

2.2.28 Método AHP

Para Saaty [23] es el proceso de análisis jerárquico que responde a las siglas (AHP) por su nombre en inglés (The Analytic Hierarchy Process) es un método que permite al investigador evaluar un problema, identificando los criterios o circunstancias que ocasionan la existencia del problema general y dificultan una decisión a cada criterio es necesario otorgarle una importancia relativa demostrando cual de ellos es más influyente para luego proponer diversas alternativas que conduzcan a la solución de los mismos y por consiguiente la solución del problema general, cada alternativa planteada proporcionará mayor o menor grado de resolución de los criterios expuestos, siendo el resultado final la obtención de la alternativa que mayor proporción de beneficios otorgue.

El método AHP trabaja con pares ordenados en forma de matriz, lo cual permite que el método tenga una sustentación matemática y pueda ser comprobado, para poder colocar valores numéricos a la matriz y tener la posibilidad de conocer que criterios o alternativas tienen mayor valor unas sobre otras el método presenta la siguiente escala de preferencias:

Tabla 2. Escala de preferencia

Planteamiento verbal de preferencias	Calificación numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Fuente: Saaty, TL (1980)

Como se menciono anteriormente bajo esta metodología tambien es posible evaluar la consistencia de las valoraciones y relaciones planteadas por el autor, esto se realiza por medio de los indicadores que se presentan a continuación:

Consistencia aleatoria.-

$$IA = \frac{1,98 \times (n - 2)}{n}$$

Donde:

n.- Cantidad de valores en la matriz resultante de la multiplicación de la matriz normalizada por la matriz original.

Índice de consistencia.-

$$IC = \frac{n(\max) - n}{n - 1}$$

Donde:

n.- Cantidad de valores en la matriz

n(max).- Suma de todos los valores de la matriz, obtenido por la multiplicación de la matriz normalizada por la matriz original.

Razón de consistencia.- Los valores que sean mayores a 0,1 indican que los juicios realizados son inconsistentes, los valores menores o iguales a 0,1 indica que los juicios realizados son de una consistencia razonable.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

2.2.29 Impacto Ambiental

Para Gómez [24] el término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno, interpretada en términos de “salud y bienestar humano” o más genéricamente, de calidad de vida de la población, por entorno se entiende la parte del medio ambiente (términos de espacio y de factores) afectada por la actividad o, más ampliamente, que interacciona con ella.

2.2.30 Matriz de Leopold

Según la Universidad de Río Negro [25] la matriz de Leopold es una matriz causa efecto en donde en una de sus dimensiones se colocan las actividades del proyecto y en la otra los factores ambientales que pueden ser afectados por dichas actividades.

Mientras que Conesa [26] nos indica que, para desarrollar una matriz de Leopold se debe:

- Identificar las acciones del proyecto y situarlas en la parte superior de la matriz.
- En las intersecciones de las acciones con cada factor ambiental, trazar una diagonal en caso haya un posible impacto.
- En la esquina superior del cuadrado formado por la diagonal colocar la magnitud (potencial de la calidad ambiental afectada) con valores del 1 al 10.
- En la esquina inferior del cuadrado se coloca la importancia (relevancia del efecto) con valores del 1 al 10.

2.2.31. Flujo de caja

Para Sapag [27] Es una estructura donde se presentan en columnas que representa los momentos en los que se generan los costos y beneficios de un proyecto, y como resultado de las sumas y restas de estos ingresos y egresos se obtiene la utilidad.

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1 LA EMPRESA

La empresa Tablenorte S.A.C. es una PYME localizada en la región Lambayeque la cual inicio sus operaciones en el año 2001 y progresivamente ha tenido la posibilidad de abrir más puntos venta en la región contando actualmente con 4 locales abiertos al público los cuales se encuentran ubicados en los distritos de Chiclayo y La Victoria, siendo su principal centro de operaciones y ventas el que se encuentra en la calle El Ayllu #149 en el distrito de La Victoria. La empresa fue constituida y es dirigida por el señor Juan Francisco Rodríguez Alburquerque el cual ejerce como gerente general de la empresa. A continuación, se muestra el organigrama de la empresa Tablenorte S.A.C.



Figura 1. Organigrama de la empresa Tablenorte S.A.C.

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

La empresa Tablenorte S.A.C. se encuentra dedicada a la comercialización de artículos para la mueblería siendo sus principales clientes las pequeñas y medianas industrias fabricantes de muebles que se encuentran en la región. La empresa vende y comercializa artículos como jaladores, chapas, corredores, pegamentos, tornillos y cantos, la empresa además fabrica y **vende el producto de melamina habilitada (producto obtenido del corte y canteado de una plancha de melamina), el cual es el principal producto que**

brinda la empresa a sus clientes y el único que es elaborado por la propia área de producción de la empresa.

Se presenta a continuación el ingreso por volumen de ventas de los distintos productos comercializados en los últimos 7 meses por la empresa en estudio, agrupándolos en familias para facilitar el procesamiento de los datos.

Tabla 3. Volumen de ventas por productos, periodo enero – julio del año 2018

Meses de recolección de datos: Enero a Julio del año 2018	
Productos	Volumen de ventas S/ generadas por ítem de enero a julio
Melamina Habilitada	S/ 544 078,73
Juegos de accesorios para mueblería	S/23 528,25
Pegamentos	S/3 255,20
Otros	S/2 028,,75
TOTAL	S/572 890,13

Fuente: Tablenorte S.A.C.

Como se puede visualizar en la Tabla N°1 anteriormente mostrada, el producto de melamina habilitada, producto fabricado por la misma empresa, es el que más volumen de ventas en S/ brinda a la compañía en relación a los otros productos ofrecidos. El producto de habilitación de melamina como ya se mencionó antes es el resultado de las operaciones de corte y canteado de una plancha de melamina, dicha plancha posee generalmente dimensiones de 2140 mm de largo x 2440 mm de ancho x 12 mm de espesor.

El producto de la melamina habilitada no es un producto estándar, es en cambio un producto con especificaciones dependientes de los requerimientos del cliente, estas pueden variar en el color de plancha de melamina y principalmente en el número de cortes y cantidad de canteados que se deben realizar, siendo esta última operación la actividad de colocar mediante una máquina una cinta llamada tapacantos al borde de la melamina cortada para darle una mejor presentación y protegerla de daños que la pudieran afectar. Para dar a conocer de mejor manera el proceso de habilitación de melamina se presentan las siguientes imágenes:



Figura 2. Plancha de melamina
Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.



Figura 3. Melamina cortada
Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.



**Figura 4. Melamina cortada y canteada –
Melamina Habilitada**
Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

3.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA PRODUCTIVO

3.2.1 Productos

a. Descripción del Producto – Melamina habilitada

Las planchas de melamina son tableros de dimensiones variantes que generalmente oscilan entre 2 metros de largo y 2 metros de ancho, estos están recubiertos en sus dos caras por papeles decorativos elaborados a base de resinas de melamina, dichas resinas configuran una barrera altamente resistente respecto de la humedad, el vapor, y diferentes productos químicos. A su vez, la materialidad de este producto se muestra fuerte y resistente respecto a distintos tipos de rayados, es por estas resistencias que su uso en las distintas industrias especialmente en la mueblería se hace cada vez más usual.

La melamina habilitada como ya se explicó anteriormente, es un producto obtenido a partir de las operaciones de corte y canteado que se realizan a una plancha de melamina, este producto surge de la necesidad de los fabricantes de muebles de subcontratar el corte y el canteado de productos en melamina. Los clientes que generalmente son las industrias fabricantes de muebles en la región Lambayeque coloca las especificaciones técnicas según el tipo de mueble a fabricar, dichas especificaciones técnicas pueden ser meramente cualitativas como el tipo de color de la plancha de melamina y de cinta tapacantos y otra un tanto más cuantitativas como la cantidad de cortes y dimensiones de los mismos y la cantidad de canteados (definido como la adherencia de una cinta tapacantos a los bordes de las partes seccionadas).

Debido a que el producto es de alta variabilidad pues se altera según los requerimientos de los clientes, la empresa no posee un prototipo estándar que ayude en la investigación sin embargo se ha creído conveniente elegir la habilitación de plancha melamina en el que más tiempo se ha invertido según las observaciones y medición de tiempos que se han realizado en la industria (Anexo 2), por la razón que sería el tiempo máximo de habilitación de una plancha de melamina.

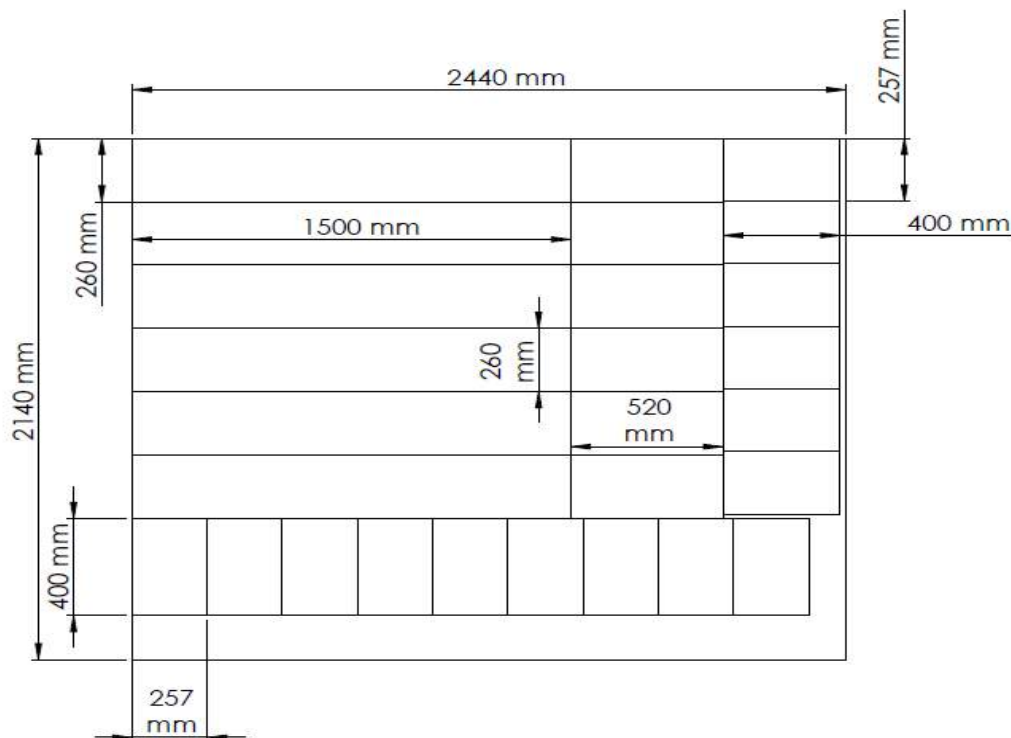
A continuación, se muestra las especificaciones de la orden de habilitación de la plancha de melamina a estudiar:

Tabla 4. Especificaciones de Plancha de melamina a estudiar

Producto	Número de cortes	Cantidad metros canteados	Costo de tabla	Costo de canteado	Costo total
Plancha de melamina habilitada	27	64,4	S/135,00	S/22,54	S/157,54

Fuente: Tablenorte S.A.C.

La razón de que esta orden de habilitación de plancha de melamina sea la que más tiempo invertido tenga en su elaboración es evidentemente por la cantidad de cortes y metros de canteado que posee. Es a partir de este modelo de producto expuesto a continuación en la Figura N°05 que se diagnosticará la situación actual de la empresa. Se muestra el modelo de pedido del producto descrito el cual servirá como base para desarrollar indicadores que muestren el diagnóstico de la empresa.

**Figura 5. Pedido de melamina habilitada seleccionado**

Fuente: Tablenorte S.A.C.

b. Desechos

Los desechos que se obtienen en la habilitación de planchas de melamina son los retazos de melamina los cuales son generados por el corte de la plancha para seguir con las especificaciones dadas por el cliente externo. Estos retazos son mínimos pues las órdenes de pedidos de los clientes en cuanto a cortes son trabajadas por un software el que emite un plano con la distribución más eficiente posible con la finalidad de no perder material en el proceso.

c. Desperdicios

Dentro de los desperdicios encontrados en la producción de habilitación de melamina se han encontrado los siguientes:

a) Esperas:

El desperdicio de la espera se da generalmente en el área de canteado donde el cambio de cinta de tapacantos y la inyección de pegamento a la máquina canteadora sin una frecuencia programada causa que el proceso se vea interrumpido, esto se hace aún más grave cuando se toma en cuenta que la etapa de canteado representa el cuello de botella del proceso productivo. Otra de las esperas originadas en la etapa de canteado se da por el mal diseño de la celda de trabajo puesto que existen traslados constantes en una misma operación.

b) Material en proceso:

Debido a que existe un cuello de botella mal gestionado en la etapa de canteado, aparece el stock en proceso el cual tiene consecuencias negativas pues crea desorden en la producción y eleva el lead time de la empresa.

c) Transporte y movimientos innecesarios:

Los materiales necesarios para la producción no se encuentran al alcance los operarios encargados de ejercerlas, lo que causa que el tiempo aumente por razones de transportes y movimientos innecesarios. Fomentando así las esperas y material en proceso.

3.2.2. Recursos del Proceso

3.2.2.1 Materias primas

Para obtener el producto de melamina habilitada se tienen dos materias primas esenciales:

- a) Plancha de melamina: Tabla que generalmente mide 2,14 m x 2,44 m la cual viene en distintas presentaciones de colores, este material pasa por la etapa de cortado para obtener las dimensiones especificadas por el cliente y luego al canteado para su acabado.
- b) Tapacantos: Cinta que cuenta con diversas presentaciones de colores y grosor cuya finalidad es brindar un mejora acabado y protección a la pieza de melamina seccionada.

Se presentan imágenes de las materias primas antes descritas para una mejor comprensión:



Figura 6. Planchas de melamina



Figura 7. Cinta Tapacantos

3.2.2.2 Maquinarias

Las maquinarias que se utilizan en la empresa Tablenorte S.A.C. son las siguientes:

- a) Máquina cortadora: Se cuenta con dos máquinas escuadradoras, las cuales son totalmente manuales y se encargan de realizar los cortes a la plancha de melamina según se requiera. Se requieren dos operarios por máquina de corte.
- b) Máquina canteadora: Se cuenta con una máquina canteadora en producción, sin embargo, se tiene otra máquina del mismo tipo la cual por razones de mantenimiento se encuentra sin funcionamiento.

3.2.2.3 Personal

La empresa Tablenorte S.A.C. cuenta con un total de 6 operarios en el área de producción, los cuales se distribuyen de dos en dos en las maquinarias antes mencionadas. El personal trabaja 8 horas al día y perciben el sueldo mínimo legal.

Tabla 5. Formación académica del personal de producción

Personal de producción	Formación Académica
Operario encargado de corte	Secundaria Completa
Operario asistente de corte	Secundaria Completa
Operario de corte	Secundaria Completa
Operario asistente de corte	Secundaria Incompleta
Operario encargado de canteado	Secundaria Completa
Operario asistente de canteado	Secundaria Incompleta

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

3.2.3. Descripción del Proceso de producción de Melamina Habilitada

El proceso de producción de melamina habilitada empieza cuando el área de ventas recibe el pedido de algún cliente, el cual indica sus requerimientos como número de cortes, tamaño de los cortes y cantidad de canteado que usará.

La orden de pedido del cliente con el número de cortes y tamaño de **los cortes de la plancha es introducida a un software por el personal de ventas, el software genera un plano con la distribución de los cortes para aminorar al máximo las mermas que se tengan**, dicho documento pasa a producción para ser ejecutado.

La producción de un pedido de habilitación de melamina pasa **primero por la etapa de cortado** donde el operario luego de leer la orden secciona la plancha de melamina en partes según se indique en el requerimiento, luego de realizar todos los cortes correspondientes, **la melamina cortada pasa a la etapa de canteado** donde en un primer momento el operario lee la orden y dispone a realizar la operación de canteado en la máquina canteadora. Se muestra un diagrama de operaciones general del proceso con la finalidad de graficar lo brevemente explicado. (Se usan tiempos promedio para mejor entendimiento, los tiempos son demostrados más adelante en la investigación).

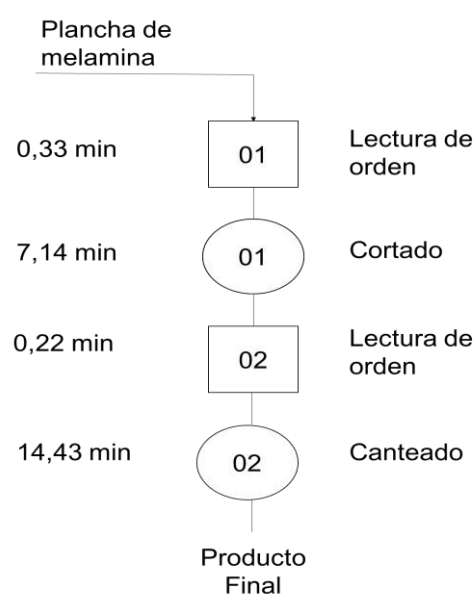


Figura 8. Diagrama de operaciones del proceso
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resumen de diagrama de operaciones del proceso

Actividades	Cantidad	Tiempo
○	2	21,57 minutos
□	2	0,55 minutos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver la etapa de canteado la cual consta de una inspección y la operación de canteado, es la que mayor tiempo demanda en el proceso. **Al ser un proceso que se divide en dos etapas las cuales son cortado y canteado, se ha creído conveniente dividirlo y mostrarlo en actividades de proceso para visualizar mejor el procedimiento a seguir en la habilitación de melamina, se describe el procedimiento del producto a estudiar:**

- **Recojo de información:** El operario encargado de realizar el corte con la máquina escuadradora, lee el pedido de la orden de corte del cliente, el cual como ya se mencionó es un plano generado por un software el cual indica los cortes que debe realizar.
- **Transporte:** El operario después de haber leído la orden de corte junto con su ayudante llevan la materia prima (plancha de melamina) hacia la máquina escuadradora para procesarla.
- **Carga de la máquina de corte:** Los dos operarios colocan sobre la base de la máquina escuadradora la plancha de melamina para empezar el cortado.
- **Calibración de la máquina:** Se ajusta la máquina para realizar un corte de acondicionamiento de las piezas.
- **Cortes de acondicionamiento:** El operario encargado corta los bordes de un espesor muy fino de la plancha para ajustarla al diseño.
- **Calibración de la máquina para cortes de 200 x 1500 mm:** Se ajusta la máquina según los parámetros establecidos para cortes de mayor tamaño en la orden de producción.
- **Cortes de 200 x 1500 mm:** El operario empieza el corte de la plancha de melamina con los cortes de mayor tamaño, en un primer momento para luego pasar a cortes de menor tamaño.

- Descarga de piezas cortadas: El ayudante descarga las piezas cortadas y las acomoda según su criterio, generalmente las coloca de manera vertical apoyándolas sobre una pared cercana por la razón de que varias de estas piezas por ser de mayor tamaño vuelven a entrar en la operación de corte.
- Limpieza de máquina: El ayudante del operario de corte mediante una pistola de aire incorporada limpia la maquinaria mediante el soplido de la pistola. Esta operación se realiza una sola vez luego de que se realizan los dos primeros tipos de cortes.
- Calibración de la máquina para cortes de 260 x 520 mm: Se gradúa la posición de la escuadra cortadora para efectuar otros tipos de corte (cortes de menor longitud con mayor detalle).
- Corte de piezas de 260 x 520 mm: Se realizan cortes de menor tamaño según lo pida el cliente en su orden.
- Descarga de piezas cortadas: El ayudante descarga las piezas que han sido cortadas en el proceso, acomodándolas en un estante móvil.
- Calibración de la máquina para cortes de 400 x 257 mm: Se gradúa la posición de la escuadra cortadora para efectuar cortes de menor dimensión.
- Corte de piezas de 260 x 520 mm: Se realizan cortes de menor tamaño según lo pida el cliente en su orden.
- Descarga de piezas cortadas: El ayudante descarga las piezas que han sido cortadas en el proceso, acomodándolas en un estante móvil.
- Transporte: Los operarios encargados del canteado van al área de cortado y recogen las piezas cortadas llevándolas hacia el área de canteado, posicionándolas en la parte de alimentación de la máquina canteadora.

- Inspección de la orden: El operario encargado de suministrar las piezas a la máquina lee la orden de producción para saber los detalles de esta como qué tipo de cinta de tapacantos (gruesa o ligera) se utilizará y que color tiene como requerimiento la orden.
- Transporte: El operario va a recoger los insumos que necesita para el canteado, comúnmente el operario sale de su celda de trabajo y va a traer la cinta tapacantos correspondiente para el pedido.
- Cambio de cinta: El operario encargado de realizar el canteado después de leer las indicaciones del pedido, coloca la cinta de tapacantos correspondiente para la orden.
- Programación de máquina canteadora: El operario introduce ciertas especificaciones para el correcto funcionamiento de la máquina de canteado.
- Canteado: Se introduce las piezas a la máquina de canteo donde la máquina tiene la función de pegar la cinta de tapacantos a uno de los lados de la pieza de melamina cortada, la máquina canteadora posee una faja transportadora lo cual permite que la pieza se traslade de un extremo al otro de la máquina mientras es canteada. Se resalta que a la salida de la máquina de canteo se encuentra un operario que recibe las piezas canteadas e inspecciona la calidad de la salida si estas no se encuentran en conformidad selecciona las que requieren pasar de nuevo por la máquina. La máquina canteadora pega solo un lado de las piezas, por lo que si la pieza lo requiere es necesario que se vuelva a introducir para que se le pegue el tapacantos en los demás lados, es por ello que es necesario revisar los planos y entre los dos operarios establecer que piezas necesitan reingresos.
- Transporte: Las piezas canteadas de la orden se llevan al área de producto terminado mediante un estante móvil.
- Almacenado: Las piezas terminadas son almacenadas y esperan su posterior despacho al cliente.

3.2.4. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Ya habiendo detallado las actividades que se realizan para la producción de melamina habilitada, se mostrará a continuación el proceso productivo por medio de un diagrama de análisis de proceso para su mejor entendimiento, en el presente diagrama solo se nombraran las actividades del proceso y se identificará de qué tipo de actividad se trata. En páginas siguientes se mostrará el diagrama de análisis de proceso con tiempos y recorridos correspondientes.

A) Diagrama de análisis de proceso de Habilitación de melamina:

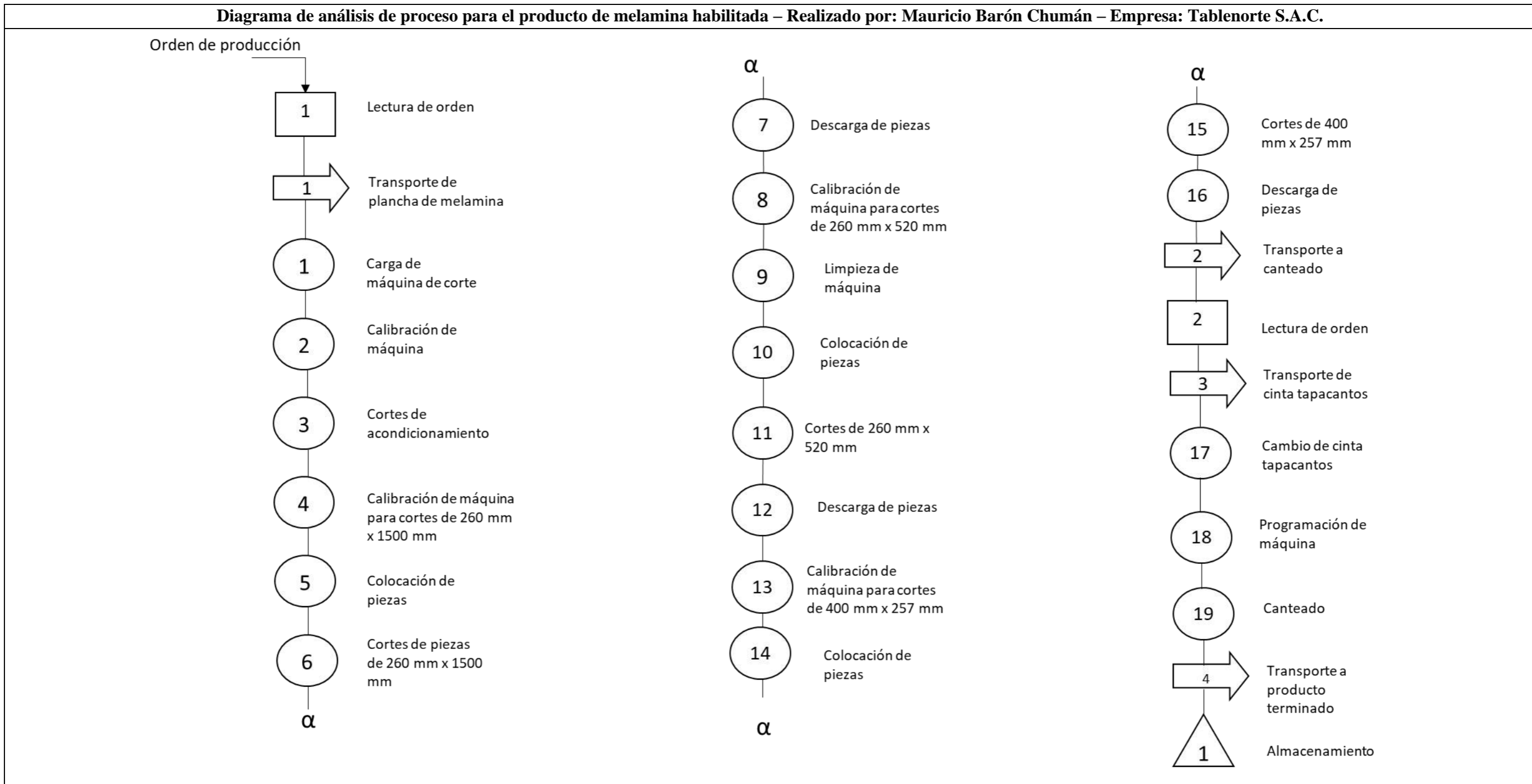


Figura 9. Diagrama de operaciones detallado del proceso
Fuente: Tablenorte S.A.C.

A) Sistema de producción

El sistema productivo utilizado en la empresa Tablenorte S.A.C. para el procesamiento de habilitación de melamina es del tipo de producción funcional a medida, pues la empresa fabrica bajo pedido lotes de pequeña cantidad pero de gran variedad, los productos tienen poca o nula estandarización, pues probable que un pedido producido no se vuelva a repetir, esto debido que los pedidos de clientes son muy cambiantes. Además es un proceso con tiempos desequilibrados lo cual favorece a la aparición de cuellos de botella como se verá más adelante en la investigación. [9]

B) Análisis del proceso de producción de habilitación de melamina

El proceso de habilitación de plancha de melamina es realizado por dos operaciones las cuales son el cortado y el canteado, en dichas operaciones se realizan actividades que anteriormente fueron descritas y mostradas anteriormente en un diagrama de análisis de proceso (DAP).

C) Estudio de tiempos del proceso de habilitación de melamina

Con el fin de obtener un tiempo promedio del proceso productivo, se usará el método de Niebel, en el cual se requiere observaciones preliminares, las cuales fueron 4 (Anexo 3), para la utilización de la tabla de datos que establece una relación entre el número de observaciones y el tiempo de ciclo del proceso (Tabla 7). La unidad de análisis elegida para el cálculo es la de un pedido de 1 unidad de plancha de melamina habilitada del producto que más tiempo invertido posee en su elaboración

Tabla 7. Número de ciclos recomendados según General Electric

Tiempo de ciclo del proceso (minutos)	Número de ciclos recomendados
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 a más	3

Fuente: Niebel y Firevalds [16]

Tabla 8. Mediciones para tiempos promedio en minutos obtenidas en los meses de Enero a Julio del año 2018

Actividades	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Promedio
Lectura de la orden	0,4	0,34	0,27	0,32	0,42	0,35
Transporte de plancha	0,38	0,45	0,52	0,44	0,42	0,43
Carga de máquina	0,17	0,14	0,17	0,18	0,18	0,17
Calibración de máquina	0,24	0,19	0,18	0,2	0,18	0,20
Cortes de acondicionamiento	0,25	0,3	0,22	0,19	0,18	0,23
Calibración de máquina para cortes de 260 x 1500 mm	0,23	0,22	0,28	0,2	0,19	0,22
Colocación de piezas	0,24	0,28	0,28	0,22	0,25	0,25
Cortes de 260 x 1500 mmm	0,85	0,79	0,88	0,87	0,82	0,85
Descarga de piezas	0,58	0,58	0,65	0,65	0,55	0,60
Calibración de máquina para cortes de 260 x 520 mm	0,22	0,2	0,2	0,2	0,3	0,22
Limpieza de la máquina	0,2	0,29	0,2	0,2	0,24	0,23
Colocación de piezas	0,35	0,33	0,34	0,34	0,3	0,33
Cortes de 260 x 520 mm	1,14	1,07	1,08	1,13	1,10	1,10
Descarga de piezas	0,92	1	0,9	1,05	1,12	1,00
Calibración de máquina para cortes de 400 x 257 mm	0,23	0,25	0,2	0,24	0,2	0,22
Colocación de piezas	0,3	0,27	0,25	0,25	0,2	0,25
Cortes de 400 x 257 mm	0,79	0,78	0,70	0,69	0,75	0,74
Descarga de piezas	0,52	0,5	0,55	0,52	0,55	0,53
Transporte a canteado	2,15	2,12	2,05	2,1	2,08	2,10
Lectura de la orden	0,2	0,2	0,22	0,25	0,25	0,22
Transporte de cinta tapacantos	2,18	2,18	2,12	2,15	2,14	2,15
Cambio de cinta tapacantos	1,53	1,63	1,55	1,48	1,43	1,52
Programación de máquina	0,12	0,13	0,15	0,12	0,13	0,13
Canteado	12,85	11,7	13,23	12,78	13,35	12,78
Transporte a área de producto terminado	2,38	2,45	2,42	2,47	2,4	2,42

Fuente: Tablenorte S.A.C.

D) Diagrama de operaciones del proceso de habilitación de melamina: Se define el diagrama de operación es como el gráfico que muestra las actividades productivas con sus respectivos tiempos, estas actividades son las operaciones y las inspecciones. Para su elaboración en base a tiempos se ha seleccionado un pedido de una unidad del producto que según la observación se determinó que se invertía mayor cantidad de tiempo, dicho pedido consta de 27 cortes y 64,4 metros de canteado.

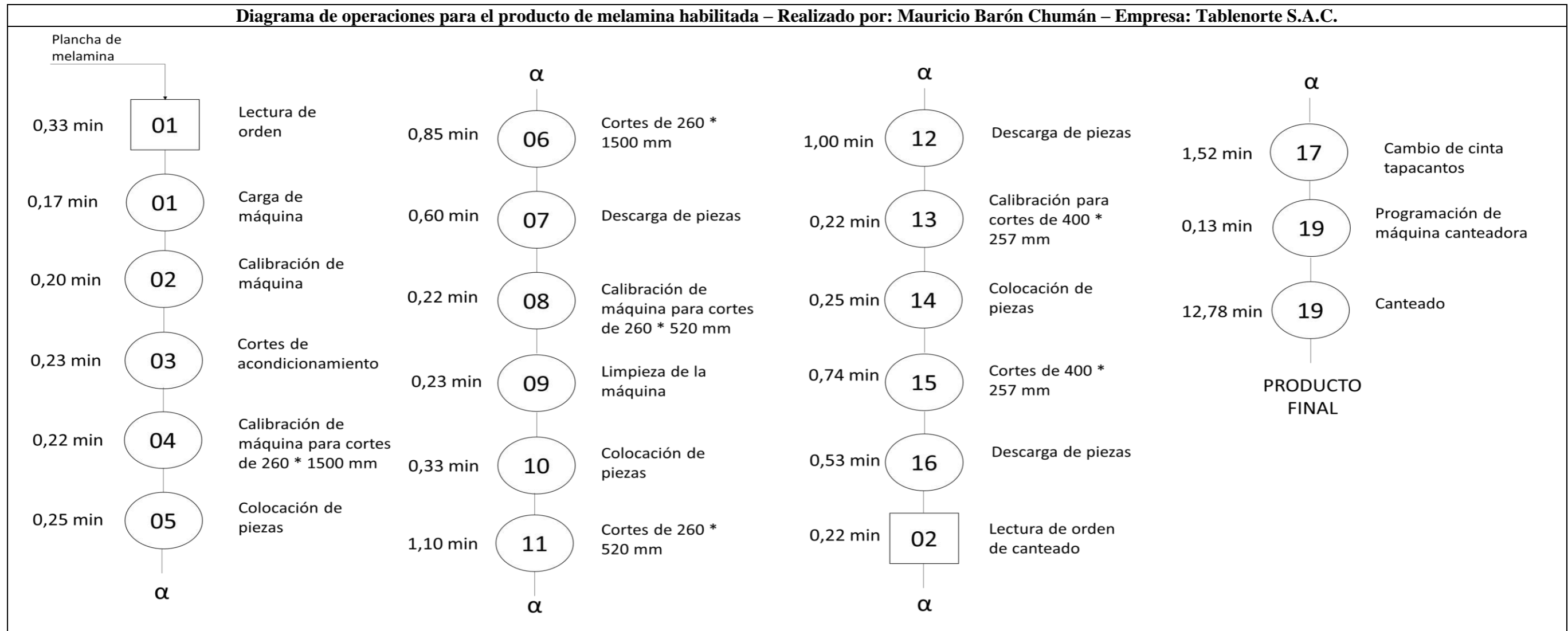


Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso de habilitación de melamina

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resumen de diagrama de operaciones

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
○	19	21,57 minutos
□	02	0,55 minutos

Fuente: Elaboración propia

D.1) Diagrama de análisis de proceso de habilitación de melamina: Se presenta el diagrama de análisis de proceso del producto de melamina habilitada a continuación:

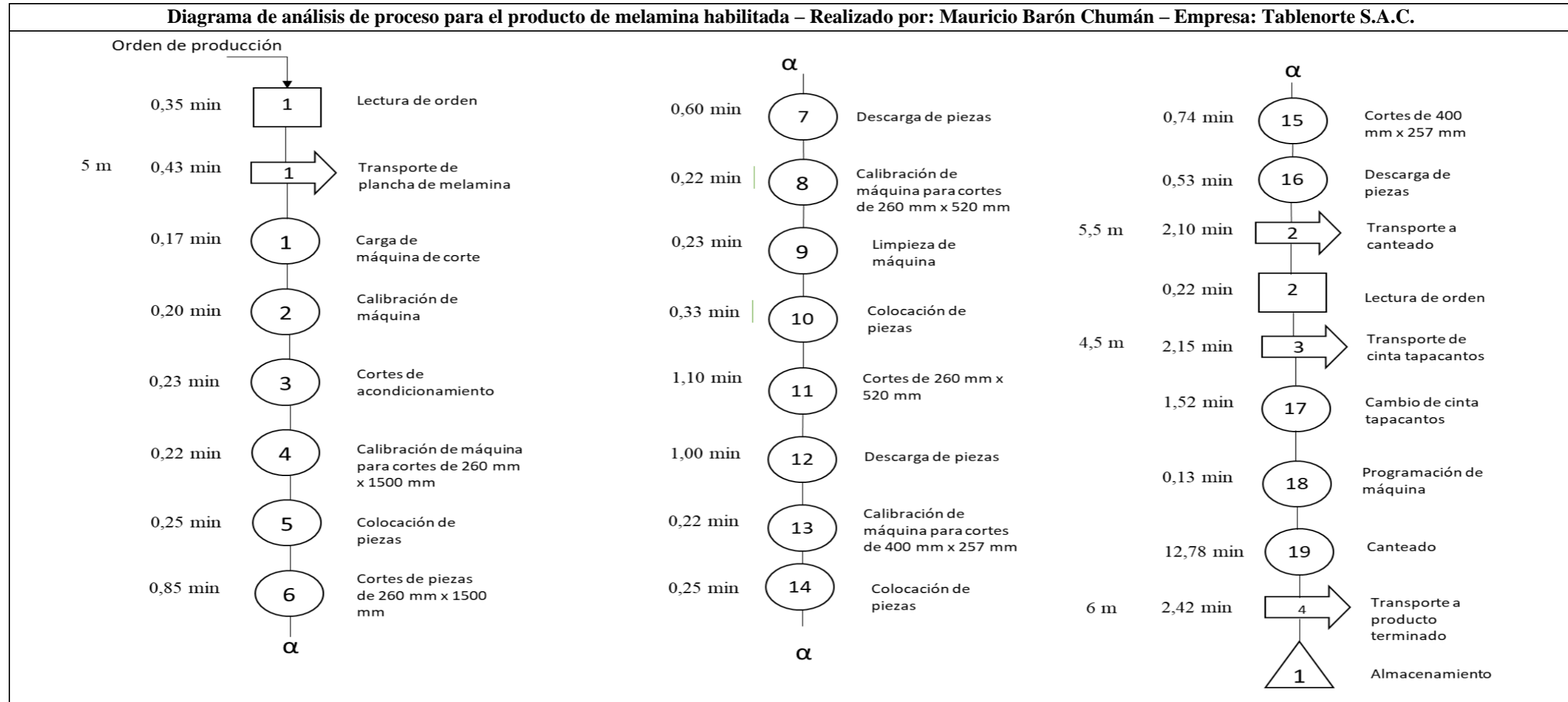


Figura 11. Diagrama de análisis de proceso de habilitación de melamina con tiempos promedio

Tabla 10. Resumen de diagrama de análisis de proceso de melamina habilitada con tiempo promedio

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	Distancias
○	19	21,57 minutos	.
□	02	0,55 minutos	-
⇒	04	7,10 minutos	21 metros
△	01	-	-

Fuente: Elaboración propia

E) Cursograma analítico del proceso de Habilitación de Melamina

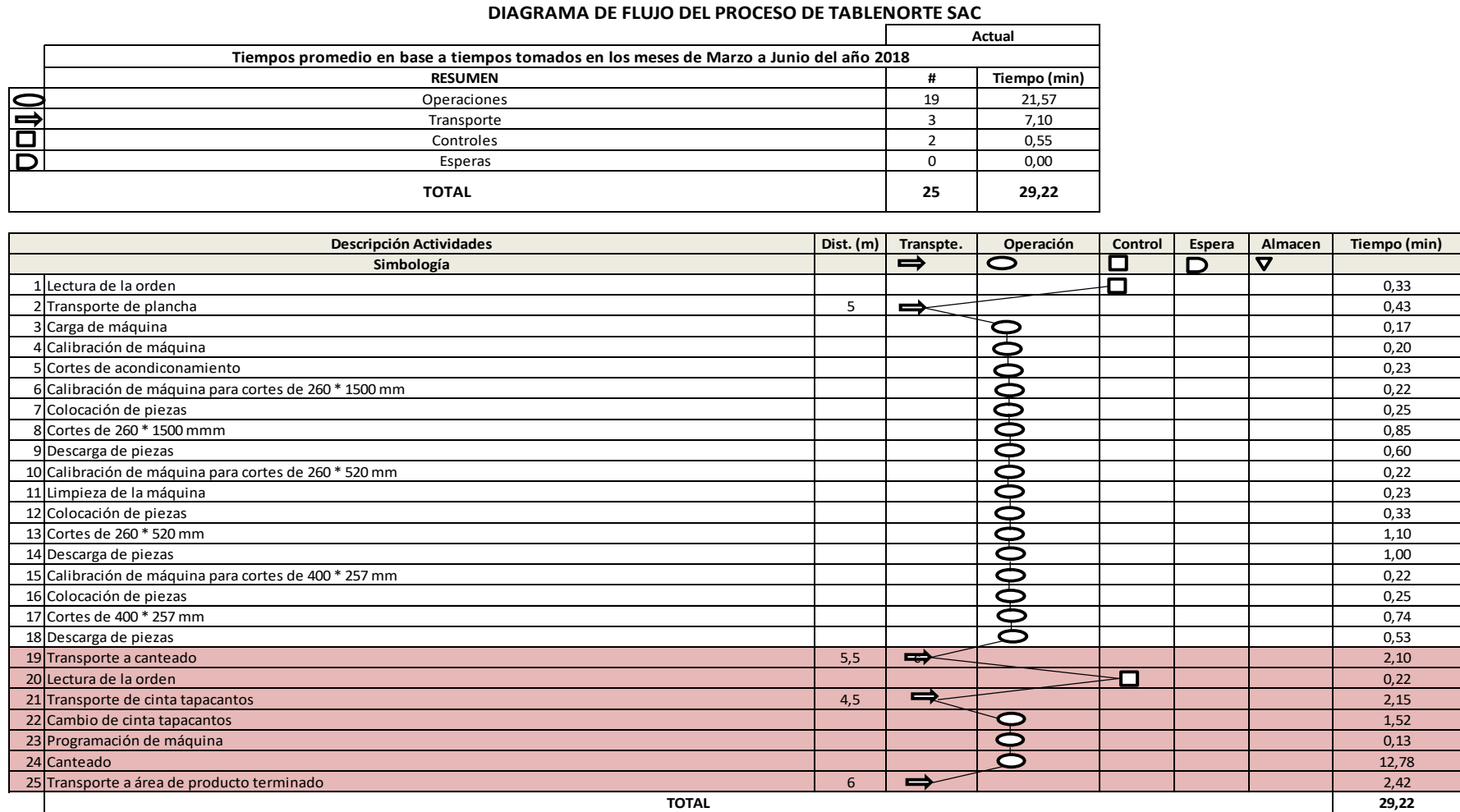


Figura 12. Cursograma analítico del proceso
Fuente: Tablenorte S.A.C.

Interpretación del Cursograma analítico

- a) El tiempo de producción de un pedido de una sola unidad de melamina habilitada en base al producto seleccionado, es 29,22 minutos, **teniendo en cuenta que se ha seleccionado la orden de habilitación de plancha de melamina con más tiempo invertido en producción este debería ser el máximo tiempo en la obtención de una primera unidad de plancha de melamina habilitada.**
- b) La etapa cuello de botella del proceso es la etapa de canteado (**representado como la parte sobreada de la figura N°10**), la cual abarca actividades ligadas a la preparación de maquinaria y adicionalmente a la operación de canteado propiamente dicha, realizada por la maquinaria, además de los transportes que son realizados por el personal de esta etapa para disponer de los materiales necesarios para el funcionamiento de la máquina, **el tiempo total de la etapa cuello de botella es de 21,32 minutos. La operación de corte tiene una duración de 7,9 minutos.**
- c) En el proceso productivo las unidades fluyen a través de lotes de pedidos, para determinar el tiempo de fabricación de estos pedidos es necesario multiplicar la cantidad de unidades del pedido por el tiempo de operación de canteado la cual es de 12,78 por unidad, luego es necesario añadirle los demás tiempos que son consecuencia a la preparación de la máquina para el pedido, **al ser un sistema por job shop variante de una producción en lotes es la etapa condicionante quien rige el ritmo de producción, es por ello que todos los tiempos que aparecen en esta etapa afectan al proceso.**
- d) Se presenta a continuación en la Tabla N°11 los tiempos de cada tipo de actividad:

Tabla 11. Resumen de tiempos promedio tomados del Cursograma analítico

Descripción de tiempos promedio	Tiempos (min)
Tiempo de operaciones	21,57
Tiempo de inspecciones	0,55
Tiempo de demoras	0
Tiempo de transportes	7,10
TIEMPO TOTAL DEL PROCESO	29,22

Fuente: Elaboración propia

- **Porcentaje de tareas improductivas registradas:**

Se consideran tareas improductivas a los transportes y demoras, en este caso al no existir demoras solo se toma en cuenta los transportes.

$$\% \text{ Tareas improductivas} = \frac{\text{Tiempo de tareas improductivas}}{\text{Tiempo total del proceso}} * 100$$

$$\% \text{ Tareas improductivas} = \frac{7,10 \text{ minutos}}{24,30 \text{ minutos}} * 100$$

Tareas improductivas = 24,30%

- **Porcentaje de tareas productivas registradas**

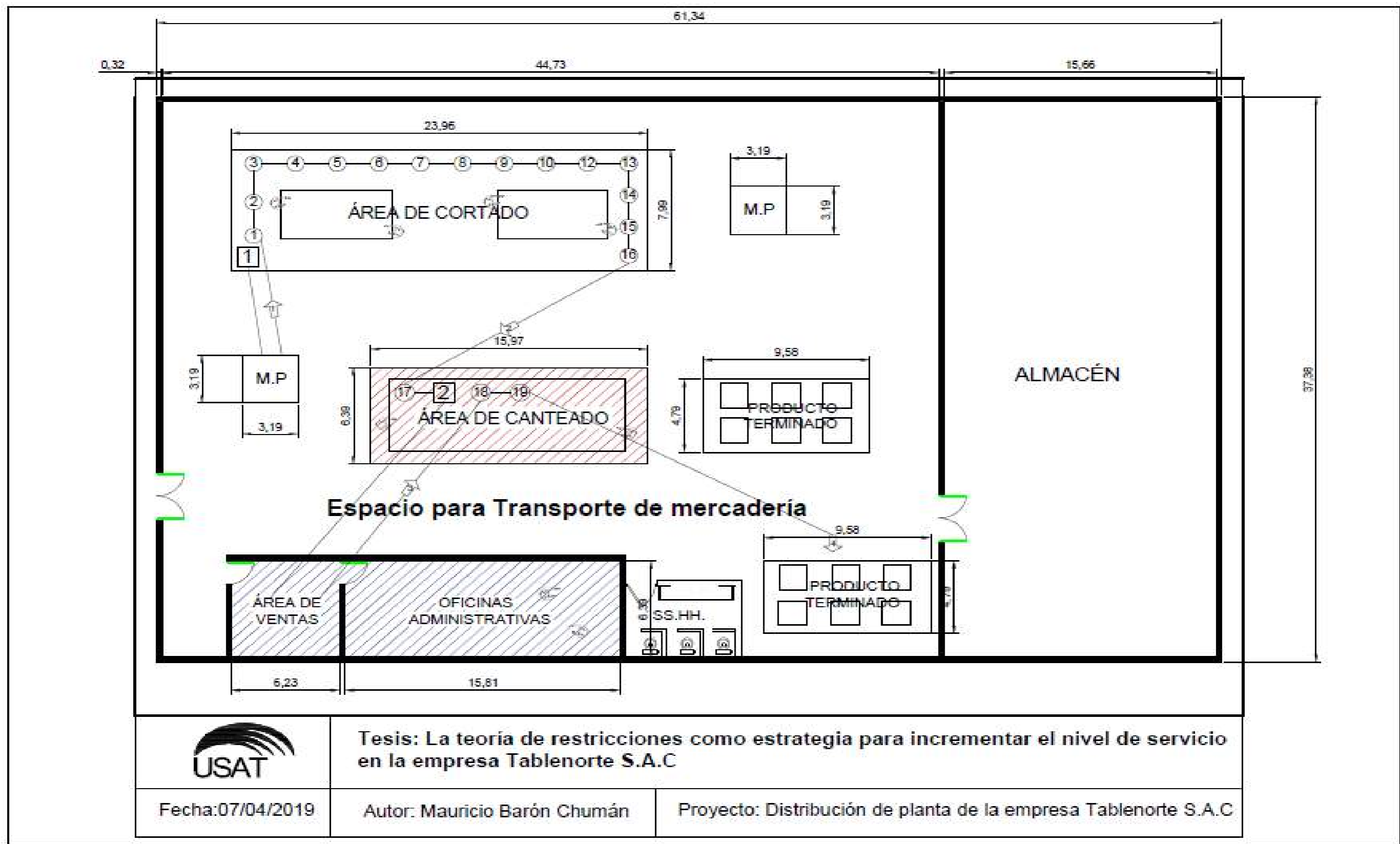
Se consideran tareas productivas son las operaciones e inspecciones. Por lo tanto, se tiene que el porcentaje de tareas productivas es:

$$\% \text{ Tareas productivas} = \frac{\text{Tiempo de tareas productivas}}{\text{Tiempo total del proceso}} * 100$$

$$\% \text{ Tareas productivas} = \frac{21,57 + 0,55 \text{ minutos}}{29,22 \text{ minutos}} * 100$$

Tareas productivas= 75,70%

F) Diagrama de recorrido actual de la empresa Tablenorte S.A.C.: En la siguiente figura se puede observar las actividades que son realizadas para la producción de melamina habilitada en la empresa, asimismo se puede visualizar la distribución de áreas y los recorridos generados, además por medio de la figura se puede observar que existe un cruce entre las áreas de canteado y la entrada de transporte de mercadería, lo cual es perjudicial pues siendo esta etapa el cuello de botella la demora en esta actividad impacta directamente en la producción global.



Tesis: La teoría de restricciones como estrategia para incrementar el nivel de servicio en la empresa Tablenorte S.A.C

Fecha:07/04/2019

Autor: Mauricio Barón Chumán

Proyecto: Distribución de planta de la empresa Tablenorte S.A.C

Figura 13. Distribución de planta de la empresa Tablenorte S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la planta de producción posee un área de ingreso para mercadería la cual se realiza en vehículos pesados, el problema que acontece con esta actividad es que **el área de canteado, la cual opera cerca del área de ingreso de mercadería, debe suspender sus funciones pues el espacio que necesita la operación de canteado para realizar sus funciones se ve afectado cuando ingresan vehículos con mercadería.**

Si se considera que la operación de canteado es la operación cuello de botella o condicionante, el tiempo perdido por cruce de actividades retrasa la producción global. Se establecieron observaciones de cuánto tarda el transporte de mercadería pasar por el área de canteado para establecer cuánto tiempo se pierde por el cruce de áreas, el tiempo promedio observado es de aproximadamente 2 minutos. Es decir, cuando se realice el ingreso de mercadería el tiempo de la operación de canteado aumentará 2 minutos a su tiempo de operación normal, esto quiere decir que el tiempo de ciclo del proceso se incrementará siendo perjudicial para el ritmo de producción.

G) Diagrama Hombre – Máquina

G.1) Diagrama Hombre – Máquina Canteadora

Se dispuso a realizar un hombre máquina de la etapa de canteado por medio de los tiempos promedio, se requiere evidenciar el tiempo productivo de los dos operarios que intervienen y de la máquina canteadora. Se presenta el Hombre – Máquina canteadora en la figura N° 14.

Segun el diagrama visto en la Figura N° 14, se ha obtenido que el tiempo total de la etapa de canteado es de 16,82 minutos con esto se puede resumir que:

Tabla 12. Resumen Hombre – Máquina Canteadora

Indicadores	Operario (min)	Máquina (min)	Ayudante (min)
Tiempo productivo	16,29	9,86	14,45
Tiempo improductivo	0,53	6,96	2,37
% de utilización	96,85%	58,62%	85,91%

Fuente: Elaboración propia

Se puede analizar que uno de los factores para que el tiempo muerto de la maquina canteadora sea mayor que el de los operarios se da porque existen actividades como el transporte de la cinta tapacantos y el recojo de piezas para su reingreso y un nuevo

canteado que dejan a la máquina sin un operario que la manipule y alimente, resultando en tiempos muertos de esta misma.

Tiempo (min)	Operario	Canteadora	Ayudante
0,22	Lectura de orden	Tiempo muerto	Tiempo ocioso
2,15	Transporte de tapacantos		
1,52	Cambio de cinta tapacantos		
0,13	Programación de maquinaria		Alistar mesa de recojo
5,25	Carga de melamina cortada	Canteado	Inspección y recepción
1,37	Recojo de piezas en las que se solicitan 2° canteado	Tiempo muerto	Acomodo
3,33	Carga de melamina para segundo canteado	Canteado	Inspección y recepción
1,04	Recojo de piezas en las que se solicitan 3° canteado	Tiempo muerto	Acomodo
1,28	Carga de melamina para tercer canteado	Canteado	Inspección y recepción
0,53	T. ocioso	Tiempo muerto	Acomodo

Figura 14. Hombre – Máquina Canteadora

Fuente: Elaboración propia

G.2) Diagrama Hombre – Máquina Cortadora

La empresa cuenta con 2 máquinas cortadoras por lo que se realizará el hombre – máquina del tiempo promedio de ellas. Se representa el diagrama Hombre – Máquina en la figura N° 13. Según el diagrama visto en la figura N° 15, se puede resumir que:

Tabla 13. Resumen de diagrama Hombre – Máquina Cortadora

Indicadores	Operario (min)	Máquina (min)	Ayudante (min)
Tiempo productivo	7,67	3,78	7,59
Tiempo improductivo	0,23	4,12	0,33
% de utilización	97,08%	47,85%	96,08%

Fuente: Elaboración propia

Se observa según el diagrama hombre – máquina que el cortado al ser una operación de conjunta ejecución entre los dos operarios y la máquina cortadora solo cuenta con tiempos muertos necesarios, por lo que se puede decir que la operación es eficiente.

Tiempo (min)	Operario	Cortadora	Ayudante
0,33	Lectura de la orden	Tiempo muerto	Tiempo muerto
0,43	Transporte de plancha		Transporte de plancha
0,17	Carga de maquina		Carga de máquina
0,2	Calibración de maquinaria	Calibrado	Calibración de maquinaria
0,23	Cortes de acondicionamiento	Corte	Corte de acondicionamiento
0,22	Calibración de máquina para cortes de 260 x1500 mm	Calibrado	Calibración de máquina para cortes de 260 x 1500 mm
0,25	Colocación de piezas	Tiempo muerto	Colocación de piezas
0,85	Corte de 260 x 1500 mm	Corte	Corte de 260 x 1500 mm
0,6	Descarga	Tiempo muerto	Descarga
0,22	Calibración de máquina para cortes de 260 x520 mm	Calibrado	Calibración de máquina para cortes de 260 x520 mm
0,23	Tiempo muerto	Tiempo muerto	Limpieza de la máquina
0,33	Colocación de piezas		Colocación de piezas
1,10	Cortes de 260 x 520 mm	Corte	Cortes de 260 x 520 mm
1,00	Descarga	Tiempo muerto	Descarga
0,22	Calibración máquina para cortes de 400 x257 mm	Calibrado	Calibración máquina para cortes de 400 x257 mm
0,25	Colocación de piezas	Tiempo muerto	Colocación de piezas
0,74	Cortes de 400x257 mm	Corte	Cortes de 400x257 mm
0,53	Descarga	Tiempo muerto	Descarga

Figura 15. Hombre – Máquina Cortadora

Fuente: Elaboración propia

H) Indicadores de producción y productividad actuales

H.1) Producción esperada

El sistema producción de la empresa es bajo pedido por lo que su producción mensual varía según lo que solicite el cliente externo al departamento de ventas y este a su vez a producción. Sin embargo, no siempre se puede cumplir con la cantidad de pedidos totales que se solicitan, por lo cual la empresa presenta pedidos no atendidos y en otros casos se incurren en retrasos en la entrega, estas situaciones mencionadas se detallarán más adelante en el indicador de nivel de servicio. Se muestra la data de pedidos de los siete meses del año 2018.

Como se sabe la empresa produce a través de un sistema de producción por lotes, sin embargo, cada pedido por lotes contiene la cantidad de unidades registradas, por lo tanto, con la cantidad de unidades solicitadas totales y además con los días disponibles en el mes es posible estimar cual sería la producción necesaria diaria para cumplir con los pedidos mensuales de melamina habilitada.

Tabla 14. Pedidos de melamina habilitada en los meses de Enero a Julio del año 2018

Meses	Pedidos de planchas de melamina (unidades)	Días trabajados	Producción necesaria para satisfacer la demanda (unidades)
Enero	612	27	23
Febrero	464	24	19
Marzo	545	27	20
Abril	585	26	23
Mayo	743	27	28
Junio	592	26	23
Julio	558	27	21

Fuente: Tablenorte S.A.C.
Elaboración propia

Se muestra la información mostrada en el cuadro anterior en la siguiente figura:

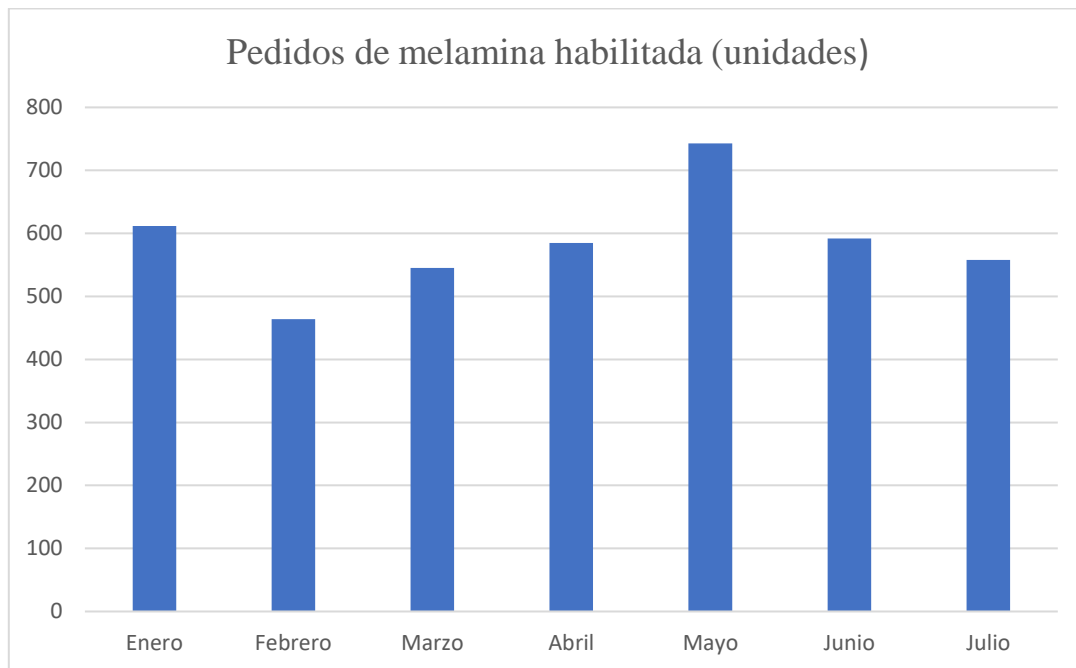


Figura 16. Pedidos de melamina de Enero a Julio del año 2018

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

Con los datos se puede apreciar que el pico más alto de unidades solicitadas se encuentra en el mes de mayo con 743 unidades de melamina habilitada, esperando producirse la cantidad de 28 unidades diarias para satisfacer la demanda. Con el fin de conocer el ritmo de producción o takt time necesario para satisfacer la demanda se elegirá la producción diaria esperada mayor pues produciendo para lograr la producción más alta se podrá producir para cumplir también con producciones de menor cantidad. Así tenemos:

$$Takt\ time = \frac{480 \frac{minutos}{día}}{28 \frac{unidades}{día}}$$

$$Takt\ time = 17,14 \frac{minutos}{unidad}$$

El indicador hallado refleja que para que la empresa en estudio pueda cumplir con todos los pedidos debe producir a un ritmo de 17,14 minutos por unidad de plancha de melamina habilitada.

I.2) Producción real

Como se dijo anteriormente la producción real aunque son cercanas difiere de la producción esperada pues existen en algunos casos pedidos no atendidos, los cuales ocurren por cancelaciones del cliente por fechas de entrega propuestas que no son deseables para el comprador. Se muestra en la siguiente Tabla N°14 la producción real de la empresa en los meses de analizados y la estimación de producción diaria de la misma.

Tabla 15. Producción real de planchas de melamina habilitada

Meses	Producción de planchas de melamina mensual (unidades)	Estimación de producción promedio de planchas de melamina diaria (unidades)
Enero	584	22
Febrero	418	18
Marzo	501	19
Abril	510	20
Mayo	633	23
Junio	512	20
Julio	498	18
PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DIARIA		20

Fuente: Tablenorte S.A.C.

La data mostrada señala que la empresa es capaz de producir un promedio de 20 unidades de melamina habilitada al día, dicho dato se tomará como la producción real en un día de trabajo de la empresa en estudio y servirá para hallar el tiempo de operación real que tarda la misma en la obtención del producto de melamina habilitada. Asimismo se tiene que la producción total en los siete meses es de 3656 unidades de melamina habilitada.

$$\text{Producción promedio real} = 20 \text{ unidades/día}$$

$$\text{Tiempo de producción promedio real} = \frac{480 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{20 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}}$$

$$\text{Tiempo de producción promedio real} = 24 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}$$

Con lo cual se tiene que se esta trabajando según los datos de producción con un tiempo de operación de 24 minutos por unidad, con lo cual comparado con el takt time hallado es de mayor duración del que debería ser para cumplir con la demanda.

Con la finalidad de mostrar de manera más representativa el déficit que tiene la empresa para abastecer a la demanda con pedidos de melamina habilitada, se presenta a continuación la comparación entre la demanda y la producción real de la empresa

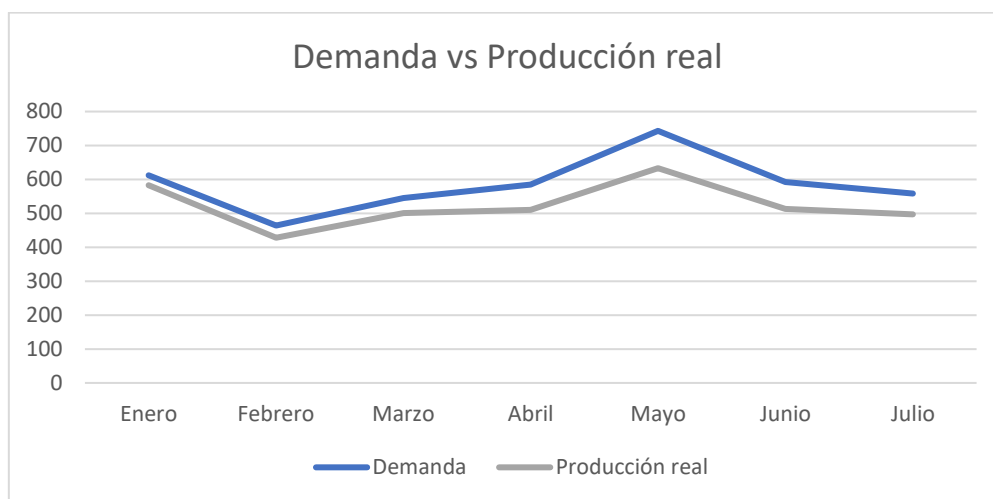


Figura 17. Demanda vs Producción real

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

Elaboración propia

Como se puede apreciar en el gráfico con la capacidad de producción actual de la empresa no es posible cumplir con la demanda solicitada, esto se refleja en mayor medida en el mes de mayo donde la producción real indica un valor de 633 unidades mientras que la cantidad de pedidos requeridos es de 743, teniendo una diferencia entre estos de 110 unidades, en contraparte el mes de enero es aquel donde la empresa produce la cantidad más cercana a la demanda siendo la diferencia entre estas de solo 28 unidades de melamina habilitada.

I.3) Capacidad de producción

Para poder hallar los indicadores de capacidad de la planta de producción es necesario contar con los datos de la producción real los cuales como se mostró anteriormente arrojan una producción real promedio de 20 unidades plancha de melamina habilitada, dicho valor lo asumiremos como capacidad de producción real de la planta.

$$\text{Capacidad real} = 20 \frac{\text{unidades de plancha de melamina habilitada}}{\text{día}}$$

Ahora tomando en cuenta el tiempo de ciclo del producto elegido el cual es de 21,32 minutos según el cuello de botella y representa el tiempo máximo para producir la orden de pedido que más tiempo invertido tiene en fabricación, se puede hallar la capacidad efectiva mínima de la planta estudiada dividiendola entre el tiempo disponible al día el cual es de 480 minutos, así se obtiene:

$$\text{Capacidad efectiva} = 23 \text{ planchas habilitadas al día}$$

Con los datos de la producción real y la capacidad efectiva mínima hallados es posible obtener el porcentaje de eficiencia que tiene el proceso de obtención de melamina habilitada en la empresa en estudio.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{20}{23} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 86,95\%$$

Se puede decir que la planta posee una eficiencia de 86,95% según su producción real en relación a la capacidad efectiva hallada a partir del producto de mayor duración de producción según la observación.

I.3) Productividad de mano de obra

Se ha tomado en cuenta la producción mensual de melamina habilitada y la cantidad de operarios la cual como ya se mencionó anteriormente es de 6 personas, para hallar la productividad de mano de obra mensual se ha dividido la cantidad promedio de producción diaria y la cantidad de horas invertidas según el número de operarios que se tienen en producción.

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{Unidades\ producidas}{N^{\circ}\ de\ operarios * Horas\ empleadas}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{20\ unid.\ planchas\ de\ melamina\ habilitada}{6\ operarios * \frac{8\ horas}{dia}}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = 0.42 \frac{unidades}{operario * hora}$$

H.7) Eficiencia económica

Se tiene que el precio de venta de una unidad de melamina habilitada es de un valor cercano de S/157,54 nuevos soles, de los cuáles se incurren en un costo aproximado de materiales directos de S/89,5 nuevos soles, un costo de materiales indirectos aproximado de S/6,5 nuevos soles, además de un costo de mano de obra de S/9,53 nuevos soles por melamina habilitada para librero mediano, el costo de mano de obra se obtuvo por medio de la siguiente formula:

$$\frac{21,32\ min}{unidad} \times \frac{1\ hora}{60\ min} \times \left[\left(\frac{4,47\ soles}{hora * operario} \times 6\ operarios \right) \right] = S/9,53$$

Ya con los datos obtenidos se puede hallar la eficiencia económica, se muestra el indicador a continuación:

$$Eficiencia\ económica = \frac{1\ unidad \times \frac{157,54}{unidad}}{(6,5 + 89,5 + 9,53)soles} = 1,49$$

Se obtiene una eficiencia de 1,49 la cual se traduce como que la empresa gana por cada sol invertido 0,49 céntimos.

H.5) Trabajo en proceso (WIP)

Debido a la existencia de un cuello de botella el cual como ya se mencionó anteriormente es la etapa de canteado con una duración de 21,32 minutos, existe stock en proceso el cual aumenta el desorden en la producción repercutiendo en los tiempos de producción y además incide directamente en el tiempo de entrega que posee la empresa.

Según la ley de Little [21] existe una relación entre el trabajo en proceso y el tiempo de entrega, siendo que cuanto más grande es la cantidad de trabajo en proceso mayor es el tiempo de entrega. La fórmula de Little expresa lo siguiente:

$$Led\ time = \frac{WIP}{Throughput}$$

Es por ello que la empresa debe limitar la cantidad de trabajo en proceso y enfocar sus esfuerzos en aumentar el número de unidades que generan ingresos (Throughput). Avanzando en el tema se calcula la cantidad promedio de stock en el proceso de habilitación de melamina.

$$WIP = Q \times \left[1 - \frac{1}{CM} \times (C1 - \frac{1}{n} \times \sum_1^N Ci) \right]$$

Donde:

Q = Según los pedidos de los clientes la cantidad promedio de unidades que contiene un lote es de 5 unidades.

CM = El tiempo del cuello de botella es de 21,32 minutos.

C1= La primera operación es la del cortado con 7.90 minutos.

Ci = El tiempo de ciclo por unidad del producto es de 29,22 minutos.

N = Se fabrica un lote cada vez por lo que la cantidad de lotes de transferencia es 1.

$$WIP = 5 \times \left[1 - \frac{1}{21,32} \times (7,90 - \frac{1}{1} \times (29,22)) \right]$$

$$WIP = 10\ unidades$$

Se obtiene como resultado de la aplicación de la fórmula que la cantidad de stock en proceso es de 10 unidades de planchas de melamina en espera para ingresar a la siguiente etapa.

H.6) Lead time de producción

El lead time de producción es definido como el tiempo que necesita una orden de pedido en ser fabricada, el tiempo que tarda esta fabricación dependerá del tiempo de la etapa condicionante del proceso y la cantidad de unidades que tenga el lote solicitado. [9]

Como se mencionó anteriormente la empresa trabaja en lotes de pedidos y tiene un sistema de producción en masa con operaciones independientes, **lo cual quiere decir que en el proceso productivo de la empresa el producto fluye por lotes, cuando el lote completo termina de ser procesado en una etapa este puede pasar a la siguiente para culminar su procesamiento.**

En anteriores apartados se ha podido diagnosticar que la empresa tiene dos etapas las cuales son las etapas de cortado y de canteado, los tiempos respectivos de dichas etapas son de 7,90 minutos y de 21,32 minutos, esto evaluando para un pedido de una sola unidad del producto escogido.

Con la finalidad de evaluar el indicador de lead time se ha dispuesto a trabajar con un lote de 5 unidades, de manera que se acerque más a la realidad de la empresa. La fórmula para hallar el indicador es la siguiente:

$$Lead\ Time = \sum (Tiempo\ de\ cada\ operación * tamaño\ de\ lote)$$

Para desarrollar la fórmula propuesta es necesario tener ciertas consideraciones de actividades que no son afectadas comúnmente por el número de unidades que tenga el lote y frecuentemente se adicionaría su tiempo como si se tratara del procesamiento de una sola unidad, estas actividades (consideradas como tiempos de preparación) son: lecturas de orden, transporte a canteado, transporte de cinta tapacantos, programación de la máquina, cambio de cinta y transporte de producto terminado, teniendo estas consideraciones se presenta el desarrollo de la fórmula:

Lead Time:

$$\sum (7,57 * 5 + 12,78 * 5) + (0,33 + 2,10 + 0,22 + 2,15 + 1,52 + 0,13 + 2,42)$$

$$Lead\ Time = 110,12 \frac{minutos}{lote}$$

Lo cual indica que para un primer lote de 5 unidades como pedido se necesitan 110,12 minutos para su procesamiento, los demás lotes serán procesados al ritmo del cuello de botella la cual es la etapa de canteado del proceso de habilitación de melamina.

H.8) Nivel de servicio

H.8.1) Nivel de servicio interno

El presente indicador mide el nivel de cumplimiento que tiene la empresa con su cliente interno para realizar la entrega de pedidos en la fecha pactada. El cliente interno de la empresa es el área de ventas de la misma la cual tiene la función de recibir las órdenes de pedidos de los clientes externos con sus respectivas especificaciones y luego emitirles una fecha de entrega del pedido.

Luego de establecer una fecha para la entrega del pedido, la orden es enviada al área de producción donde además se recibe información concerniente al plazo de entrega para evitar retrasos e incumplimientos. Cabe mencionar que el área de ventas de la sede donde se realiza la investigación acoge las órdenes de los pedidos de producción de las distintas sedes de la empresa, las cuales por factores tecnológicos no pueden llegar a cumplir.

Cuando el pedido no se cumple en la fecha pactada se le aplica una reducción del 3% al pago total por día atrasado, por lo cual es de suma importancia para la empresa cumplir a tiempo con los pedidos que se le encargan a favor de su rentabilidad y competitividad en el negocio. Se presenta asimismo un compacto de la data de los pedidos con retraso registrados en los meses de enero a junio del año 2018 en el ANEXO 6. La data de los pedidos totales de melamina habilitada en el periodo de enero a julio del año 2018 se puede observar en ANEXO 5.

Mediante la data mostrada en el ANEXO 6 generada a partir del ANEXO 5 se han podido obtener diferentes indicadores relacionados al nivel de servicio interno los cuales precisan un diagnóstico de la empresa en este aspecto y que servirán como base en la investigación para que con las mejoras propuestas dichos indicadores puedan ser puestos a comparación y se pueda evidenciar una posible mejora. Los indicadores de nivel de servicio construidos con relación a la información de pedidos retrasados se muestran a continuación:

- **Nivel de servicio interno:** El presente indicador se obtiene mediante la relación de la cantidad de pedidos cumplidos a tiempo y el total pedidos recibidos.

$$\text{Nivel de servicio interno} = \frac{\text{Pedidos cumplidos a tiempo}}{\text{Total de pedidos}} * 100$$

Se tiene como data en el ANEXO 5 que la empresa fabricó 557 pedidos en los meses analizados, teniendo 154 pedidos con retrasos y por consiguiente 403 pedidos realizados a tiempo, con los datos alcanzados es posible hallar el indicador de nivel de servicio interno con el que cuenta la empresa.

$$\text{Nivel de servicio interno} = \frac{403}{557} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio interno} = 72,35\%$$

El indicador refleja que la empresa cumple efectivamente a tiempo con el 72,35% de los pedidos que se le realizan, no obstante, este indicador debe ser mejorado pues lo ideal es que la empresa cuente con el 100% de entregas a tiempo.

- **Porcentaje de pérdida económica por penalidades en relación al ingreso por volumen de ventas por fabricación de pedidos:** Según la data obtenida y la cual se muestra en el ANEXO 6 se deja de percibir en los meses analizados un monto total de S/ 12 698,72 nuevos soles por cobro de penalidades debido a retrasos en pedidos, en relación a lo percibido en ventas de melamina habilitada lo cual es S/ 556 747,45 nuevos soles, se puede obtener el siguiente indicador:

$$\%P\acute{e}rdida\ econ\acute{o}mica\ por\ retrasos\ en\ pedidos = \frac{S/12\ 698,72}{S/556\ 747,45} \times 100$$

$$\%P\acute{e}rdida\ econ\acute{o}mica\ por\ retrasos\ en\ pedidos = 2,28\ \%$$

- **Promedio de días de retraso en la entrega de pedidos al cliente interno:**

$$Promedio\ de\ das\ con\ retraso = \frac{Sumatoria\ de\ das\ de\ retraso}{Total\ de\ pedidos\ con\ retraso}$$

$$Promedio\ de\ das\ con\ retraso = 3\ das$$

En adición a los indicadores presentados anteriormente se muestran valores en la tabla siguiente que se estiman importantes para la investigación.

Tabla 16. Resumen de retrasos y penalidades de pedidos de melamina habilitada en los meses de enero y julio del año 2018

Valores	
Total de pedidos retrasados en los meses de enero a julio	154 pedidos retrasados
Total de unidades de planchas de melamina habilitada con retrasos	1000 unidades de planchas de melamina con retrasos
Pérdida económica total por retrasos en los meses de enero a julio	S/12 628,72
Máxima pérdida por retraso	S/217,44
Máximo de días de retraso	4 días

Fuente: Tablenorte S.A.C.

H.8.2) Nivel de servicio externo

El siguiente indicador mide la capacidad que tiene la empresa para poder responder efectivamente con los pedidos de sus clientes externos. El procedimiento de solicitud de pedido comienza cuando el cliente efectúa su pedido al área de ventas, prosiguiendo el área de ventas a emitir una fecha de entrega, cabe aclarar que si el personal de ventas observa según sus registros que la existen pedidos aun por completar la fecha de entrega sera más larga de la habitual, esto conlleva a que los clientes informados de la fecha de entrega opten por retirar el pedido debido a que esperan un tiempo de respuesta menor al ofrecido.

Se muestra a continuación el registro de pedidos que los clientes optaron por retirar en la siguiente Tabla N°17, la data de pedidos no atendidos se presenta en el ANEXO 7, la información presentada servirá como sustento para hallar indicadores los cuales evidencien la situación actual en este aspecto.

Tabla 17. Resumen de data de pedidos no atendidos

Meses	Pedidos de plancha de melamina	Pedidos no atendidos	Pedidos fabricados	Cantidad de planchas de melamina habilitadas	Cantidad de planchas de melamina sin habilitar	Precio de pedidos no atendidos
Enero	98	4	94	584	28	S/4 306,50
Febrero	80	8	72	418	46	S/6 831,00
Marzo	82	8	74	501	44	S/6 419,60
Abril	87	13	74	510	75	S/10 912,50
Mayo	104	15	89	633	110	S/16 390,00
Junio	85	13	72	513	79	S/11 763,10
Julio	94	12	82	497	61	S/9 028,00
TOTAL	630	73	557	3656	443	S/65 650,70

Fuente: Tablenorte S.A.C.

Con la información de la tabla anterior se presentan los siguientes indicadores:

- **Nivel de servicio externo:** El presente indicador se obtiene mediante la relación de la cantidad de pedidos que se han cumplido y la cantidad de pedidos totales.

$$\text{Nivel de servicio externo} = \frac{\text{Pedidos cumplidos}}{\text{Pedidos totales recibidos}} \times 100$$

$$\text{Nivel de servicio externo} = \frac{557}{630} \times 100$$

$$\text{Nivel de servicio externo} = 88,41\%$$

El indicador refleja que la empresa cumple efectivamente con el 88,41% de los pedidos que se le realizan, sin embargo, el indicador debe ser mejorado pues la empresa debería poder cumplir con todos los pedidos en un 100%.

- **Porcentaje de pérdida económica por pedidos no atendidos en relación al ingreso por volumen de ventas por fabricación de pedidos:** Para hallar el presente indicador se establece una relación entre la cantidad no percibida por pedidos no atendidos presentada en el ANEXO 7 y la cantidad de ingresos por ventas la cual se presenta en el Anexo 5. Así se obtiene lo siguiente:

$$\%Pérdida económica por pedidos no atendidos = \frac{S/65\ 650,70}{S/556\ 747,45}$$

$$\%Pérdida económica por pedidos no atendidos = 11,79\%$$

- **Promedio de pedidos no atendidos en los meses analizados:**

$$Promedio de pedidos no atendidos = \frac{Sumatoria de pedidos no atendidos}{Total de pedidos no atendidos}$$

$$Promedio de pedidos no atendidos = 10 pedidos$$

Con los indicadores hallados anteriormente tanto en el nivel de servicio interno y externo es posible obtener indicadores de pérdida económica que reflejen de una mejor manera el panorama de la empresa en cuestión de cumplimientos.

- **Porcentaje de pérdida económica general tanto por pedidos no atendidos como retrasos en los pedidos en relación al ingreso por volumen de ventas por fabricación de pedidos:**

$$\%Pérdida económica general = \frac{S/65\ 650,70 + S/12\ 698,72}{S/556\ 747,45} \times 100$$

$$\%Pérdida económica general = 14,07$$

3.2.5. Resumen de Indicadores Actuales del Proceso

En la siguiente Tabla se muestra el resumen de los indicadores obtenidos según el estudio del proceso de producción de melamina habilitada en la empresa Tablenorte S.A.C, donde se escogió como producto a **analizar el pedido de plancha de melamina que más tiempo invertido necesita para ser transformado en melamina habilitada.**

De manera general se hace mención que, en los meses analizados de enero a julio del año 2018, se produjeron 3656 planchas de melamina habilitada para 557 pedidos. El tiempo de obtención de una plancha de melamina habilitada se rige por el cuello de botella el cual es de 21,32 minutos (tiempo evaluado según el pedido que más tiempo requiere en su elaboración) obteniendo una razón de producción de 23 unidades durante una jornada de 8 horas, sin embargo, la producción promedio es de 20 unidades al día teniendo con esto un tiempo real de procesamiento de 24 minutos por unidad.

Con respecto al despacho de producto terminado es necesario hacer mención que la empresa tiene un lead time de producción de 108,90 minutos por pedido de 5 unidades de plancha de melamina. Al tener operaciones con distinto tiempo de ciclo se genera stock en proceso el cual es de 10 unidades. Se ha obtenido también indicadores de nivel de servicio interno para retrasos en producción para con el cliente interno y nivel de servicio externo para pedidos no atendidos para con el cliente externo, el nivel de servicio interno señala tener un indicador de 72,35% y pérdidas económicas por penalidad de retraso de S/12 698,72; mientras que el nivel de servicio externo señala tener un indicador de 88,41% y pérdidas económicas de S/65 650,70. La pérdida total por retrasos e incumplimientos es de S/78 349,42 significando una pérdida económica de 14,07% en los siete meses analizados.

Tabla 18. Resumen de indicadores de producción, productividad y despacho

Resumen de indicadores	
Indicadores	Valor
Actividades productivas	75,70%
Actividades improductivas	24,30%
Utilización de máquina cortadora	47,85%
Utilización de máquina canteadora	58,62%
Tiempo de ciclo del proceso	21,32 minutos/ pedido de una unidad
Producción real diaria promedio	20 unidades/480 min
Tiempo de producción real	24 minutos/ unidad
Eficiencia del proceso	86,95%
Eficiencia económica	1,49
Takt Time	17,14 min/pedido
Productividad de mano de obra	0.42 unidad/ horas hombre
WIP	10 unidades
Lead Time	110,12 minutos/ 5 unidades
Nivel de servicio interno	72,35%
%Pérdida económica por retrasos	2,28%
Promedio de días de retraso	3 días
Nivel de servicio externo	88,41 %
%Pérdida económica por pedidos no atendidos	11,79%
Promedio de pedidos no atendidos	10 pedidos
%Pérdida económica general por retrasos e incumplimientos	14,07%

Fuente: Elaboración propia

3.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

Según el diagnóstico desarrollado en toda la primera parte de la investigación se puede decir con base a este que el principal problema de la empresa Tablenorte S.A.C. es el bajo nivel de servicio y las penalidades económicas que genera este indicador. A continuación, se presentan las distintas causas que generan el problema principal de la empresa, así como también las posibles propuestas de solución.

3.4 PROBLEMAS, CAUSAS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1 PROBLEMA N°1: TIEMPO DE CICLO INEFICIENTE PARA EL CUMPLIMIENTO DE PEDIDOS

La empresa estima una demanda máxima de 28 unidades de plancha de melamina habilitada al día para lo cual es necesario producir cada producto de plancha de melamina habilitada una a un ritmo 17,14 de minutos.

Según el análisis realizado en base al diagrama de análisis de proceso en el producto seleccionado se obtuvo como resultado que eran necesarios 21,32 minutos para su obtención con lo cual sería posible producir 23 unidades al día de producto, pero según la data de producción real de planchas de melamina habilitada en la empresa se evidencia que se produjeron un promedio de 20 planchas de melamina habilitada al día, revelando que se fabrica a 24 minutos por unidad. Con los datos se puede llegar a la conclusión que con los tiempos actuales no se podría llegar a cumplir con los pedidos de los clientes. A causa de esto es fundamental mejorar esta situación para el cumplimiento de los pedidos.

Causas del Problema N°1

- Aparición de tiempos muertos por mala distribución y planificación

En la empresa Tablenorte S.A.C. se observa que una de las razones por las que se pierde tiempo en la producción se da porque áreas de la empresa no están correctamente distribuidas provocando retrasos en la producción por transporte de materia prima ingresando ya que el área de tránsito de mercadería está en el mismo lugar que el área de producción específicamente del área de operación de canteado, la cual es la operación cuello de botella.

Otra de las razones de retrasos en la producción y por consiguiente de la aparición de tiempos muertos es la mala planificación de requerimientos de materiales para fabricación de pedidos, esto sucede principalmente en la operación cuello de botella, la operación de canteado, la cual necesita diferentes tipos de cintas tapacantos las cuales varían según la especificación del cliente en el pedido, al no tener la cinta adecuada para el pedido el operario debe realizar recorridos para llevarla hasta el área de trabajo.

- **Desorden en el área de producción**

En la empresa se puede observar que existe un desorden que afecta al tiempo del proceso, esto debido a que las áreas no se encuentran debidamente distribuidas generando recorridos innecesarios, no se tienen los materiales necesarios para la producción, los materiales en proceso de una etapa ocupan grandes espacios que dificultan el recorrido y generan que estos sean más largos para los operarios y se tenga que usar más tiempo en el proceso.

- **Distribución ineficiente de recursos y actividades**

La empresa en estudio cuenta con dos operaciones las cuales le llevan a obtener el producto final el cual es de una plancha de melamina habilitada, estas son las operaciones de cortado y de canteado. El tiempo para llevar a cabo cada una de estas operaciones son diferentes, razón que da origen a la existencia de un cuello de botella en el proceso de producción. Los tiempos para la etapa de cortado son según los tiempos promedio obtenidos de 7,90 minutos mientras que en la etapa de canteado es de 21,32 minutos. Identificando al canteado como la operación que más inversión de tiempo requiere y por ende como el cuello de botella del proceso, se podría afirmar que la producción de la empresa se da al ritmo del tiempo de la operación de canteado, siendo el tiempo de ciclo el tiempo de operación de dicha etapa.

En base a la conclusión anterior es deducible que la mejor manera de reducir los tiempos de producción es agilizando el cuello de botella. Según el diagrama hombre – máquina de la etapa de canteado mostrado anteriormente, se obtiene como resultado que la utilización de la máquina de canteado es de 58,69% este porcentaje es susceptible al incremento pues existen tiempos muertos a causa de que los operarios encargados de manejar la máquina se ocupan de otras actividades, no dándose tiempo para alimentarla, perdiendo así minutos en la operación e incrementando el tiempo de ciclo del proceso.

La situación anteriormente descrita ocurre mientras que la empresa tiene la cantidad de 4 personas en dos máquinas de corte (2 estaciones de corte en el proceso productivo), asignando recursos a la etapa de cortado lo cual no solucionan el problema pues esta operación va más rápido que el canteado, en vez de eso solo se intensifica el creando más

stock en proceso, incrementando el lead time y el desorden. En adición a lo mencionado se ha observado también que en la operación cuello de botella existen actividades que no generan valor como transportes dichas actividades desarrolladas por el personal de la etapa condicionante solo incrementa el tiempo de ciclo de todo el proceso.

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA N°1

- Distribución correcta de las áreas de producción

Se propone distribuir las áreas para que el proceso sea agilizado, reduciendo las distancias recorridas, generando un mayor orden en el proceso productivo y principalmente reducir los tiempos en la producción.

- Planificación de los materiales e insumos a utilizar en el proceso:

Se pretende planificar a través de un análisis de los pedidos más frecuentes los recursos a usar en la producción, específicamente las cintas tapacantos esenciales para el proceso de canteado. Con esto se evitarían las acciones de búsqueda y transporte que realizan los operarios con cada pedido diferente, recortando así los tiempos de producción.

- Aplicación de la herramienta 5 S

La herramienta de las 5S es una técnica que se basa en una serie de pasos los cuales son clasificación, orden, limpieza, estandarización y autodisciplina.

Este método por brinda una mejora en las condiciones de un puesto de trabajo, permitiendo que se reduzcan los tiempos, elimine tiempos muertos, mejore la productividad y la calidad en la producción.

- Diseño del proceso orientado a la disposición en flujo

Se propone dar mayor prioridad al cuello de botella del proceso, con la finalidad de conseguir un flujo continuo de producción, esto se puede haciendo que la etapa anterior produzca lo que el cuello de botella puede procesar y aumentando la capacidad del mismo asignando recursos que son innecesarios en otras operaciones las cuales no son cuello de

botella, esto se podría traducir en asignar los recursos sobrantes de la operación cortado a la operación de canteado para así mejorar los tiempos de producción.

3.4.2 PROBLEMA N°2: FALTA DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN QUE PERMITAN EL CONTROL

En la empresa no se cuenta con un sistema de control de la producción esto conlleva a que no se registre lo que se ha producido al día, ni tampoco una valoración de la cantidad mínima de tiempos en la que se debe llevar a cabo la fabricación de un pedido, dificultando establecer mediciones de rendimiento en el proceso y cumplimiento de pedidos. Al no existir un control y registro de la producción además de un indicador dado a partir de la supervisión que especifique la cantidad de tiempo mínimo a utilizar como producción de un pedido se tiene consecuencia retrasos en los pedidos de clientes y una producción sin indicadores que impide ser mejorada.

Causas del problema N°2

- Dificultad para la toma de tiempos por la razón de que los pedidos a elaborar son cambiantes y debido a esa variabilidad los tiempos de pedidos los tiempos son diferentes unos a otros, impidiendo así mediciones veraces en base a indicadores.
- Error en la supervisión del área de producción al no tener establecido lo que se debe producir al día ni los recursos necesarios a emplear para ello.

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA N°2

- **Establecer tiempos estándares:**

La estandarización es la asignación de tiempos correctos en la fabricación para así facilitar la medición en indicadores y lograr resultados consistentes en una mejora, sin embargo, al tener gran variabilidad de pedidos y poder tener tiempos de referencia se ha propuesto evaluar los tiempos de los pedidos que en las diferentes visitas a la empresa es el que mayor tiempo invertido para su fabricación ha tomado, teniendo, así como resultado del

tiempo máximo para la fabricación de un pedido. Con los datos obtenidos se facilitaría el control de la producción de planchas de melamina.

- **Establecer un registro de producción y capacitaciones:**

Se propone que exista una hoja de control que indique el procedimiento de producción, producción diaria y el avance de los pedidos que se han recibido, con la finalidad de poder establecer controles y evaluaciones de la producción. Se propone además que los trabajadores reciban capacitaciones para llegar a obtener los tiempos resultantes de la estandarización y demás metodologías aplicadas.

3.4.3 DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Habiendo identificado los problemas en la empresa en estudio y sus respectivas causas, se establecieron mejoras para la solución de los mismos, las acciones propuestas son: mejorar la distribución de áreas de producción, planificación de insumos para la elaboración de pedidos, aplicación de las 5S, diseño del proceso orientado al flujo, establecer tiempos estándar y establecer un registro de producción.

Ya teniendo definidas las acciones para la solución de los problemas, se elabora una matriz AHP [22] donde se evaluará las metodologías que contengan las acciones propuestas anteriormente mencionadas para la mejora, con la finalidad de elegir las que mayor utilidad frente a los problemas expuestos ofrezca. Las metodologías, así como las técnicas que contienen y pueden ser aplicadas son las siguientes:

- **Mapeo de Flujo Valor** (Value Stream Mape)
- Herramienta Lean 5s: Organizar, limpiar, clasificar, visualizar y comprometerse.
- **Sistema Just in Time:** Disposición en flujo, tiempo de producción orientado al takt time, gestión del cuello de botella.
- **Ingeniería de Métodos:** Estandarización de tiempos, hombre – máquina, diagramas de proceso, cursograma analítico.
- **Planificación y control de la producción:** Planeación agregada, Planificación de requerimientos de material (MRP).

Se presenta la matriz de ponderación AHP. Para la correcta elaboración de la matriz mencionada anteriormente se ha tomado la escala de Saaty la cual se encuentra en la Tabla N°02 mediante la utilización de la escala presentada, se presentarán los principales problemas hallados en la empresa en estudio, para así enfrentarlos y obtener valores que indiquen una priorización en la resolución de ellos. Así tenemos:

Tabla 19. Ponderación de problemas encontrados utilizando la escala de Saaty

Problemas identificados en la empresa Tablenorte S.A.C.	Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	Falta de control y supervisión de la producción
Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	1	3
Falta de control y supervisión de la producción	1/3	1

Fuente: Elaboración propia

Se normaliza la matriz para obtener los puntajes ponderados reales y que nos permitan visualizar la relevancia de cada problema identificado. Esta operación nos ayudará en la elección de la metodología a proponer. Se presenta a continuación la matriz normalizada:

Tabla 20. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz

Problemas identificados en la empresa Tablenorte S.A.C.	Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	Falta de control y supervisión de la producción	Puntaje ponderado normalizado
Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	0.75	0.75	0.75
Falta de control y supervisión de la producción	0.25	0.25	0.25

Fuente Elaboración propia

Luego de haber identificado normalizado la matriz inicial y haber obtenido el porcentaje de relevancia de los problemas identificados, se elaboran nuevas matrices en las cuales se enfrentan las metodologías según la capacidad de solución que brinden frente a los problemas identificados

- **Problema N°1 Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos**

Tabla 21. Ponderación de metodologías para solución del primer problema

Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	VSM	5S	JIT	Ingeniería de Métodos	Planeamiento y control de la producción
VSM	1	3	1/3	1/3	1/2
5S	1/3	1	1/4	1/4	1/2
JIT	3	4	1	3	3
Ingeniería de Métodos	3	4	1/3	1/3	3
Planeamiento y control de la producción	2	2	1/3	1/3	1

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, igual que en la anterior ponderación se busca normalizar la matriz para hallar los valores reales e identificar la mejor herramienta.

Tabla 22. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz de metodologías

Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	VSM	5S	JIT	Ingeniería de Métodos	Planeamiento y control de la producción	Puntaje Ponderado normalizado
VSM	0,107	0,214	0,148	0,068	0,063	0,120
5S	0,036	0,071	0,111	0,051	0,063	0,066
JIT	0,321	0,286	0,444	0,610	0,375	0,407
Ingeniería de Métodos	0,321	0,286	0,148	0,203	0,375	0,267
Planeamiento y control de la producción	0,210	0,143	0,148	0,068	0,125	0,140

Como resultado de la matriz se ha obtenido que las metodologías con mayor puntaje para la solución del problema de tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos en la empresa Tablenorte S.A.C son la ingeniería de métodos y el sistema just in time. Para comprobar la consistencia de la primera matriz realizada se desarrollarán diferentes indicadores de consistencia que indiquen la aceptabilidad de los juicios y relaciones planteadas. Para empezar, se realiza la multiplicación de la matriz base del primer problema planteado con una matriz que contenga los valores del puntaje ponderado normalizado. Se muestra lo siguiente:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 1/3 & 1/3 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/4 & 1/4 & 1/2 \\ 3 & 4 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 1/3 & 1/3 & 3 \\ 2 & 2 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.120 \\ 0.066 \\ 0.407 \\ 0.267 \\ 0.140 \end{pmatrix}$$

Lo cual da como resultado:

$$\begin{pmatrix} 0.612 \\ 0.344 \\ 2.252 \\ 1.268 \\ 0.736 \end{pmatrix}$$

Se desarrollan los indicadores siguientes:

Índice de consistencia:

$$IC = \frac{n(\max) - n}{n - 1}$$

Donde:

n.- Cantidad de valores en la matriz

n(max).- Suma de todos los valores de la matriz, obtenido por la multiplicación de la matriz normalizada por la matriz original.

$$IC = \frac{5,212 - 5}{5 - 1}$$

$$IC = 0,053$$

Consistencia aleatoria.-

$$IA = \frac{1,98 \times (n - 2)}{n}$$

Donde:

n.- Cantidad de valores en la matriz resultante de la multiplicación de la matriz normalizada por la matriz original.

$$IA = \frac{1,98 \times (5 - 2)}{5}$$

$$IA = 1,188$$

Razón de consistencia.- Los valores que sean mayores a 0,1 indican que los juicios realizados son inconsistentes, los valores menores o iguales a 0,1 indica que los juicios realizados son de una consistencia razonable.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

$$RC = \frac{0,053}{1,188}$$

$$RC = 0,045$$

Según el resultado se podría decir que la matriz generada por los juicios y relaciones planteados presenta una consistencia razonable al ser menor que el valor de 0,10, por lo tanto, es factible tomar los datos resultantes para análisis posteriores.

- **Problema N°2 Falta de medidas que faciliten el control del proceso**

Tabla 23. Ponderación de metodologías para solución del segundo problema

Falta de medidas que faciliten el control del proceso	VSM	5S	JIT	Ingeniería de Métodos	Planeamiento y control de la producción
VSM	1	1/2	1/2	1/5	1/3
5S	2	1	1/2	1/4	1/2
JIT	2	2	1	1/3	1/2
Ingeniería de Métodos	5	4	3	1	2
Planeamiento y control de la producción	3	2	2	1/2	1

Fuente: Elaboración propia

Se opera igual que en la anterior ponderación se busca normalizar la matriz para hallar los valores reales e identificar la mejor herramienta.

Tabla 24. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz de metodologías

Falta de medidas estándar del proceso que faciliten el control	VSM	5S	JIT	Ingeniería de Métodos	Planeamiento y control de la producción	Puntaje Ponderado normalizado
VSM	0,077	0,053	0,071	0,088	0,077	0,073
5S	0,154	0,105	0,071	0,109	0,115	0,111
JIT	0,154	0,211	0,143	0,146	0,115	0,154
Ingeniería de Métodos	0,385	0,421	0,429	0,438	0,462	0,427
Planeamiento y control de la producción	0,231	0,211	0,286	0,219	0,231	0,235

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la matriz se ha obtenido que la metodología con mayor puntaje para la solución del problema de control de la producción en la empresa Tablenorte S.A.C es ingeniería de métodos seguido del planeamiento y control de la producción.

Como se realizó anteriormente se comprueba la consistencia de la segunda matriz por medio de diferentes indicadores de consistencia que indiquen la aceptabilidad de los juicios y relaciones planteadas. Para empezar, se realiza la multiplicación de la matriz base del segundo problema planteado con una matriz que contenga los valores del puntaje ponderado normalizado. Se muestra lo siguiente:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0.5 & 0.2 & 0.333 \\ 2 & 1 & 0.5 & 0.25 & 0.5 \\ 2 & 2 & 1 & 0.333 & 0.5 \\ 5 & 4 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 2 & 0.5 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.073 \\ 0.111 \\ 0.154 \\ 0.427 \\ 0.235 \end{pmatrix}$$

Lo cual da como resultado:

$$\begin{pmatrix} 0.369 \\ 0.558 \\ 0.781 \\ 2.168 \\ 1.197 \end{pmatrix}$$

Se desarrollan los indicadores siguientes:

Índice de consistencia:

$$IC = \frac{n(\max) - n}{n - 1}$$

Donde:

n.- Cantidad de valores en la matriz

n(max).- Suma de todos los valores de la matriz, obtenido por la multiplicación de la matriz normalizada por la matriz original.

$$IC = \frac{5,075 - 5}{5 - 1}$$

$$IC = 0,0187$$

Consistencia aleatoria.-

$$IA = \frac{1,98 \times (n - 2)}{n}$$

Donde:

n.- Cantidad de valores en la matriz resultante de la multiplicación de la matriz normalizada por la matriz original.

$$IA = \frac{1,98 \times (5 - 2)}{5}$$

$$IA = 1,188$$

Razón de consistencia.- Los valores que sean mayores a 0,1 indican que los juicios realizados son inconsistentes, los valores menores o iguales a 0,1 indica que los juicios realizados son de una consistencia razonable.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

$$RC = \frac{0,0187}{1,188}$$

$$RC = 0,015$$

Según el resultado se podría decir que la matriz generada por los juicios y relaciones planteados presenta una consistencia razonable al ser menor que el valor de 0,10, por lo tanto, es factible tomar los datos resultantes para análisis posteriores.

Para concluir la evaluación de las metodologías de mejora se realiza una última matriz donde se multiplican los pesos hallados con la ponderación de relevancia de cada problema identificado.

Tabla 25. Valoración final de las metodologías evaluadas

Metodologías	Tiempo de ciclo ineficiente para el cumplimiento de pedidos	Valor Obtenido	Falta de medidas estándar del proceso que faciliten el control	Valor Obtenido	Sumatoria Valor ponderado final
VSM	0,12 x (0.75)	0,090	0,073x(0.25)	0,018	0,108
5S	0,066 x (0.75)	0,050	0,111x(0.25)	0,028	0,078
JIT	0,407 x (0.75)	0,306	0,154x(0.25)	0,038	0,344
Ingeniería de Métodos	0,267 x (0.75)	0,200	0,462x(0.25)	0,107	0,307
Planeamiento y control de la producción	0,140 x (0.75)	0,105	0,231x(0.25)	0,059	0,164

Fuente: Elaboración propia

Se concluye mediante el método de jerarquización y de la escala de Saaty las metodologías elegidas para la mejora son la Ingeniería de métodos con un valor ponderado final de 0,307 y el sistema Just in Time con un valor ponderado final de 0,344.

3.4.3.1 PROPUESTA N°1: NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Es necesario antes de comenzar la ingeniería de métodos analizar la distribución de áreas en la empresa la cual genera tiempos muertos debido a recorridos por disposiciones de áreas y distribución que afectan especialmente al cuello de botella y por consiguiente a la producción total que se genera, esto es debido a que, según la disposición actual de las áreas el espacio destinado a la operación canteado se encuentre en un espacio el cual es aprovechado para la entrada de materia prima la cual se efectúa en vehículos como camiones, teniendo que detenerse la operación cuando se realiza este ingreso.

La para de actividades según se observó es de aproximadamente 2 minutos, la etapa afectada al ser cuello de botella reduce la producción total en 2 minutos debido a su detención. Debido a esto se dificulta establecer una mejora real en el cuello de botella pues los tiempos del mismo presentarían una variación cuando las actividades se crucen.

Para ello se propone una nueva distribución de planta que agilice tiempos de recorrido y solucione el problema del espacio compartido entre el área de transporte de mercadería y el área de canteado, lo cual dificultaría una mejora pues los tiempos podrían incrementar cuando ocurra un cruce. Por lo tanto, se ha usado la metodología Guerchet para determinar la dimensión correcta de las áreas y SLP con la finalidad de determinar la cercanía que deberían tener.

➤ **DESARROLLO DEL MÉTODO GUERCHET**

Este método permite conocer las dimensiones necesarias de las diferentes áreas de la planta, esto se obtiene mediante el cálculo de la superficie total, la cual se representa la suma del área estática (Ss), área de gravitación (Sg), y el área de evolución (Se), sin embargo, para conseguir el valor de las superficies anteriormente mencionadas es necesario analizar las diferentes características de los elementos estáticos y de los elementos móviles.

Para empezar el desarrollo del método se precisan los elementos fijos que se consideraran en el análisis y sus respectivas características como sus medidas, sus lados de operación y en qué cantidad se encuentran en la planta.

Tabla 26. Medidas de elementos fijos

ELEMENTOS FIJOS	Cantidad (n)	Lados (N)	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (H)
MÁQUINA CORTADORA	2	2	2	4	1,2
MÁQUINA CANTEADORA	1	2	3	8.5	1,25
ESTANTES	6	1	0.9	1	1,25

Fuente: Elaboración propia

Luego se determinó la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención, para ello se utiliza el factor K, el cual se halla de la siguiente manera:

$$K = \frac{APO}{2 * AME}$$

Donde:

- APO: Altura promedio de los elementos móviles (Altura promedio de personal)
- AME: Altura promedio de los elementos fijos

En el caso de la empresa en estudio los valores APO y AME obtenidos fueron los siguientes:

- APO: 1,65 m
- AME: 1,23 m

Con lo cual el valor del factor K obtuvo el siguiente resultado:

$$K = \frac{1,65}{2 * 1,23} = 0,67$$

Teniendo ya todos los datos necesarios se dispone a calcular la superficie total necesaria para la distribución, así como también las dimensiones de cada área de trabajo, el cálculo se puede observar en la Tabla N°27.

El resultado del cálculo arroja que la superficie total necesaria que debería tener la planta es de **232,39 m²**, sin embargo, la planta en estudio supera dicha magnitud por lo cual es posible realizar el acomodo de áreas teniendo como referencia las dimensiones obtenida.

Tabla 27. Cálculo de la superficie Total

ELEMENTOS FIJOS	Canti dad (n)	Lad os (N)	Lar go (L)	Anc ho (A)	Altu ra (H)	Ss (Lx A)	Sg (Ssx N)	Se (Ss+Sg)xK	Superficie total n(Ss+Sg+ Se)
MÁQUINA CORTADORA	2	2	2	4	1.2	8	16	16,08	80,16
MÁQUINA CANTEADORA	1	2	3	8,5	1,25	25,5	51	51,25	127,75
ESTANTES	6	1	0,9	0,1	1,25	0,9	0,9	1,21	18,06
ESCRITORIOS	2	1	1,2	0,8	0,75	0,96	0,96	1,29	6,42
TOTAL									232,39 m²

Fuente: Elaboración propia

➤ **DESARROLLO DEL MÉTODO SLP**

Mediante el presente método se pretende determinar el grado de intensidad y relación que tienen las actividades realizadas en la empresa unas con otras. Eso se obtiene mediante la asignación de valores que ponderan la relación de las actividades. El cuadro siguiente muestra los valores de proximidad entre cada actividad.

Tabla 28. Valores de proximidad entre áreas

Valor	Proximidad
A	Absolutamente
E	Especialmente
I	Importante
O	Ordinario
U	Indiferente
X	Indeseable

Fuente: Organización de plantas industriales

Asimismo, se presentan las razones de proximidad que avalan la cercanía de las áreas de trabajo según su relación.

Tabla 29. Razones de proximidad de áreas de trabajo

Clave	Razón
1	Comparte documentos esenciales para el desarrollo de los fines de la empresa.
2	Secuencia de flujo de trabajo.
3	Contacto por medio de materiales comunes.
4	Comparten el mismo espacio.
5	Incomodidad y demoras por cruce de actividades.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la matriz de relación de áreas para determinar cuáles de ellas deben ser próximas, las áreas tomadas en cuenta son: Área administrativa, área de cortado, área de canteado, área de almacén de materia prima, área de almacén de producto terminado.

Área administrativa						
Área de almacén de materia prima	U	-				
Almacén de producto terminado	U	-	U			
Área de cortado	U	-	A	I		
			1,2,3	1, 2		
Área de canteado	A	1,2,3	I	O	A	
			2,3	3	1,2,3	
Área de transporte de materia prima	X	5	U	U	A	U
			-	-	1,2,3	-

Figura 18. Matriz de relaciones valor – razón de áreas

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se representa de manera gráfica la matriz de relación antes presentada.

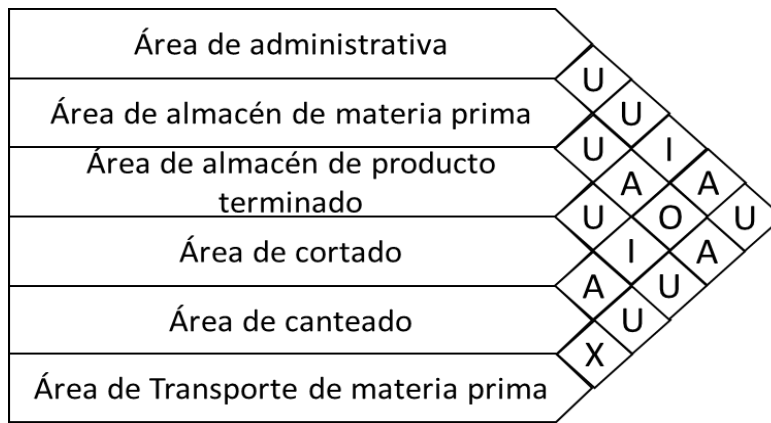


Figura 19. Determinación de proximidad de las áreas

Fuente: Organización de plantas industriales

Después de haber realizado el diagrama de relaciones se dispone a ordenar las áreas según los resultados de la figura anteriormente mostrada. Se muestra a continuación el orden en la siguiente figura N° 20.

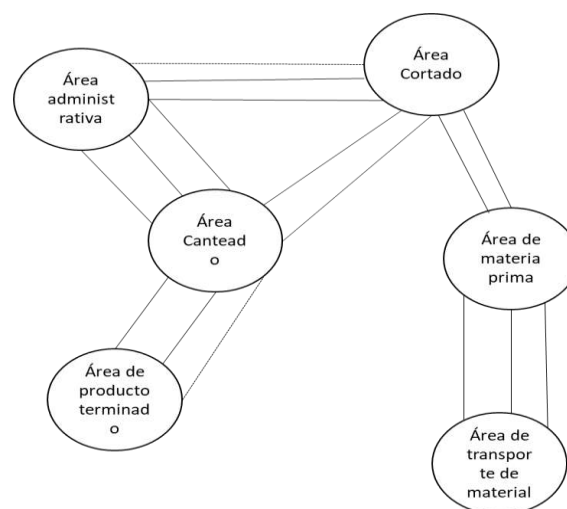


Figura 20. Relación de actividades según matriz diagonal

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, el área de transporte de material la cual puede influir incrementando el tiempo de ciclo del proceso productivo debido a los cruces que presenta con la operación condicionante, no tiene ninguna relación con ella, es por ello que se presenta una distribución nueva tomando en cuenta especialmente esta condición. Se presenta la nueva distribución a continuación:

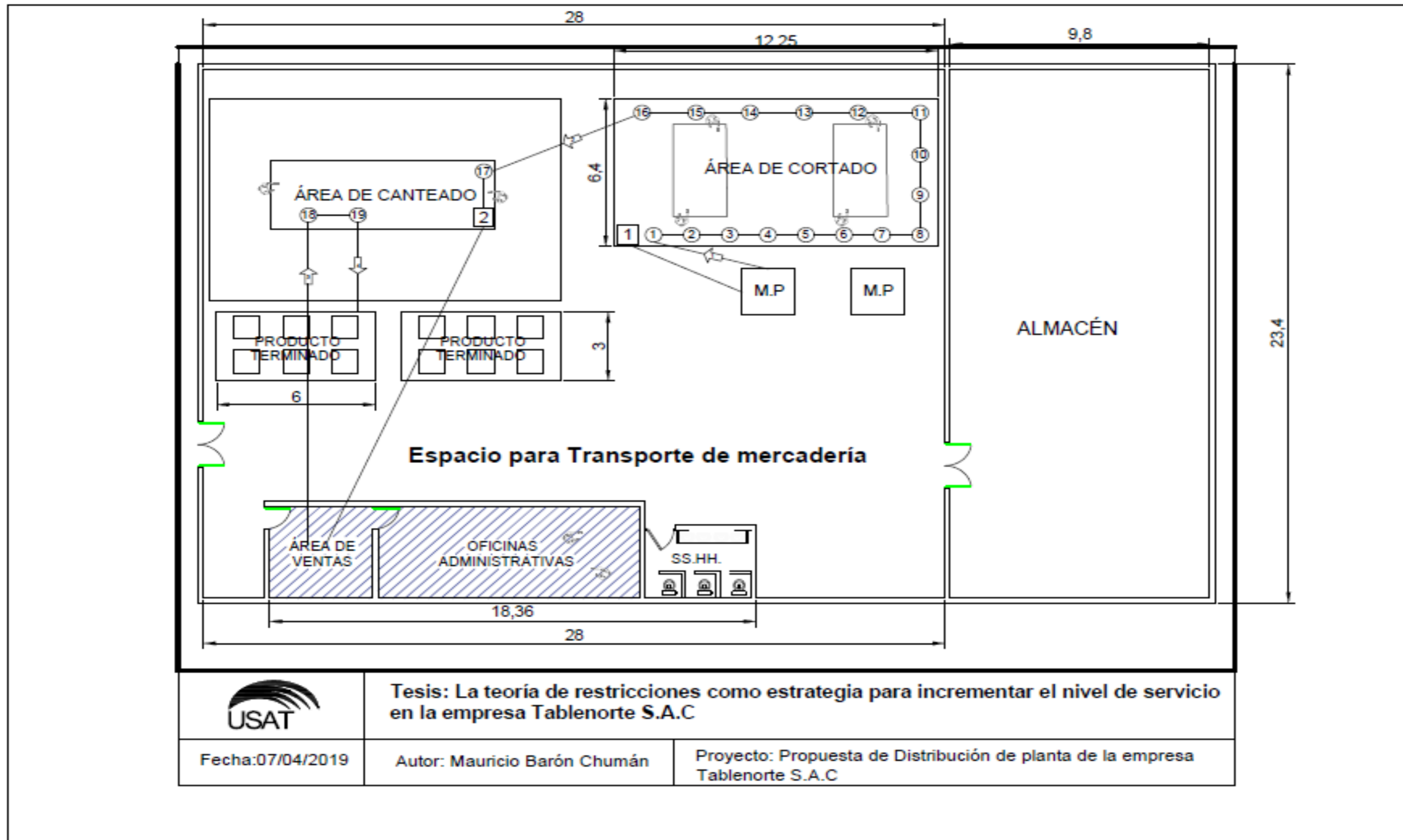


Figura 21. Propuesta de Distribución de planta en la empresa Tablenorte S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior se ha incrementado el área de canteado y se ha separado del área de ingreso de mercadería evitando así las interrupciones en la operación cuello de botella, así mismo los recorridos han variado lo cual genera nuevos tiempos de transporte por lo que se cree necesario representarlos en un nuevo cursograma analítico, para su posterior análisis.

➤ **DESARROLLO DEL NUEVO CURSOGRAMA ANALÍTICO SEGÚN MEJORA DE DISTRIBUCIÓN**

Tiempos promedio en base a tiempos tomados en los meses de Marzo a Julio del año 2018		Actual	
		#	Tiempo
DE	RESUMEN		
	Operaciones	19	21,57
	Transporte	2	6,32
	Controles	3	0,55
	Esperas	0	0,00
	TOTAL	25	28,44

Descripción Actividades	Dist. (m)	Transpte.	Operación	Control	Espera	Almacen.	Tiempo (min)
Simbología		➡	○	□	D	▽	
1 Lectura de la orden				□			0,33
2 Transporte de plancha	1,5	➡					0,12
3 Carga de máquina			○				0,17
4 Calibración de máquina			○				0,20
5 Cortes de acondicionamiento			○				0,23
6 Calibración de máquina para cortes de 260 * 1500 mm			○				0,22
7 Colocación de piezas			○				0,25
8 Cortes de 260 * 1500 mm			○				0,85
9 Descarga de piezas			○				0,60
10 Calibración de máquina para cortes de 260 * 520 mm			○				0,22
11 Limpieza de la máquina			○				0,23
12 Colocación de piezas			○				0,33
13 Cortes de 260 * 520 mm			○				1,10
14 Descarga de piezas			○				1,00
15 Calibración de máquina para cortes de 400 * 257 mm			○				0,22
16 Colocación de piezas			○				0,25
17 Cortes de 400 * 257 mm			○				0,74
18 Descarga de piezas			○				0,53
19 Transporte a canteado	2,5	➡					1,00
20 Lectura de la orden				□			0,22
21 Transporte de cinta tapacantos	8,5	➡					4,60
22 Cambio de cinta tapacantos			○				1,52
23 Programación de máquina			○				0,13
24 Canteado			○				12,78
25 Transporte a área de producto terminado	1,5	➡					0,60
	TOTAL						28,44

Figura 22. Cursograma analítico según mejora de distribución

Fuente: Elaboración propia

Interpretación del cursograma analítico según la nueva distribución:

a) El tiempo de producción de un pedido de una sola unidad del producto seleccionado es 28,44 minutos, teniendo una mejora con respecto al tiempo obtenido antes de la mejora de distribución el cual fue de 29,22 minutos. **La mejora reduce el tiempo total en 0.78 minutos. Mientras que centrándonos en el cuello de botella la mejora en distribución reduce el tiempo de 21,32 minutos a 20,85 minutos.**

b) El tiempo de ciclo el cual es dado por la etapa cuello de botella elimina la variabilidad de tiempo que solía tener debido a los cruces entre la ejecución de la operación de canteado y el ingreso de mercancía. Los cruces entre estas actividades podrían incrementar el tiempo del cuello de botella hasta en 2 minutos. Con la mejora de distribución el tiempo de la operación cuello de botella es de 20,85 minutos, sin posibilidad a verse afectado por estas razones.

c) La actividad de transporte de cinta tapacantos es la actividad que a diferencia del resto incrementa su tiempo, esto debido a que la distancia es mayor. Se planteará una solución a dicho problema posteriormente en la presente investigación.

d) Debido a la mejora en la distribución se vio reflejado una reducción en las actividades improductivas del proceso, las cuales anteriormente eran de 24,97% y con la mejora propuesta es de 22,85%. Se muestran los cálculos a continuación:

Tabla 30. Resumen de tiempos obtenidos mediante la nueva distribución

Descripción de tiempos promedio	Tiempos (min)
Tiempo de operaciones	21,57
Tiempo de inspecciones	0,55
Tiempo de demoras	0
Tiempo de transportes	6,32
TIEMPO TOTAL DEL PROCESO	28,44

Fuente: Elaboración propia

- **Porcentaje de tareas improductivas registradas:**

Se consideran tareas improductivas a los transportes y demoras, en este caso al no existir demoras solo se toma en cuenta los transportes.

$$\% \text{ Tareas improductivas} = \frac{\text{Tiempo de tareas improductivas}}{\text{Tiempo total del proceso}} * 100$$

$$\% \text{ Tareas improductivas} = \frac{6,32 \text{ minutos}}{28,44 \text{ minutos}} * 100$$

Tareas improductivas = 22,22%

- **Porcentaje de tareas productivas registradas:**

Se consideran tareas productivas son las operaciones e inspecciones. Por lo tanto, se tiene que el porcentaje de tareas productivas es:

$$\% \text{ Tareas productivas} = \frac{\text{Tiempo de tareas productivas}}{\text{Tiempo total del proceso}} * 100$$

$$\% \text{ Tareas productivas} = \frac{21,57 + 0,55 \text{ minutos}}{28,44 \text{ minutos}} * 100$$

Tareas productivas= 77,78%

3.4.3.2 PROPUESTA N°2: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En la empresa Tablenorte S.A.C los pedidos de habilitación de melamina son muy variantes lo cual genera que no exista un modelo estándar de pedido, por lo cual en la investigación se ha optado por elegir el producto que más tiempo invertido posee para así establecer un valor que muestre lo mínimo que se debería producir y demás indicadores a evaluar todo esto según una evaluación de tiempos justa en condiciones normales.

Para la obtención del tiempo estándar, se seguirá trabajando con los tiempos promedios de la producción de un pedido de una unidad de plancha de melamina habilitada, es necesario hallar los tiempos promedio de las actividades realizadas en el proceso, estos fueron hallados anteriormente en base a la relación de tiempo de ciclo y observaciones, esta información se encuentra en la Tabla N°7, estos tiempos luego fueron reducidos por medio de una distribución de áreas propuesta siendo los tiempos obtenidos a partir de ella que se tomarán para el procedimiento de estandarización.

Ya habiendo obtenido el tiempo de las actividades del proceso es necesario para continuar el análisis de consecución del tiempo estándar, hallar el tiempo normal el cual resulta de multiplicar el tiempo promedio hallado por un valor de factor de desempeño. El valor de desempeño es dado por el investigador según la apreciación que este tenga de lo que debería ser el desempeño ideal. Para determinar este último factor de desempeño, se utilizó valores establecidos por la norma británica de escala numérica los cuales van de 0- 100. En la siguiente tabla se expresan los valores de dicha escala:

Tabla 31. Factor de desempeño según norma británica

ESCALA (0 - 100)	ACTIVIDADES
0	Ninguna.
50	Muy lento, inseguro y de movimientos torpes.
75	Actividad normal, constante, sin prisas, pero no pierde tiempo, bien dirigido y controlado. No sujeto a incentivos de producción.
100	Actividad óptima o ritmo tipo, activo, capaz obrero cualificado medio, incentivado alcanza el nivel de calidad exigido.
125	Gran seguridad coordinación y destreza, muy rápido. Por encima del operario cualificado medio.
150	Extraordinariamente rápido, pero solo en cortos periodos de trabajo.

Fuente: Niebel [15]

A continuación, se obtiene el tiempo normal según los valores de factor de desempeño mostrados anteriormente.

Tabla 32. Evaluación del tiempo normal de procedo productivo

Actividades	Tiempo normal de habilitación de melamina (minutos)	Observaciones
Lectura de la orden	$0,33 \times 1 = 0,33$	La lectura de la orden se realiza por trabajadores experimentados, lo cual genera que se realice en tiempo optimo
Transporte de plancha	$0,12 \times 0,80 = 0,096$	Se realiza sin apuros, sin embargo, se podría realizar en un tiempo más reducido, aunque el tiempo actual no es negativo
Carga de máquina	$0,17 \times 0,85 = 0,15$	La carga de máquina se realiza en un tiempo óptimo pero el operario podría hacerlo en menor tiempo
Calibración de máquina	$0,2 \times 0,85 = 0,17$	El operario lo realiza cuenta con experiencia por lo que lo hace con gran seguridad y destreza
Cortes de acondicionamiento	$0,23 \times 0,85 = 0,20$	Esta actividad se realiza en un tiempo óptimo pues si hizo rápidamente y sin pérdidas de tiempo
Calibración de máquina para cortes de 260 x 1500 mm	$0,22 \times 0,85 = 0,187$	Esta actividad se realiza en un tiempo óptimo pues si hizo rápidamente y sin pérdidas de tiempo
Colocación de piezas	$0,25 \times 0,75 = 0,1875$	Se realiza sin prisas y se podría aumentar la velocidad
Cortes de 260 x 1500 mmm	$0,85 \times 0,85 = 0,73$	Esta actividad se realiza en un tiempo óptimo pues si hizo rápidamente y sin pérdidas de tiempo
Descarga de piezas	$0,6 \times 0,80 = 0,48$	Se le da este puntaje debido a que se hacen movimientos innecesarios y se pierde tiempo realizándolo
Calibración de máquina para cortes de 260 x 520 mm	$0,22 \times 0,85 = 0,19$	El tiempo es aceptable sin embargo se puede hacer en un tiempo menor realizándolo con mayor concentración
Limpieza de la máquina	$0,23 \times 0,65 = 0,15$	La operación se podría hacer en un menor tiempo
Colocación de piezas	$0,33 \times 0,75 = 0,25$	El tiempo es aceptable sin embargo se puede hacer en un tiempo menor realizándolo con mayor concentración
Cortes de 260 x 520 mm	$1,10 \times 0,85 = 0,94$	Esta actividad se realiza en un tiempo óptimo pues si hizo rápidamente y sin pérdidas de tiempo
Descarga de piezas	$1,00 \times 0,75 = 0,75$	Esta descarga debido a la cantidad de piezas se realiza de una forma con movimientos innecesarios
Calibración de máquina para cortes de 400 x 257 mm	$0,22 \times 0,85 = 0,19$	El tiempo es aceptable sin embargo se puede hacer en un tiempo menor realizándolo con mayor concentración
Colocación de piezas	$0,25 \times 0,75 = 0,1875$	Se realiza sin prisas y se podría aumentar la velocidad
Cortes de 400 x 257 mm	$0,74 \times 0,85 = 0,63$	Esta actividad se realiza en un tiempo óptimo pues si hizo rápidamente y sin pérdidas de tiempo
Descarga de piezas	$0,53 \times 0,80 = 0,42$	El tiempo es aceptable sin embargo se puede hacer en un tiempo menor realizándolo con mayor concentración
Transporte a canteado	$1,00 \times 0,7 = 0,70$	Se le da este puntaje debido a que se hacen movimientos innecesarios y se pierde tiempo realizándolo
Lectura de la orden	$0,22 \times 1 = 0,22$	La lectura de la orden se realiza por trabajadores experimentados, lo cual genera que se realice en tiempo optimo
Transporte de cinta tapacantos	$4,60 \times 0,65 = 2,99$	Se le da este puntaje debido a que el operario la labor perdiendo tiempo en la acción
Cambio de cinta tapacantos	$1,52 \times 0,85 = 1,29$	El tiempo es aceptable sin embargo se puede hacer en un tiempo menor realizándolo con mayor concentración
Programación de máquina	$0,13 \times 1 = 0,13$	El tiempo es óptimo debido que se realiza de manera capaz y con experiencia
Canteado	$12,78 \times 0,85 = 10,86$	Se le da este valor debido a que se considera que la operación está bien dirigida pero se podría alcanzar un menor tiempo si se realiza con mayor concentración
Transporte a área de producto terminado	$0,60 \times 0,80 = 0,48$	Aceptable pero se realiza sin prisas y se podría aumentar la velocidad
TOTAL	23,62 minutos	

Fuente: Tablenorte S.A.C.

Después de obtener los tiempos normales es necesario para llegar a obtener el tiempo estándar conocer los porcentajes de suplementos de tiempo que serán considerados según la actividad a realizar. Las adiciones de tiempo por suplemento incluyen compensaciones de tiempo por fatiga, requerimientos de necesidades personales, desgaste esfuerzo mental, fuerza muscular empleada, posición de trabajo del operario, monotonía del trabajo, entre otras. El cálculo del porcentaje de suplementos se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 33. Suplementos de Tiempo

#	Actividades	SUPLEMENTOS (%)											Total %	
		Constantes						Variables						
		NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM		MF
1	Lectura de la orden	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15
2	Transporte de plancha	5	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	15
3	Carga de máquina	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
4	Calibración de máquina	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	0	0	16
5	Cortes de acondicionamiento	5	4	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	15
6	Calibración de máquina para cortes de 260 x 1500 mm	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	0	0	16
7	Colocación de piezas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
8	Cortes de 260 x 1500 mmm	5	4	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	15
9	Descarga de piezas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
10	Calibración de máquina para cortes de 260 x 520 mm	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	0	0	16
11	Limpieza de la máquina	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	Colocación de piezas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
13	Cortes de 260 x 520 mm	5	4	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	15
14	Descarga de piezas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
15	Calibración de máquina para cortes de 400 x 257 mm	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17
16	Colocación de piezas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
17	Cortes de 400 x 257 mm	5	4	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	15
18	Descarga de piezas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
19	Transporte a canteado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
20	Lectura de la orden	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15
21	Transporte de cinta tapacantos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
22	Cambio de cinta tapacantos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
23	Programación de máquina	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
24	Canteado	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
25	Transporte a área de producto terminado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

Fuente: Tablenorte S.A.C.

Elaboración propia

La leyenda de la Tabla anterior se presenta a continuación:

Tabla 34. Leyenda de suplementos

LEYENDA			
NP	Necesidades personales	CA	Calidad del aire
F	Fatiga	TV	Tensión visual
TP	Trabajo de pie	TA	Tensión auditiva
IP	Levantamiento de peso	TM	Tensión mental
PA	Postura anormal	MM	Monotonía mental
IL	Intensidad luminosa	MF	Monotonía física

Fuente: OIT

Ya habiendo obtenido los suplementos del tiempo a adicionar y los tiempos normales valorados a partir del ritmo de trabajo observado es posible ahora hallar el tiempo estándar del proceso de producción por medio de la multiplicación de ambos tiempos. Se puede observar el tiempo estándar en la Tabla N°36.

El tiempo estándar resultante de todo el proceso según los cálculos efectuados es de 26,16 minutos, tiempo máximo de duración total para un pedido de una unidad de plancha de melamina con procesamiento más largo, sin embargo, agrupando el proceso en dos etapas se tendrían los siguientes tiempos:

Tabla 35. Resumen de operaciones con tiempos estándar

Operación	Tiempo estándar
Cortado	7,11 minutos
Canteado	19,05 minutos
Total	26,16 minutos

Fuente: Elaboración propia

Tomando como dato el tiempo estándar del cuello de botella del proceso se pretende determinar el tiempo de producción para un pedido de una unidad del producto seleccionado.

$$19,05 \frac{480 \text{ minutos/día}}{\text{minutos}} = 25 \text{ planchas habilitadas/día}$$

pedido de 1 plancha habilitada

La fórmula indica que con los tiempos estándar resultantes se pueden fabricar 25 planchas de melamina al día, cuando el pedido es de una unidad. Sin embargo, el proceso mayores lotes mayores a la unidad se deberá realizar otro tipo de análisis, dicho análisis se realizará posteriormente en la investigación.

Tabla 36. Tiempo estándar del proceso productivo

#	Actividades	Tiempos normales	% Suplementos	Adición de % suplementario	Tiempo Estándar (minutos)
1	Lectura de la orden	0,33	15	1 + 0,15= 1,15	0,38
2	Transporte de plancha	0,096	15	1 + 0,15= 1,15	0,11
3	Carga de máquina	0,15	13	1 + 0,13= 1,13	0,17
4	Calibración de máquina	0,17	16	1 + 0,16= 1,16	0,19
5	Cortes de acondicionamiento	0,20	15	1 + 0,15= 1,15	0,23
6	Calibración de máquina para cortes de 260 x 1500 mm	0,187	16	1 + 0,16= 1,17	0,21
7	Colocación de piezas	0,1875	13	1 + 0,13= 1,13	0,21
8	Cortes de 260 x 1500 mmm	0,73	15	1 + 0,15= 1,15	0,84
9	Descarga de piezas	0,51	13	1 + 0,13= 1,13	0,54
10	Calibración de máquina para cortes de 260 x 520 mm	0,19	16	1 + 0,16= 1,16	0,23
11	Limpieza de la máquina	0,15	13	1 + 0,13= 1,13	0,17
12	Colocación de piezas	0,25	13	1 + 0,13= 1,13	0,28
13	Cortes de 260 x 520 mm	0,94	15	1 + 0,15= 1,15	1,08
14	Descarga de piezas	0,75	13	1 + 0,13= 1,13	0,85
15	Calibración de máquina para cortes de 400 x 257 mm	0,19	17	1 + 0,16= 1,16	0,22
16	Colocación de piezas	0,1875	13	1 + 0,13= 1,13	0,21
17	Cortes de 400 x 257 mm	0,63	15	1 + 0,15= 1,15	0,72
18	Descarga de piezas	0,42	13	1 + 0,13= 1,13	0,47
19	Transporte a canteado	1,00	11	1 + 0,11= 1,11	1,11
20	Lectura de la orden	0,22	15	1 + 0,15= 1,15	0,25
21	Transporte de cinta tapacantos	2,99	11	1 + 0,11= 1,11	3,19
22	Cambio de cinta tapacantos	1,29	11	1 + 0,11= 1,11	1,43
23	Programación de máquina	0,13	11	1 + 0,11= 1,11	0,14
24	Canteado	10,86	13	1 + 0,13= 1,13	12,27
25	Transporte a área de producto terminado	0,60	11	1 + 0,11= 1,11	0,66
TOTAL					25,78 minutos

Fuente: Tablenorte S.A.C.

Elaboración propia

- Se presenta a continuación el cursograma analítico del proceso de habilitación de melamina con tiempos estándar a partir del producto que posee más tiempo invertido para su procesamiento.

Tiempos estándar del proceso de Habilitación de melamina		Actual	
RESUMEN	#	Tiempo	
Operaciones	19	20,46	
Transporte	2	5,07	
Controles	3	0,63	
Esperas	0	0,00	
TOTAL	24	26,16	

Descripción Actividades	Trp.	Op.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (s)
Simbología	⇒	○	□	D	▽	
1 Lectura de la orden			□	D	▽	0,38
2 Transporte de plancha	⇒		□			0,11
3 Carga de máquina		○				0,17
4 Calibración de máquina		○				0,19
5 Cortes de acondicionamiento		○				0,23
6 Calibración de máquina para cortes de 260 * 1500 mm		○				0,21
7 Colocación de piezas		○				0,21
8 Cortes de 260 * 1500 mmm		○				0,84
9 Descarga de piezas		○				0,54
10 Calibración de máquina para cortes de 260 * 520 mm		○				0,23
11 Limpieza de la máquina		○				0,17
12 Colocación de piezas		○				0,28
13 Cortes de 260 * 520 mm		○				1,08
14 Descarga de piezas		○				0,85
15 Calibración de máquina para cortes de 400 * 257 mm		○				0,22
16 Colocación de piezas		○				0,21
17 Cortes de 400 * 257 mm		○				0,72
18 Descarga de piezas		○				0,47
19 Transporte a canteado	⇒					1,11
20 Lectura de la orden			□			0,25
21 Transporte de cinta tapacantos	⇒					3,19
22 Cambio de cinta tapacantos		○				1,43
23 Programación de máquina		○				0,14
24 Canteado		○				12,27
25 Transporte a área de producto terminado	⇒					0,66
TOTAL						26,16

Figura 23. Cursograma analítico con tiempos estándar

Fuente: Elaboración propia

3.4.3.3 PROPUESTA N°2: DISPOSICIÓN EN FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

En el proceso productivo se tiene una etapa cuello de botella la cual es la etapa de canteado con una duración de 19,05 minutos cuando se realiza un pedido por una unidad. Como ya se ha mencionado anteriormente en la investigación, esta etapa consta de actividades productivas como operaciones e inspecciones y también improductivas como los transportes, se sabe también que la operación desarrollada por la máquina canteadora es la que mayor impacto tiene en la etapa cuello, esta operación se realiza en conjunto con operarios lo cual la hace susceptible en ser mejorada incrementando su productividad mejorando así el cuello de botella.

Para lograr mejorar los tiempos de producción es necesario gestionar el cuello de botella y como ya se mencionó anteriormente esto es posible puesto que la etapa cuello de botella consta de actividades improductivas como transportes que pueden ser reducidas o eliminadas y la operación que mayor impacto tiene el cuello de botella es una operación con maquinaria y operarios que puede ser mejorada con distintos métodos.

A) Diagrama Operación – Tiempo (OT)

Habiendo obtenido los tiempos estándar de las operaciones del proceso de producción se empleará la herramienta gráfica, diagrama OT la cual permite visualizar los tiempos de espera que tiene el proceso debido a la operación cuello de botella, así como la acumulación de trabajo en proceso existente además del lead time del sistema por lotes, para así plantear una mejora que reduzca el indicador de tiempo entrega que afecta en el nivel de servicio.

Se empleará lotes de 5 unidades para el análisis por razones de facilidad de cálculo y de ser el número de unidades más solicitadas en un pedido. En el proceso productivo se tiene dos máquinas cortadoras, pero para facilidad de análisis se tomará en cuenta solo una de ellas, además de que cada máquina de corte se utiliza para el cumplimiento de un pedido diferente. Como se mencionó anteriormente en la investigación en las etapas del proceso existen actividades cuyos tiempos por ser realizadas una sola vez por pedido, razón por la cual serán adicionadas sin ser multiplicadas por el número de unidades de pedido. Estas actividades se presentan a continuación:

Tabla 37. Lista de actividades realizadas una sola vez por pedido

Actividades realizadas solo una vez por pedido		
Actividades	Operación	Tiempo de duración
Lectura de la orden de corte	Cortado	0,38 minutos
Transporte del pedido al área de canteado	Canteado	1,11 minutos
Lectura de la orden de canteado	Canteado	0,25 minutos
Transporte de cinta tapacantos	Canteado	3,19 minutos
Cambio de cinta tapacantos	Canteado	1,43 minutos
Programación de máquina	Canteado	0,14 minutos
Transporte del pedido terminado	Canteado	0,66 minutos

Fuente: Elaboración propia

Se muestra ahora el lead time correspondiente a cada etapa:

$$\text{Lead Time de etapa de cortado} = (6,73 * 5) + 0,38$$

$$\text{Lead time de etapa de cortado} = 34,03 \text{ minutos}$$

$$\text{Lead Time etapa de canteado} = (12,27 * 5) + 1,11 + 0,25 + 3,19 + 1,43 + 0,14 + 0,66$$

$$\text{Lead time de etapa de canteado} = 68,13 \text{ minutos}$$

Se presenta a continuación la representación del Diagrama Operación – tiempo (OT) de la situación mostrada:

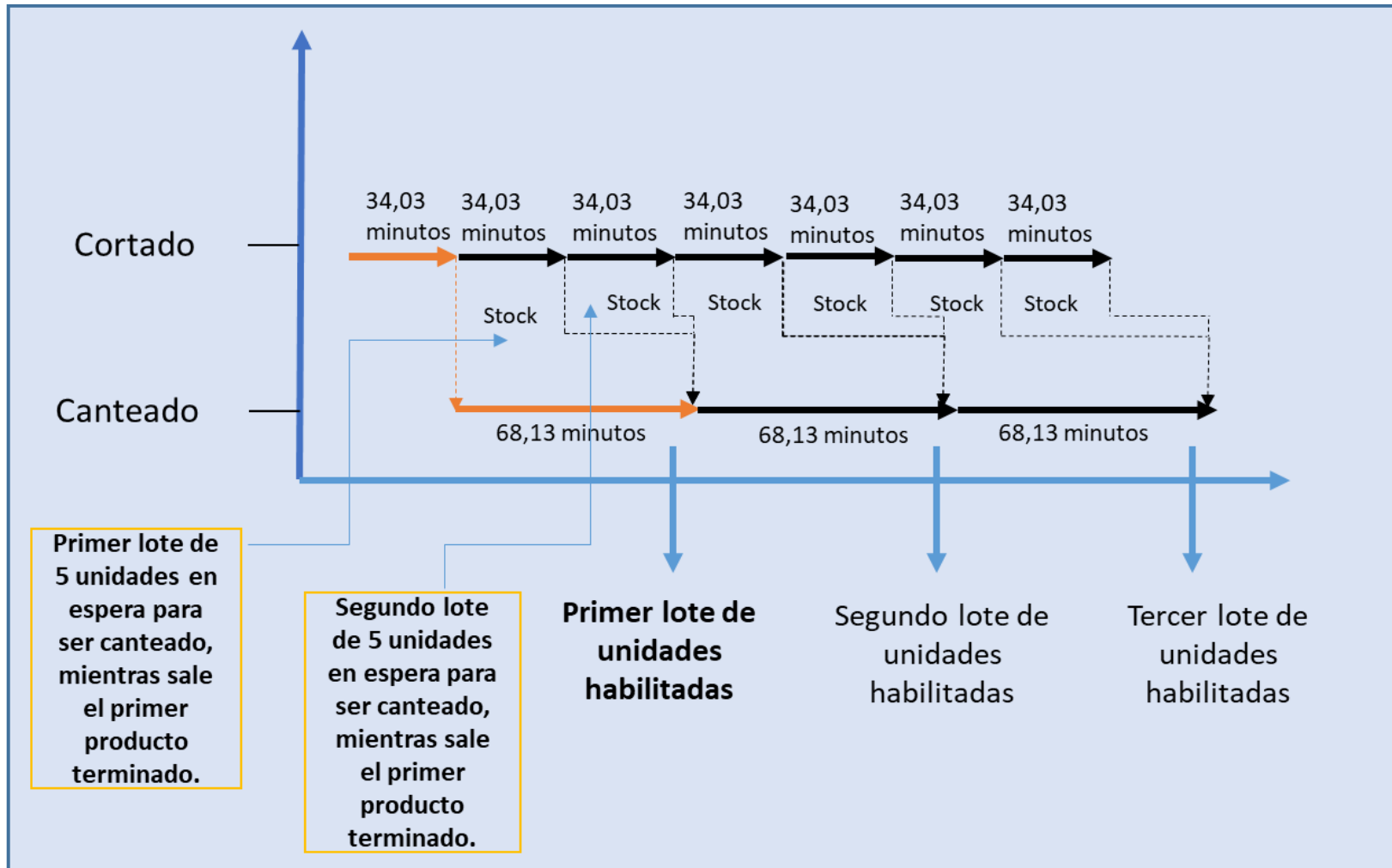


Figura 24. Diagrama Operación – Tiempo (OT) del proceso de habilitación de melamina

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran indicadores obtenidos a partir del diagrama OT mostrado anteriormente.

Tabla 38: Indicadores de diagrama con tiempo estándar

INDICADORES DIAGRAMA OT CON TIEMPOS ESTÁNDAR					
Tiempo de espera		Productividad lotes/hora		Lead Time de tres Lotes de 5 unidades	
Cortado	Cantado	Cortado	Cantado	Cortado	Cantado
34,10 minutos	-	1.75 lotes/hora	0.88 lotes/hora	96,24 minutos	238,42 minutos

Fuente: Elaboración Propia

Según los indicadores mostrados en el cuadro anterior se interpreta lo siguiente:

- El cortado presenta un tiempo de espera de 34,10 minutos esto debido a que cuando se realiza la operación de cantado existen en espera lotes de producto cortado esperando a ser procesados.
- La productividad de la operación del cantado de 0,88 lotes/hora con respecto al cortado de 1,75 lotes/hora es relativamente baja, pues aproximadamente la operación de cortado produce un lote más por hora que la de cantado, afectando esto a la productividad de todo el proceso productivo.
- Así también se observa que el lead time para el cumplimiento de un pedido de 3 lotes de cinco unidades para la operación de cortado es de 102,40 minutos mientras que para la de cantado de 238,42 minutos; siendo este último tiempo el lead time real del proceso de producción de la empresa en estudio.

Se cree conveniente mostrar la representación del diagrama Operación – Tiempo (OT) con tiempos acumulados, para una mejor representación en una jornada laboral.

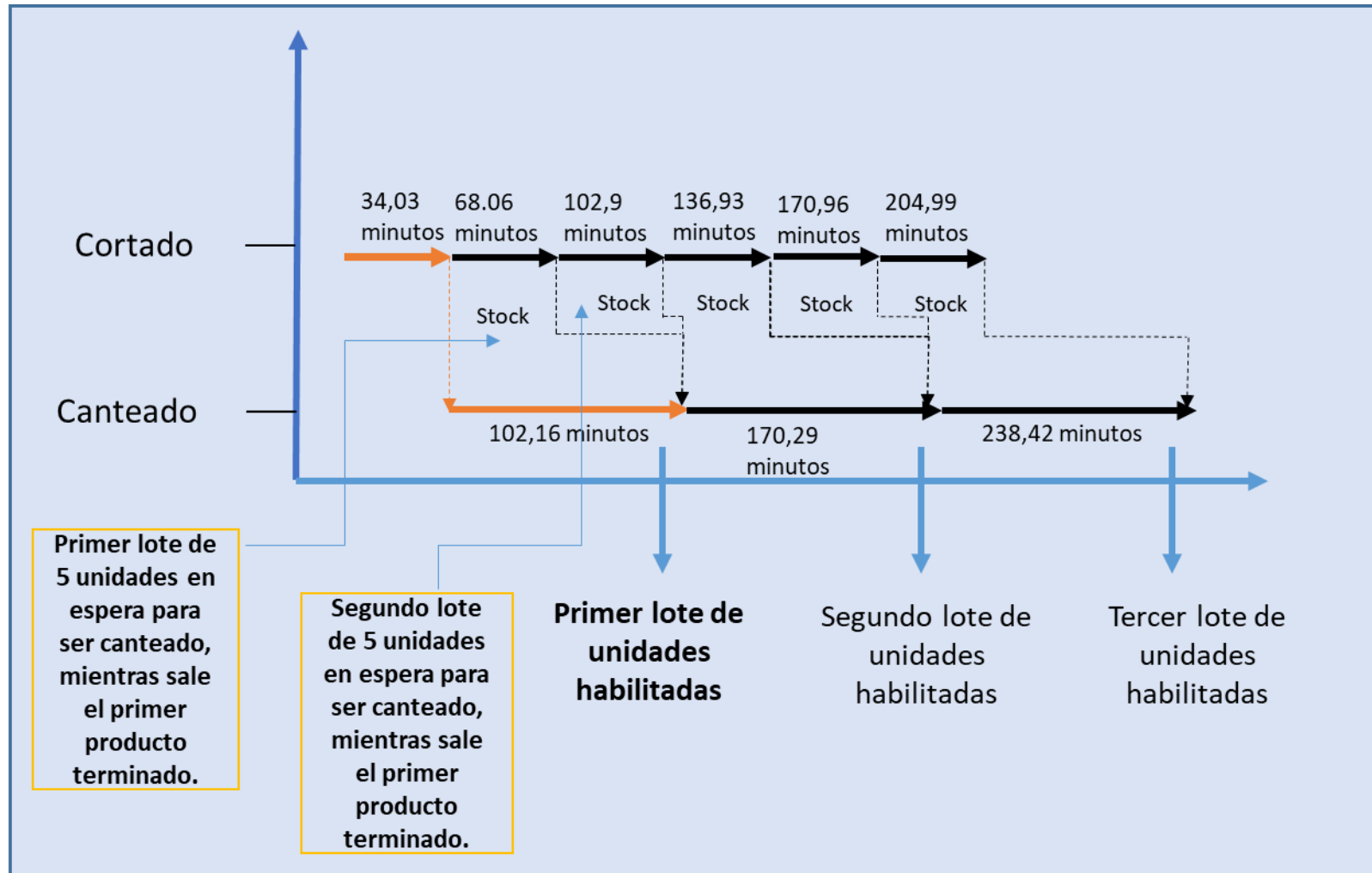


Figura 25. Diagrama Operación – Tiempo (OT) del proceso de habilitación de melamina con tiempos acumulados

Fuente: Elaboración propia

Del presente diagrama se puede interpretar lo siguiente:

- Lead time del proceso: Según el gráfico realizado se puede decir que para la **producción de un primer lote de 5 planchas de melamina habilitada es necesario un tiempo de 102,16 minutos, acumulando el tiempo de cortado y canteado**. Asimismo, para la producción 3 lotes de 5 unidades se obtuvo un lead time total 238,42 minutos.

Stock en proceso: El proceso al tener tiempos de ciclo distintos en cada operación presenta stock en proceso, esto se puede evidenciar fácilmente comparando los tiempos de operación de cada uno para un lote de 5 unidades, donde el cortado presenta un tiempo de 34,03 minutos, mientras que la operación de canteado un tiempo de 68,13 minutos, siendo este último más del doble de la primera operación, permitiendo **al cortado obtener 2 productos de 5 unidades cada uno mientras el primer canteado finaliza**. Asimismo, la fórmula de stock en proceso nos indica:

$$WIP = 5 \times \left[1 - \frac{1}{19,05} \times (7,11 - \frac{1}{1} \times (26,16)) \right]$$

$$WIP = 10 \text{ unidades}$$

- Según el cálculo se tiene en proceso 10 unidades que se traducen en dos lotes espera de ser canteados, se refleja lo mencionado en diagrama OT pues cuando se está produciendo el primer lote ya existen dos en espera a ser procesados.
- Como se mencionó antes de empezar el análisis, el proceso productivo cuenta con dos **máquinas de corte por lo que el stock en proceso será el doble del hallado, es decir 20 unidades de planchas de melamina en espera a habilitar o 4 lotes de 5 unidades en espera por ser procesadas en un primer momento**.

B) Gestión del cuello de botella para mejorar el flujo en el proceso e incrementar la producción:

Según se ha podido evidenciar la operación de cortado no influye directamente en la producción total del proceso productivo, esto debido a que el tiempo empleado en la operación es menor al

tiempo de canteado, siendo este último el tiempo que rige la producción. Es por ello que para incrementar la producción y por consiguiente el nivel de servicio es necesario gestionar el cuello de botella reduciendo el tiempo de ciclo del mismo. Para lograrlo se seguirán principios de la teoría de restricciones

1. **Identificar el cuello de botella:** Según los tiempos estándar obtenidos, el cuello de botella del proceso es **la operación de canteado con un tiempo estándar de operación por procesamiento de una unidad de 19,05 minutos**. Una vez identificada la operación que consume más tiempo se centrará la mejora en esa operación pues cualquier mejora del proceso en operaciones no cuello de botella es solo un espejismo.
2. **Explotar la restricción:** Se buscará obtener la máxima eficiencia de la operación de canteado, utilizando si cabe personal y otros recursos disponibles, para apoyar al cuello de botella, en efecto con ello podrá ocurrir que reduzca la productividad de la etapa de cortado, pero la producción del cuello de botella aumentará incrementando así también la producción general de todo el proceso. Para realizar este último paso se necesitará analizar el proceso productivo y los recursos que emplea en cada operación.

Tabla 39. Recursos de las operaciones del proceso productivo

Maquinarias de operaciones	Personal empleado
Máquina cortadora 1	2 Operarios
Máquina cortadora 2	2 Operarios
Máquina de canteo	2 Operarios
TOTAL	6 Operarios

Fuente: Elaboración propia

Por medio de la tabla anterior se puede observar que se tienen 2 máquinas de corte con 2 operarios para cada una (**operación de corte**) y 1a máquina de canteado con 2 operarios para la misma (**operación de canteado**), **siendo esta última la cual pertenece a la operación cuello de botella**. La situación grafica la desigualdad de recursos por etapa, lo cual otorga mayor capacidad para la operación no condicionante, y para gestionar el cuello de botella es necesario igualar los recursos y si eso no es suficiente otorgar recursos de la operación con








tiempo excedente a la operación cuello de botella, por la razón de que esta última debe igualar en capacidad a la otra operación.

Como primera acción propuesta para la gestión del cuello de botella es necesario que la planta opere con 1 máquina de corte y 1 máquina de canteado, mejorando así el balance de capacidad, por ello es necesario que los operarios de la máquina de corte extra sean reubicados en otras funciones como limpieza y otras labores que requieran asistencia en la planta.

Sin embargo, aun teniendo recursos iguales para cada operación al comparar el tiempo de las operaciones estas siguen siendo desiguales. Por ello se propone analizar e identificar las actividades de la operación condicionante en las cuales se puede agregar personal para disminuir el tiempo operación, donde lo más factible sería quitar recursos en el cortado y otorgárselos al canteado, incrementando tiempo en la operación no condicionante y disminuyendo en la operación cuello de botella, lo cual conduce a un incremento de producción con la mejora del tiempo de ciclo marcado por el cuello de botella.

Se analiza las actividades del cuello de botella con sus respectivos tiempos estándar a continuación:

Tabla 40. Actividades de la operación de canteado

Actividades de la operación de canteado	Simbología	Tiempo (min)
Transporte a canteado		1,11
Lectura de la orden		0,25
Transporte de cinta tapacantos		3,19
Cambio de cinta tapacantos		1,43
Programación de máquina		0,14
Canteado		12,27
Transporte a área de producto terminado		0,66
TOTAL		19,05

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar según la Tabla presentada anteriormente que existen actividades improductivas que no agregan valor al proceso y aumentan el tiempo de la actividad de canteado pues ocupan el tiempo de trabajo de los operarios encargados de la operación cuello de botella,

estas actividades son: transporte a canteado, transporte de cinta tapacantos y el transporte al área de producto terminado.

Si alguna de las actividades que no generan valor anteriormente mencionadas, estuvieran realizadas por un personal diferente a los 2 operarios fijos pertenecientes a la operación de canteado se reduciría el tiempo de la operación cuello de botella y asimismo el tiempo de ciclo total, pues según la teoría de restricciones cada minuto ahorrado en el cuello de botella es un minuto que se ahorra en la producción.

Teniendo en cuenta la secuencia de actividades se pretende asignar a los operarios de la etapa de cortado **la actividad de transporte de material desde el área de corte al área de canteado**, dicha actividad al ser un transporte no agrega valor al producto, sin embargo, consume tiempo en el cuello de botella, al ser realizada por otro personal diferente al de canteado se recortaría el tiempo operación en este, sin embargo el tiempo de operación de la etapa de corte incrementaría no obstante esto no afectaría al proceso pues su tiempo de operación seguiría siendo menor al del cuello de botella.

Para un mejor entendimiento se muestra en la siguiente tabla las actividades de la etapa de corte con sus respectivos tiempos estándar incluyendo la actividad de transporte del material cortado hacia el área de canteado asignada a esa etapa.

		Actual	
Tiempos estándar de la etapa de cortado con transporte adicional			
RESUMEN		#	Tiempo
○	Operaciones	16	6,62
→	Transporte	2	1,22
□	Controles	1	0,38
D	Esperas	0	0,00
TOTAL		19	8,22

Descripción Actividades	Trp.	Op.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (s)
Simbología	→	○	□	D	▽	
1 Lectura de la orden			□			0,38
2 Transporte de plancha	→					0,11
3 Carga de máquina		○				0,17
4 Calibración de máquina		○				0,19
5 Cortes de acondicionamiento		○				0,23
6 Calibración de máquina para cortes de 260 * 1500 mm		○				0,21
7 Colocación de piezas		○				0,21
8 Cortes de 260 * 1500 mmm		○				0,84
9 Descarga de piezas		○				0,54
10 Calibración de máquina para cortes de 260 * 520 mm		○				0,23
11 Limpieza de la máquina		○				0,17
12 Colocación de piezas		○				0,28
13 Cortes de 260 * 520 mm		○				1,08
14 Descarga de piezas		○				0,85
15 Calibración de máquina para cortes de 400 * 257 mm		○				0,22
16 Colocación de piezas		○				0,21
17 Cortes de 400 * 257 mm		○				0,72
18 Descarga de piezas		○				0,47
19 Transporte a canteado	→					1,11
TOTAL						8,22

Figura 26. Cursograma analítico de actividades de la etapa de corte

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior la etapa de cortado al asignarle la actividad de transporte de material a cortado aumenta su tiempo a 7,83 minutos, gracias a ello la etapa de canteado reducirá su tiempo de operación. Los nuevos tiempos se muestran a continuación.

Tabla 41. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso

OPERACIONES DEL PROCESO	TIEMPO (MIN)
Cortado	8,22
Canteado	17,94
TOTAL	26,16
DIFERENCIA ENTRE OPERACIONES	9,72

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla anterior se puede observar que la operación de canteado disminuye de 19,05 minutos a 17,94 minutos mientras que la operación de cortado aumentó su tiempo de 7,11 minutos a 8,22 minutos al realizar la actividad de transportes de la operación de canteado. Mediante la nueva disposición propuesta se reduce el tiempo de ciclo de la operación pues el cuello de botella se reduce a expensas de aumentar en otra operación, esto ocasiona también una reducción en la productividad de la etapa de cortado sin embargo incrementa la productividad del cuello de botella y por consiguiente de todo el proceso productivo.

Para continuar con la mejora para lograr o acercarse al flujo continuo del proceso y la reducción de tiempos se analizará el hombre máquina de la etapa de canteado, ahora adecuado con los tiempos estándar del proceso.

Tabla 42. Hombre Máquina Canteadora con tiempos estándar

Tiempo (min)	Operario	Canteadora	Ayudante
0,25	Lectura de orden	Tiempo muerto	Tiempo ocioso
3,19	Transporte de tapacantos		
1,43	Cambio de cinta tapacantos		Revisión de maquinaria
0,14	Programación de maquinaria		Alistar mesa de recojo
5,03	Carga de melamina cortada	Canteado	Inspección y acomodo
1,3	Recojo de piezas en las que se solicitan 2° canteado	Tiempo muerto	Acomodo
3,20	Carga de melamina para segundo canteado	Canteado	Inspección y acomodo
1,00	Recojo de piezas en las que se solicitan 3° canteado	Tiempo muerto	Acomodo
1,23	Carga de melamina para tercer canteado	Canteado	Inspección y acomodo
0,51	T. ocioso	Tiempo muerto	Acomodo

Fuente: Elaboración propia

Las actividades comprendidas desde carga de melamina hasta el acomodo final efectuado por el asistente, son pertenecientes a la actividad de canteado la cual por medio del cálculo de tiempo estándar dio como resultado 12,27 minutos. Se muestran los indicadores:

Tabla 43. Resumen Hombre – Máquina Canteadora

Indicadores	Operario (min)	Máquina (min)	Ayudante (min)
Tiempo productivo	16,77	9,46	13,84
Tiempo improductivo	0,51	7,82	3,44
% de utilización	97%	54,75%	80,09%

Fuente: Elaboración propia

Con la información anterior es posible concluir que la máquina de canteo posee una eficiencia de 54,72% ligeramente inferior a la obtenida en un primer momento por los tiempos promedio la cual fue de 58,62%. Esto debido a que se mantiene la forma de realización donde el personal encargado del abastecimiento deja de realizar esta función para realizar la actividad de recojo de piezas y la actividad de transporte de tapacantos ha incrementado su tiempo debido a la nueva distribución realizada en favor de evitar un cruce de áreas que detenga la operación.

Se puede concluir según el diagrama Hombre – máquina que los tiempos muertos en la ejecución de la operación con la maquinaria se da en dos actividades el transporte de tapacantos y en el recojo de las piezas para hacerlas ingresar nuevamente a ella, este reingreso se da dos veces en la operación. Se plantea que la operación cuello de botella puede llegar a ser más eficiente si es trabajada con un asistente extra. Este último operario puede ser de una de las máquinas de cortado, pues habiendo dos de estas y no ser el cortado una operación condicionante solo aumenta el trabajo en proceso. A continuación, se desarrolla el diagrama correspondiente:

Tabla 44. Hombre máquina con 3 trabajadores

Tiempo (min)	Operario	Tiempo (min)	Máquina Canteadora	Tiempo (min)	Ayudante 1	Tiempo (min)	Ayudante 2
0,25	Lectura de orden	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	-
3,19	Transporte de tapacantos	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	-
1,43	Cambio de cinta tapacantos	Tiempo muerto	-	1,43	Revisión de maquinaria	0,14	Alistar mesa de recojo
0,14	Programación de maquina	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	-
5,03	Carga de melamina cortada	5,03	Canteado	5,03	Inspección y recepción	Tiempo muerto	-
3,20	Carga de melamina para segundo canteado	3,20	Canteado	3,20	Inspección y acomodo	1,30	Recojo de piezas que necesitan 2° canteado
1,23	Carga de melamina para tercer canteado	1,23	Canteado	-	Tiempo muerto	1,00	Recojo de piezas que necesitan 3° canteado
-	Tiempo muerto	-	Tiempo muerto	0,51	Acomodo	1,23	Inspección y acomodo
						-	Tiempo muerto

Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama Hombre – Máquina presentado con tres trabajadores, el tiempo de la etapa total es de 14,98 minutos lo cual en comparación a su valor anterior de 17,28 minutos se evidencia una mejora de 2,3 minutos, mejorando así también el tiempo de ciclo del proceso. Se muestran los siguientes indicadores:

Tabla 45. Resumen Hombre – Máquina Canteadora

Indicadores	Operario (min)	Máquina (min)	Ayudante (min)	Ayudante 2 (min)
Tiempo productivo	14,47	9,46	10,17	3,67
Tiempo improductivo	0,51	5,52	4,81	11,31
% de utilización	98,7%	63,15%	67,89%	24,50%

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores reflejan que la utilización de la máquina canteadora se ha incrementado hasta 63,15% esto debido a que se ha colocado un ayudante extra en la operación haciendo que el único tiempo que muerto no necesario que afecta a la utilización de la máquina es el transporte de cinta tapacantos.

Sintetizando hasta el momento se han realizado dos mejoras en la operación condicionante con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo, la primera fue adjudicar la operación de transporte de material al personal de corte con la finalidad de deshacerse del tiempo que toma realizar esta actividad. La segunda mejora desarrollada fue la adición de un personal extra proveniente de una de las máquinas de corte hacia la etapa de canteado para que de este modo se reduzcan tiempos de operación. Con las mejoras efectuadas se tiene los siguientes tiempos de actividades en la operación condicionante:

Tabla 46. Actividades de la operación de canteado

Actividades de la operación de canteado	Simbología	Tiempo (min)
Lectura de la orden	□	0,25
Transporte de cinta tapacantos	⇒	3,19
Cambio de cinta tapacantos	○	1,43
Programación de máquina	○	0,14
Canteado	○	9,97
Transporte a área de producto terminado	⇒	0,66
TOTAL		15,64

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los tiempos del proceso cambian de la siguiente manera:

Tabla 47. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso

OPERACIONES DEL PROCESO	TIEMPO (MIN)
Cortado	8,22
Cantado	15,64
TOTAL	23,86
DIFERENCIA ENTRE OPERACIONES	7,42

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el tiempo de ciclo del proceso ha pasado de ser de 19,05 minutos a 15,64 minutos, **reduciendo 3,41 minutos al cuello de botella**, sin embargo, aún no se puede establecer un flujo continuo por la diferencia de tiempos con respecto a la otra operación, siendo el flujo continuo esencial para la gestión del cuello de botella. Asimismo, se debe destacar que la operación que incrementa su tiempo según las unidades del lote es la operación realizada por la máquina cantadora que ahora posee un tiempo de 9,97 minutos cercanos a los 8,22 de la etapa de corte.

La actividad que no genera valor y mayor tiempo consume es la de transporte de cinta tapacantos, esta se da debido a que cada pedido solicita un tipo de cinta diferente para ser adherida a la melamina cortada y el operario encargado de la operación de cantado debe ir hasta la oficina de ventas y solicitar el insumo para la producción. El recorrido que realiza el operario consume 3,19 minutos, los cuales afectan a todo el sistema pues es una actividad perteneciente a la operación cuello de botella.

Para poder eliminar la actividad de transporte se ha creído conveniente modificar el método de trabajo que se usa actualmente en la empresa. El método a modificar funciona de la siguiente manera:

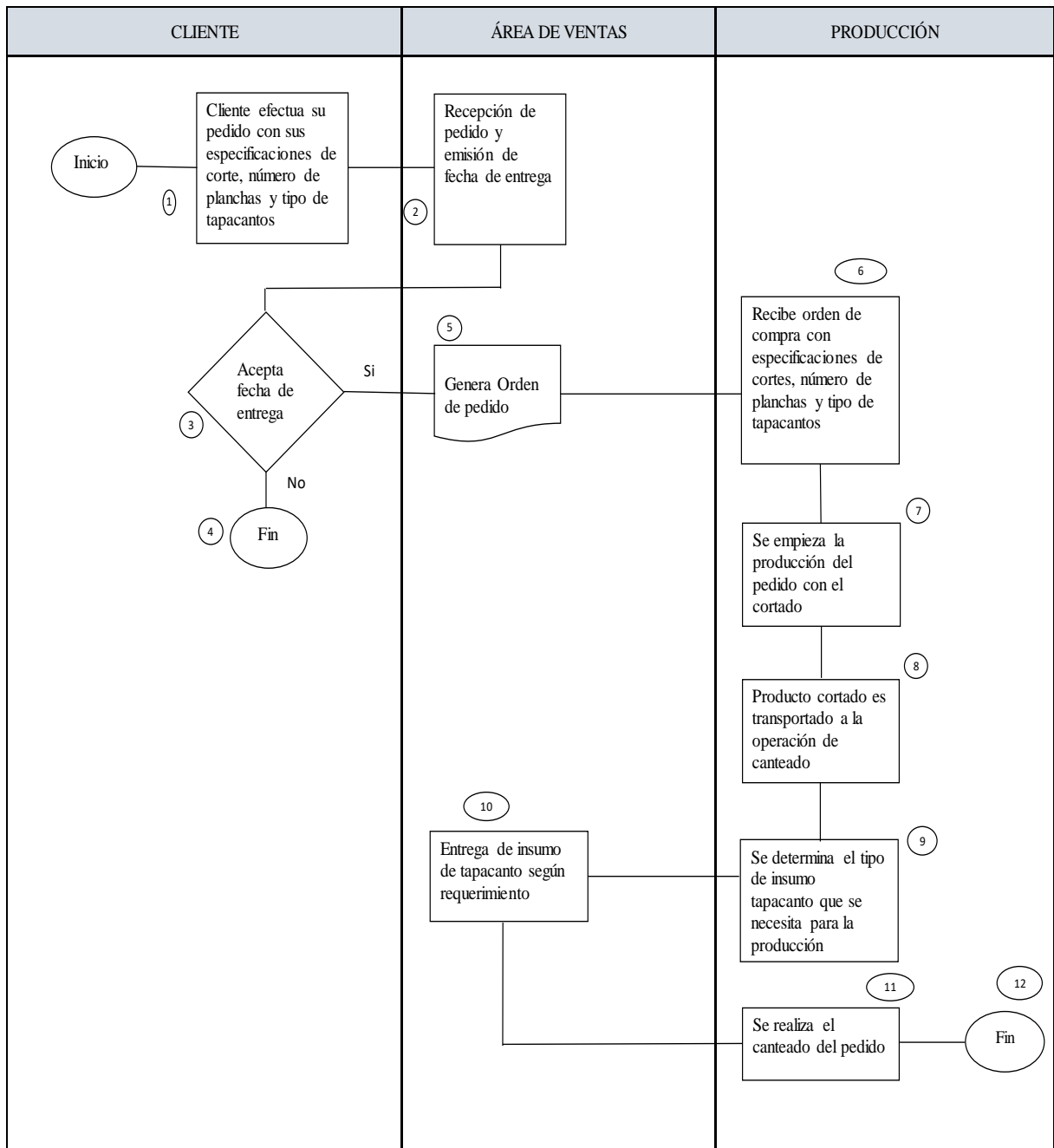


Figura 27. Proceso de atención de pedidos en la empresa Tablenorte S.A.C

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver el proceso de atención de pedido empieza con el requerimiento que realiza el cliente, el cual indica las diferentes especificaciones como el número planchas a habilitar, el número de cortes y el tipo de tapacantos para su producto. Esta solicitud es generada en el área de ventas de la empresa, la cual otorga una fecha al cliente para la entrega de su pedido, si el cliente acepta se genera una orden de pedido la cual es enviada al área de producción.

En el área de producción se recibe el pedido y se empieza con el cortado, sin embargo, para el término de su elaboración se necesita el insumo de tapacantos el cual debe ser solicitado al área de ventas, esta última acción es la que genera retrasos de 3,19 minutos y la cual se pretende desaparecer cambiando el método expuesto. **Se propone que en el nuevo método de atención de pedido sea la propia área de ventas quien se encargue de otorgar los insumos al área de producción después de haber generado el pedido por el cliente con sus respectivos requerimientos, eliminando de esta manera la actividad de transporte que tiene que realizar el personal de la etapa de canteado. Esta mejora reducirá el tiempo de ciclo del proceso. Se representa el nuevo proceso de atención de pedidos en la figura siguiente:**

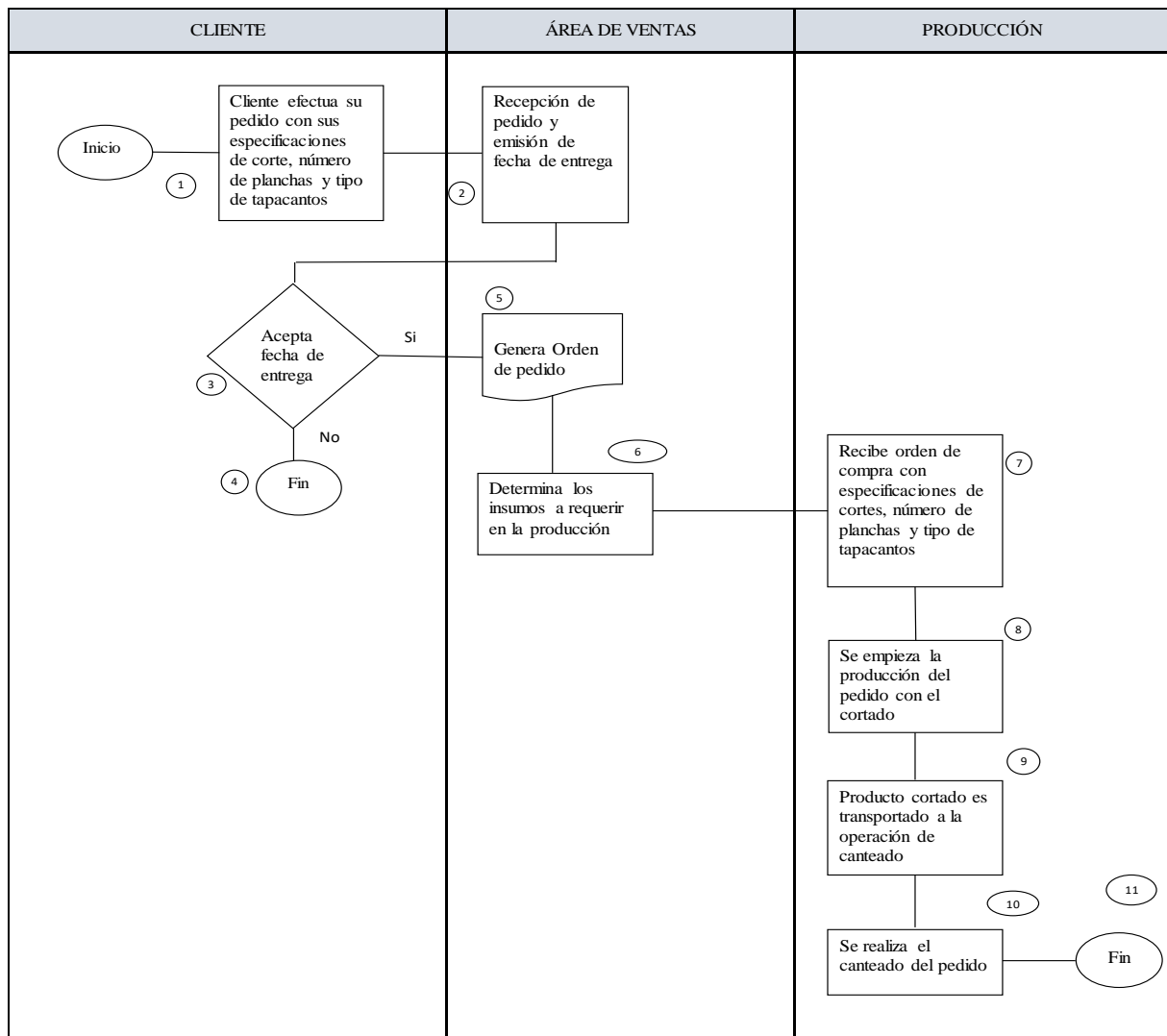


Figura 28. Mejora del proceso de atención de pedidos en la empresa Tablenorte S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Con la mejora realizada anteriormente se ha eliminado la actividad de transporte de cinta tapacantos la cual como se mencionó anteriormente consumía 3,19 minutos, acortando de esta forma el tiempo de ciclo de la operación condicionante, así como también de todo el proceso. Se presenta a continuación la siguiente Tabla con los nuevos tiempos de las etapas de producción de melamina habilitada.

Tabla 48. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso

OPERACIONES DEL PROCESO	TIEMPO (MIN)
Cortado	8,22
Canteado	12,45
TOTAL	20,67
DIFERENCIA ENTRE OPERACIONES	4,23

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla anterior a causa de las mejoras realizadas el tiempo de operación de etapa de canteado el cual es el cuello de botella del proceso de habilitación de melamina se ha reducido de 19,05 minutos de un primer momento hasta 12,45 minutos, la tabla anterior también muestra que la diferencia entre las operaciones también ha disminuido hasta ser de solo 4,62 minutos, sin embargo a pesar de que la diferencia se ha acortado aumentando con los recursos la eficiencia del proceso aun no es posible realizar un flujo continuo del proceso.

3. **Subordinar la actividad de todos los recursos del sistema a la que puede desarrollar el recurso condicionante.**

El siguiente paso indica que el ritmo de producción debe marcarlo la actividad cuello, pues este es el tambor de producción [20] esto quiere decir que el proceso debe de estar orientado al flujo continuo, es decir las etapas de canteado y cortado deben tener el mismo tiempo de ciclo evitando de cualquier forma la aparición de sobreproducción. Sin embargo, esto también indica que la operación cuello de botella no puede quedar desabastecida por los demás recursos como insumos y demás pues esta circunstancia implicaría que su tiempo de ciclo incrementa cortando el flujo continuo.

La teoría de restricciones indica que los controles de calidad deben realizarse antes de que el producto ingrese al cuello de botella, pues las paras en este incrementarían el tiempo de ciclo del proceso. Por ello se ha estimado desarrollar un control de calidad al

final de la etapa de cortado, dicho control de calidad además incrementaría el tiempo de ciclo favoreciendo con ello al flujo continuo del proceso productivo.

Según la bibliografía [29] consultada un control de calidad como inspección visual tarda 4 minutos por producto fabricado, sin embargo, se ha tomado este dato para aplicarlo en los pedidos de planchas de melamina cortado que se desean obtener. Se tendría que por cada lote de melamina habilitada se realiza una inspección visual de 4 minutos, al llevarlo a unidades se tiene lo siguiente:

$$T. estimado = \frac{4 \text{ minutos}}{\text{lote}} * \frac{\text{lote}}{5 \text{ unidades}}$$

$$T. estimado = \frac{0,8 \text{ minutos}}{5 \text{ unidades}}$$

El tiempo anterior obtenido se sumaría al tiempo de cortado modificando los tiempos de operación del mismo y teniendo lo siguiente:

Tabla 49. Cambio de tiempos en las operaciones del proceso

OPERACIONES DEL PROCESO	TIEMPO (MIN)
Cortado	9,02
Canteado	12,45
TOTAL	21,47
DIFERENCIA ENTRE OPERACIONES	3,43

Fuente: Elaboración propia

Con los tiempos resultantes después de añadir el control de calidad en la etapa de cortado es evidente una reducción sustancial del tiempo de espera por medio de la metodología aplicada, la cual redujo la diferencia de estos tiempos de 11,94 minutos en la estandarización hasta 3,82 minutos, anulando prácticamente los efectos de discontinuidad provocados por el cuello de botella permitiendo un flujo continuo del producto. Se demuestra la mejora ahora en pedidos de 5 unidades, así tenemos:

$$\text{Lead Time de etapa de cortado} = (8,64 * 5) + 0,38$$

$$\text{Lead time de etapa de cortado} = 43,58 \text{ minutos}$$

$$\text{Lead Time de etapa de canteado} = (9,97 * 5) + 0,25 + 1,43 + 0,14 + 0,66$$

$$\text{Lead time de etapa de canteado} = 52,33 \text{ minutos}$$

A continuación, se muestran indicadores obtenidos a partir del diagrama OT mostrado en la siguiente página en la Figura 29, los cuales incluyen los últimos tiempos obtenidos.

Tabla 50. Indicadores de diagrama OT del proceso con tiempo estándar

INDICADORES DIAGRAMA OT CON TIEMPOS ESTÁNDAR					
Tiempo de espera		Productividad lotes/hora		Lead Time De 4 Lotes de 5 unidades	
Cortado	Canteado	Cortado	Canteado	Cortado	Canteado
8,75	-	1,38	1,15	217,9	252,70
minutos		lotes/hora	lotes/hora	minutos	minutos

Fuente: Elaboración propia

Según los indicadores mostrados en el cuadro anterior se interpreta lo siguiente:

- **El cortado presenta un tiempo de espera de 8,75 minutos** por la razón que la operación de cortado en relación a la situación anterior ha aumentado sus tiempos acercándose a la operación cuello de botella haciendo que la espera sea menor, comparando con la situación inicial en la que la espera es de 34,10 minutos esta representa una mejora de 25,35 minutos debido a la metodología empleada.
- La productividad de la operación de cortado se ve disminuida en relación a la situación anterior donde esta poseía una productividad 1,75 lotes/hora teniendo en la situación propuesta un valor de 1.38 lotes/hora esto es porque sus tiempos han aumentado, pero sin afectar la productividad del proceso productivo. Caso contrario ocurre con la productividad del canteado la cual su valor anterior fue de 0,88 lotes/hora y ahora se ha incrementado en 1,15 lotes/hora, siendo esta la productividad de todo el sistema.
- Al ser la diferencia de tiempos entre operaciones mínima, **de 8,75 minutos por lote**, se estima que no debería de existir stock en proceso. Se muestra en la siguiente figura:

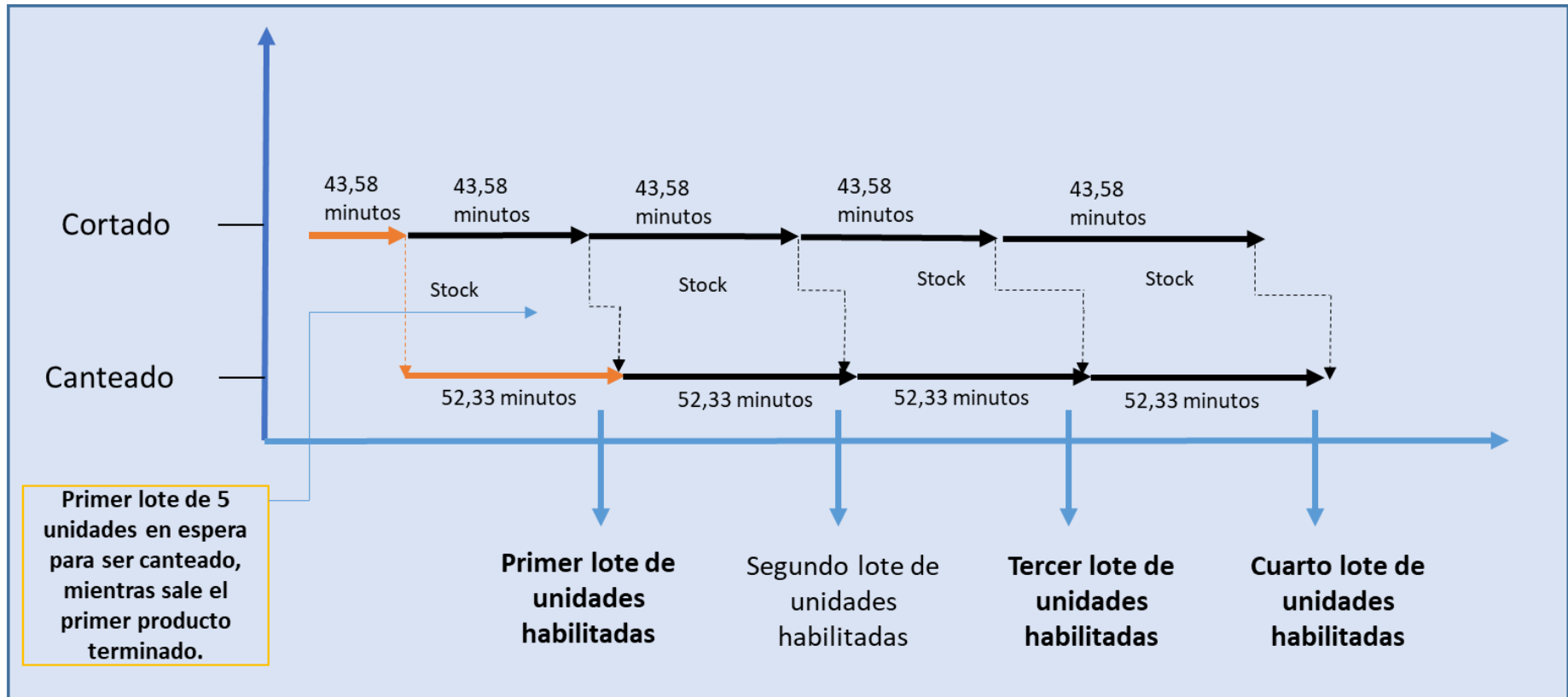


Figura 29. Diagrama Operación – Tiempo (OT) de proceso en flujo continuo

Fuente: Elaboración propia

Se cree conveniente agregar un diagrama OT adicional con tiempos acumulados para así observar de mejor manera el lead time del proceso mejorado, se muestra la figura a continuación:

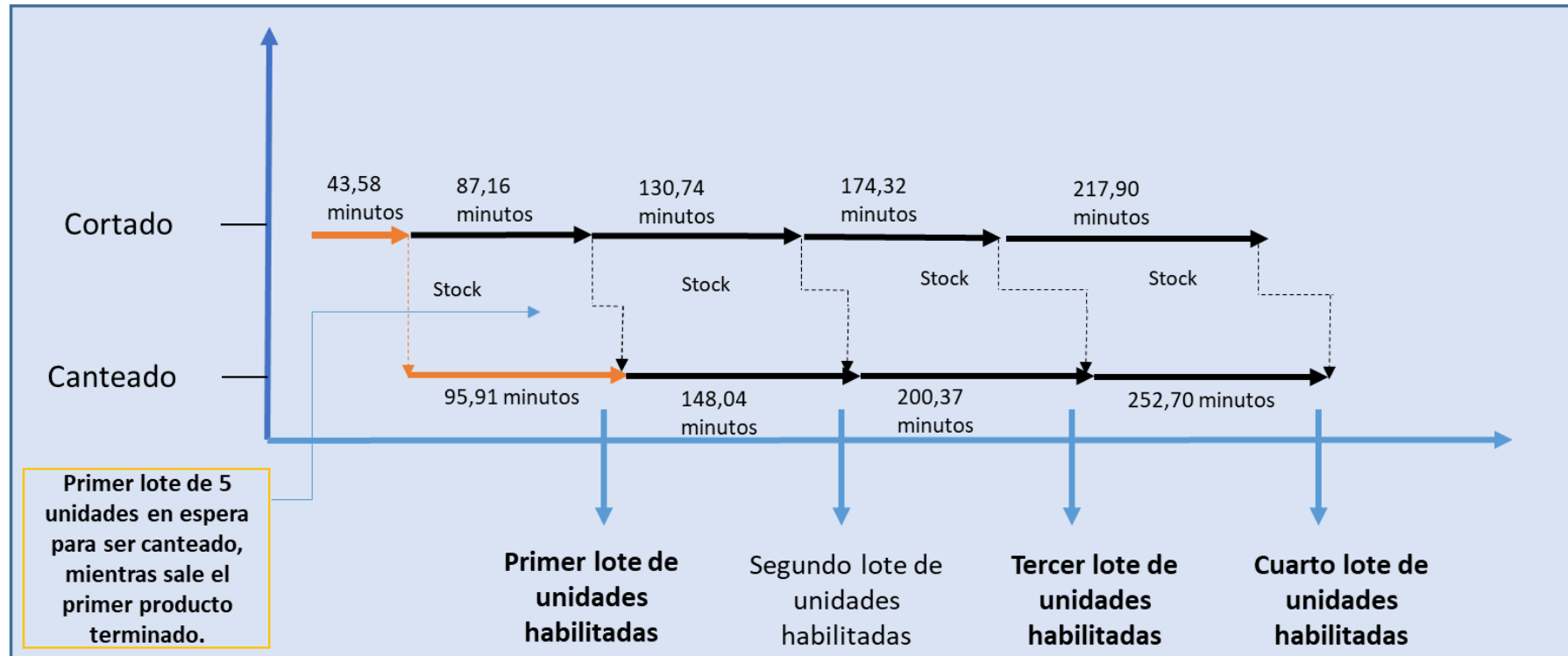


Figura 30. Diagrama Operación – Tiempo (OT) de proceso en flujo continuo con tiempos acumulados

Fuente: Elaboración propia

Según la figura mostrada se puede interpretar lo siguiente:

- Así también se observa que el lead time para el cumplimiento de un pedido de 3 lotes de cinco unidades en la situación anterior el valor era de **238,42** minutos mientras que ahora mediante la reducción de tiempo de ciclo del cuello de botella, se producen 4 lotes a un tiempo de **252,70** minutos, es decir un lote más en 14,28 minutos de diferencia que la situación anterior.
- Lead time del proceso: Según el gráfico realizado se puede decir que para la producción de un primer lote de 5 planchas de melamina habilitada es necesario un tiempo de **95,91 minutos**, en comparación a la situación anterior de 110,12 minutos se han mejorado 14,21 minutos en el procesamiento.
- Stock en proceso: En la figura mostrada se puede observar que existe un solo lote en espera o 5 unidades cortadas en espera de ser canteadas como stock en proceso, sin embargo, al estar el proceso equilibrado este tiene un tiempo de espera es mínimo de 10 minutos aproximados.

Siguiendo con la metodología del tercer paso de la teoría de restricciones la cual es subordinar la actividad de todos los recursos del sistema a la que puede desarrollar el recurso condicionante se ha optado por eliminar la máquina cortadora sobrante, pues lo único que generaba era stock en proceso.

4. Elevar la restricción del proceso

Con los pasos anteriores se pudo demostrar que, a través de la mejora del cuello de botella por la asignación de recursos provenientes de la operación no condicionante, se puede reducir el tiempo de entrega para los productos de habilitación de melamina en la empresa Tablenorte S.A.C. Sin embargo, se cree conveniente comparar la producción posible con los nuevos tiempos equilibrados con los pedidos que se necesitan satisfacer, esto con la finalidad de verificar se pueden existir retrasos o pedidos incumplidos.

Tabla 51. Producción de unidades de melamina habilitada con nuevo tiempo de ciclo

Meses	Pedidos de planchas de melamina (unidades)	Días trabajados	Producción necesaria para satisfacer la demanda diaria	Producción diaria con tiempos en proceso sin flujo continuo (Tiempo de ciclo: 12,45 minutos)
Enero	584	27	22	38
Febrero	428	24	18	38
Marzo	501	27	19	38
Abril	510	26	20	38
Mayo	633	27	23	38
Junio	513	26	20	38
Julio	497	27	18	38

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar con el tiempo de ciclo de 12,45 minutos resultado del flujo continuo del proceso es posible cumplir con la demanda de pedidos a fabricar en su totalidad, sin embargo, se observa que con los tiempos mejorados se puede producir una mayor cantidad de lo que se solicita en los pedidos. Debido a que la cantidad de producción en una jornada normal es mayor a la demanda se pretende calcular la cantidad de minutos al día que deben ser destinados a producción con el nuevo tiempo de operación. Se muestra el tiempo necesario para producción en la siguiente Tabla N°52.

Tabla 52. Tiempo necesario para la producción diaria

Meses	Pedidos de planchas de melamina (unidades)	Días trabajados	Producción necesaria para satisfacer la demanda diaria	Tiempo de operación para la fabricación de una unidad (minutos)	Tiempo necesario para la producción (minutos)
Enero	584	27	22	12,45	273,9
Febrero	428	24	18	12,45	224,1
Marzo	501	27	19	12,45	236,55
Abril	510	26	20	12,45	249
Mayo	633	27	23	12,45	286,35
Junio	513	26	20	12,45	249
Julio	497	27	18	12,45	224,1
Promedio					252,73

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el tiempo necesario para la producción es de un promedio de 252,73 minutos lo cual se traduce en **4,21 horas** si se trabaja en las condiciones dadas, si se compara con la jornada laboral normal de 8 horas diaria quedarían aproximadamente 3,79 horas libres, con esto se puede demostrar que mediante la mejora los pedidos de la situación actual pueden ser atendidos de una manera puntual sin retrasos y poder otorgar fechas próximas de entrega a los clientes y así no poseer pedidos no atendidos.

Para culminar el cuarto de paso de la teoría de restricciones aplicada con el objetivo de gestionar el cuello de botella es necesario establecer una proyección de la demanda para evaluar diferentes acciones si es que esta demanda proyectada lograra superar la producción con el nuevo tiempo de ciclo del proceso en flujo continuo el cual es de 12,45 minutos y demostrar que por medio de este tiempo es posible evitar retrasos y fechas de entrega dilatadas que terminen con pedidos cancelados por el cliente.

- **Pronóstico de la demanda:** El método empleado es el modelo de suavización exponencial simple, es apropiado para datos que no tienen una tendencia predecible hacia arriba o hacia abajo. El modelo utiliza una constante de suavizamiento α y varía entre 0 y 1. La ecuación con la que se consigue el pronóstico con suavizamiento es el siguiente:

$$Y'_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) Y'_{t'}$$

En donde:

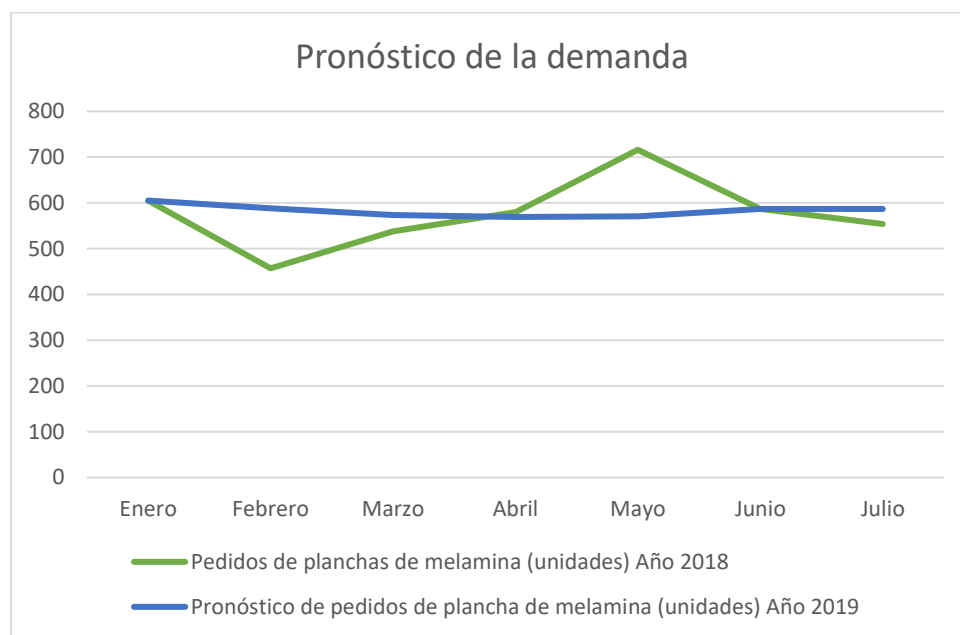
- Y'_{t+1} = Es el pronóstico a hallar
- α = Constante de suavizamiento
- Y_t = Valor real
- $Y'_{t'}$ = Valor pronosticado anterior

Se muestra el cálculo del pronóstico de los meses de enero a julio del año 2018 en la siguiente Tabla trabajando con el valor α de **0,104** el cual es el que minimiza el error al máximo, dicho valor fue hallado a través del aplicativo “Solver” de Microsoft Excel.

Tabla 53. Pronóstico de la demanda para el año 2019

Meses	Pedidos de planchas de melamina (unidades) Año 2018	Pronóstico de pedidos de plancha de melamina (unidades) Año 2019	Error de pronostico
Enero	612	612	0
Febrero	464	597	133
Marzo	545	583	38
Abril	585	579	6
Mayo	743	579	164
Junio	592	597	5
Julio	558	596	38
Error promedio			55

Fuente: Elaboración propia

**Figura 31. Pronóstico de la demanda para el año 2019**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver los pedidos proyectados no difieren demasiado a los pedidos reales por lo cual es evidente que mediante el nuevo tiempo de operación se puede cumplir con la demanda. Esto se puede demostrar también hallando el nuevo takt time y comparándolo con el nuevo tiempo de ciclo resultante de la propuesta, se muestra a continuación lo explicado:

Tabla 54. Pedidos de melamina habilitada en los meses de Enero a Julio del año 2019

Meses	Pedidos de planchas de melamina (unidades)	Días trabajados	Producción necesaria para satisfacer la demanda (unidades)
Enero	612	27	23
Febrero	597	24	25
Marzo	583	27	22
Abril	579	26	22
Mayo	579	27	21
Junio	597	26	23
Julio	596	27	22

Fuente: Elaboración propia

Mediante los datos de la tabla anterior se aprecia que el pico más alto de producción diaria se encuentra en el mes de febrero en el cual se debe producir 25 unidades de melamina habilitada para cumplir con la demanda pronosticada mensual. Se elegirá este mes por ser el más alto para calcular el nuevo takt time, pues cumpliendo con la producción más alta se podrá cumplir con producciones de menor proporción.

$$Takt\ time = \frac{480 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{25 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}}$$

$$Takt\ time = 19,20 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}$$

Como se puede observar el takt time obtenido con el pronóstico es menor al tiempo de ciclo del proceso de 12,45 minutos. por lo cual se podría atender a la demanda totalmente manteniendo un nivel de servicio óptimo.

Por otra parte, si ocurriera el caso en que la demanda supere la cantidad producida diaria con el nuevo tiempo de ciclo es necesario el establecimiento de programas para elevar la capacidad del cuello de botella. Se propone dos alternativas para lograr este fin, las cuales son las siguientes:

- Establecer un segundo turno de trabajo para la operación de canteado: Se pretende extender el tiempo de la operación de canteado para así evitar que en el tiempo normal de trabajo se acumule stock en proceso lo cual llevaría a demoras en la entrega de pedidos.
- Adquisición de una segunda máquina de canteo: Se evalúa la posibilidad de adquirir una máquina de canteo. Esta se usaría cuando de manera eventual cuando la capacidad de elaborar pedidos sobrepase la capacidad de la maquinaria actual, además se podría aprovechar esta máquina adquirida cuando la actual necesite ser objeto de mantenimiento y reparaciones.

Se muestra de igual forma el tiempo necesario para satisfacer la demanda proyectada con el tiempo de ciclo obtenido a través de la mejora:

Tabla 55. Tiempo necesario para cumplir con la demanda diaria proyectada para el año 2019

Meses	Pedidos de planchas de melamina (unidades)	Días trabajados	Producción necesaria para satisfacer la demanda diaria	Tiempo de operación para la fabricación de una unidad (minutos)	Tiempo necesario para la producción proyectada (minutos)
Enero	612	27	23	12,45	282,20
Febrero	597	24	25	12,45	309,46
Marzo	583	27	22	12,45	268,70
Abril	579	26	22	12,45	277,15
Mayo	579	27	21	12,45	267,18
Junio	597	26	23	12,45	285,63
Julio	596	27	22	12,45	274,84
		Promedio			280,74

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el tiempo necesario para la producción es de un promedio de 280,74 minutos lo cual se traduce en 4,68 horas si se trabaja en las condiciones dadas, si se compara con la jornada laboral normal de 8 horas diaria quedarían aproximadamente 3,32 horas libres, lo cual puede ser de vital importancia si se presenta un pedido inesperado con una fecha de entrega próxima y así mantener un nivel de servicio positivo en la empresa, si este no es el caso presenta un ahorro en el tiempo de producción de aproximadamente 40%.

Las horas que no se necesiten para la producción deben ser usadas de alguna manera para no afectar el pago a los trabajadores, para ello se proponen las siguientes alternativas:

- Se sabe que la empresa en estudio anteriormente tenía una línea de ensamble para muebles fabricados a partir de melamina sin embargo por problemas de constante rotación de personal y teniendo en cuenta que en etapa se necesita personal con un grado de preparación en la operación de ensamble de muebles se prefirió dejarse de lado y dedicarse a la habilitación de melamina, sin embargo al tener nuevos tiempos de operación se puede considerar capacitar al personal para que luego de terminar las labores de producción ensamble de mueblería de melamina.
- La empresa cuenta con una pequeña línea de embotellado de agua de mesa por lo cual se propone que el personal puede encargarse de labores en esta línea de producción después de haber culminado la fabricación de pedidos de melamina habilitada, si el personal requerido es menor al que se dispone en la línea de fabricación de melamina habilitada el personal restante puede dedicarse a labores de mantenimiento de las maquinarias así como también a la limpieza del área de trabajo, para ello se puede capacitar a la empresa en la herramienta lean Manufacturing 5S.

5. Si la restricción es superada regresar al primer paso

Anteriormente como ya se ha podido observar se eliminó el cuello de botella el cual es la etapa de canteado, esto se logró mediante la adición de personal proveniente de la etapa de cortado, la cual al tener mayor capacidad y no ser la operación condicionante era posible restarle personal y volverla más lenta con el fin de aumentar la velocidad de producción del proceso conjunto. Sin embargo, existen condiciones que pueden alterar el flujo continuo, el cual fue logrado mediante los pasos anteriores de la teoría de restricciones, dichos eventos fueron identificados en el diagnóstico de la investigación y son los siguientes:

- **Causas que pueden afectar las mejoras en el proceso:**
- Planificación deficiente de los insumos a utilizar quedando desabastecido el cuello de botella.

- Falta de personal que domine las operaciones a realizar.
 - **Soluciones planteadas para posibles causas:**

Solución planificación deficiente: Contar con una hoja de control de pedidos de los insumos necesarios para la producción continua.

Solución personal no polivalente: Establecer capacitaciones en el manejo de las distintas operaciones que se realizan en el proceso productivo.

C) **PROPUESTA DE PLAN DE CAPACITACIÓN**

Objetivo:

Mejorar las competencias laborales de los empleados de la empresa Tablenorte S.A.C. con la finalidad de que tengan un mejor rendimiento en el desempeño de sus labores.

Alcance

Todos los trabajadores que forman parte de la empresa Tablenorte S.A.C.

Descripción

El curso a impartir es teórico – práctico e incluyen y los temas serán impartidos en 4 fases de la capacitación, las fases son las siguientes:

- Fase 1: Charla de inducción sobre la empresa, sus operaciones y las mejoras que se pueden realizar.
- Fase 2: Capacitación teórico – práctica sobre métodos de trabajo y tiempos deseables a alcanzar.
- Fase 3: Capacitación en información de los principios de la metodología de teoría de restricciones.
- Fase 4: Capacitación práctica de la teoría de restricciones.

Las capacitaciones serán desarrolladas los días domingo desde las 10 am hasta la 1 pm, teniendo una duración de 3 horas. Las capacitaciones serán brindadas durante 4 meses y cada fase de la misma será desarrollada durante una vez por mes.

Desarrollo de las capacitaciones

- **Fase 1: Charla de inducción sobre la empresa sus operarios y las mejoras que se pueden realizar.**

En la primera fase de la capacitación se dará una charla a los trabajadores de todas las áreas especialmente al personal de producción sobre las actividades que realiza, indicando las consecuencias que puede contraer la empresa por errores en su labor y como su trabajo es importante para la empresa, se les dará conocimiento sobre los tiempos con los que se vienen trabajando y como estos han dificultado el buen rendimiento de la empresa.

- **Fase 2: Capacitación teórico – práctica sobre métodos de trabajo y tiempos deseables a alcanzar.**

En esta capacitación se prosigue el tema anterior ahora induciendo al personal a incrementar sus rendimientos, mostrando los tiempos estandarizados y desarrollando una evaluación simulada de una jornada laboral para evaluar tiempos y mediante la asesoría poder incrementarlos hasta llegar a los tiempos deseados. Asimismo, se entregará material didáctico sobre métodos de trabajo y la importancia de los tiempos en la producción.

- **Fase 3: Capacitación en información de los principios de la metodología de teoría de restricciones.**

En la tercera fase de las capacitaciones se tratará de manera teórica la teoría de restricciones apoyado de material audiovisual con la finalidad de que los trabajadores puedan entender los principios básicos de la metodología, asimismo se da información sobre el cuello de botella de la empresa y posibilidades de mejora que este tiene.

- **Fase 4: Capacitación práctica de la teoría de restricciones en la producción.**

Para la cuarta fase se desarrollará un taller práctico evaluando mejoras en el cuello de botella y demostrando los efectos que este tiene en la producción total de la empresa, así mismo se plantea la importancia de la mejora continua en las operaciones que toda empresa realiza.

Responsable de la capacitación:

- Gerente general de la empresa.

Perfil de capacitador:

- **Educación:** Universitaria titulado en la carrera de ingeniero industrial.
- **Experiencia:** 02 años brindado consultoría en la empresa enfocando el tema de mejoras de proceso productivos, 01 año en cargo con personal a cargo como jefe de turno o supervisor de producción, deseable experiencia en la industria de mueblería.
- **Competencias:** Manejo de grupos y facilidad de transmitir información, manejo del estudio de tiempos y movimientos, conocimiento sobre Lean manufacturing y la teoría de restricciones (indispensable).

Costo de la capacitación:

Para evaluar el costo de capacitación se ha tomado en cuenta la información recogida en el diario Gestión [30] la cual informa de que el salario promedio de un ingeniero industrial es de S/. 3600 nuevos soles. Al contar formador seleccionado para llevar a cabo la capacitación se le asignará el sueldo promedio de un ingeniero industrial acorde al mercado.

Se brinda el alcance del cronograma de capacitaciones expuesto a continuación:

Fases de capacitaciones		Periodo de tiempo - Año 2019			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
Fase 1	Charla de inducción sobre la empresa sus operarios y las mejoras que se pueden realizar.				
Fase 2	Capacitación teórica – práctica sobre métodos de trabajo y tiempos deseables a alcanzar.				
Fase 3	Capacitación en información de los principios de la metodología de teoría de restricciones.				
Fase 4	Capacitación práctica de la teoría de restricciones en la producción.				

Figura 32. Cronograma de capacitaciones

Fuente: Elaboración propia

3.5 Nuevos indicadores propuestos

De manera resumida se describen los nuevos indicadores obtenidos a través de la mejora, se presenta luego la comparación de indicadores de manera específica en la Tabla N°55.

a) Producción

Con la propuesta realizada a partir de la teoría de restricciones se ha reducido el tiempo de ciclo del proceso con lo cual cada unidad de plancha de melamina habilitada es obtenida a un tiempo de 12,45 minutos, lo cual genera la siguiente producción diaria trabajando 8 horas al día.

$$\text{Producción diaria} = \frac{38 \text{ unidades}}{480 \text{ minutos}}$$

b) Productividad de mano de obra

Con la mejora del tiempo de producción de cada unidad y la utilización de solo 5 operarios se espera que la productividad de mano de obra sea incrementada en proporcional forma.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{38 \text{ unid. planchas de m. habilitada}}{5 \text{ operarios} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 0,95 \frac{\text{unidades}}{\text{operario} * \text{hora}}$$

c) Eficiencia económica

Con las mejoras en el tiempo de producción por operario y la reducción de un operario de producción, el costo de la mano de obra se reduce, obteniendo un costo mediante la propuesta de 4,64 soles, lo cual se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{12,45 \text{ minutos}}{\text{unidad}} * \frac{1 \text{ unidad}}{60 \text{ minutos}} * \left[\frac{4,47 \text{ soles}}{\text{hora} * \text{operario}} * 5 \text{ operarios} \right] = 4,64$$

Se obtiene la eficiencia económica de:

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{1 \text{ unidad} * \frac{157,54}{\text{unidad}}}{(6,5 + 89,5 + 4,64) \text{ soles}} = 1,57$$

El indicador hallado se traduce que por cada sol que invierte la empresa esta gana 0,57 centavos.

d) Lead Time

Por medio de la disposición del proceso en flujo continuo es de esperarse que el lead time de producción se redujera, esto se demuestra con el siguiente cálculo para pedidos de 5 unidades.

$$\text{Lead Time de etapa de canteado} = (9,94 * 5) + 0,25 + 1,43 + 0,14 + 0,66$$

$$\text{Lead time de etapa de canteado} = 41,63 \text{ minutos}$$

e) Nivel de servicio

A través de las mejoras realizadas centradas en la gestión del cuello de botella utilizando principalmente la teoría de restricciones como estrategia, se han logrado establecer ritmos de producción en un tiempo de 12,78 minutos, tiempo que sobrepasa lo necesario para cumplir con la demanda de pedidos a la empresa. Es por ello que mediante la reducción de tiempos y aumento de la producción los indicadores de nivel de servicio tanto interno como externo incrementan de la siguiente manera, utilizando la cantidad total unidades a requerir según el pronóstico realizado anteriormente.

- Nivel de servicio interno:

$$\text{Nivel de servicio interno} = \frac{\text{Unidades fabricadas a tiempo}}{\text{Total de unidades solicitadas}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio interno} = \frac{4099 \text{ unidades a tiempo}}{4099 \text{ unidades solicitadas}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio interno} = 100 \%$$

Mediante el ritmo de producción establecido se cumple al 100% con el cliente interno.

- Nivel de servicio externo:

$$\text{Nivel de servicio externo} = \frac{\text{Unidades cumplidas}}{\text{Total de unidades solicitadas}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio externo} = \frac{4099 \text{ unidades cumplidas}}{4099 \text{ unidades solicitadas}} \times 100$$

$$\text{Nivel de servicio externo} = 100\%$$

A través del ritmo de producción establecido es posible cumplir 100% con el cliente externo.

f) Pérdida económica por retrasos e incumplimientos

Mediante la estrategia de la teoría de restricciones la empresa puede reducir su tiempo de ciclo a una magnitud menor a la que le impone el mercado, es por ello que es posible cumplir con todos los pedidos y sin retrasos alguno, por lo tanto, las pérdidas económicas tanto por penalidades debido a la entrega como las ganancias no percibidas por falta de capacidad de respuesta a los pedidos de los clientes externos son reducidas en su totalidad, anulando así el margen de pérdida por los motivos descritos.

Después de haber explicado brevemente los principales indicadores de la investigación se presentan a continuación en una Tabla resumen la totalidad de estos comparándolos con los indicadores hallados anteriormente en el diagnóstico realizado.

Tabla 56. Comparación de indicadores

COMPARACIÓN DE INDICADORES		
Indicadores	Valor de diagnóstico	Valor de propuesta
Actividades productivas	75,70%	77,78%
Actividades improductivas	24,30%	22,22%
Utilización de máquina cortadora	47,85%	47,85%
Utilización de máquina canteadora	58,62%	67,89%
Tiempo de ciclo del proceso	21,32 minutos/ unidad	12,45 minutos/ unidad
Producción real diaria promedio	20 unidades/480 min	38 unidades/ 480 minutos
Tiempo de producción real	24 minutos/ unidad	12,63 minutos/ unidad
Eficiencia del proceso	%	100% (hipotético)
Eficiencia económica	1,49	1,57
Takt Time	17,14 min/pedido	19,20 min/pedido
Productividad de mano de obra	0.40 unidad/ horas hombre	0,95 unidades/ horas hombre
WIP	10 unidades	5 unidades
Lead Time	110,12 minutos/ 5 unidades	95,91 minutos/ 5 unidades
Nivel de servicio interno	72,35%	100%
%Pérdida económica por retrasos	2,28%	0%
Promedio de días de retraso	3 días	0
Nivel de servicio externo	88,41 %	100%
%Pérdida económica por pedidos no atendidos	11,79%	0%
Promedio de pedidos no atendidos	10 pedidos	0
%Pérdida económica general por retrasos e incumplimientos	14,07%	0%

Fuente: Elaboración propia

3.6 Evaluación de Impacto ambiental

Para determinar el impacto ambiental que genera el proceso productivo de habilitación de melamina en la empresa Tablenorte S.A.C. se desarrolló en un primer momento un tipo de matriz causa – efecto denominada “matriz de Leopold”, en esta matriz se enfrentarán las actividades o acciones de la empresa enfrentadas con los factores ambientales posibles a afectar, en la intersección se calificará el signo (+ -) del posible impacto, su magnitud y la importancia del mismo. La magnitud y la importancia se puntúan del 1 al 10, en la siguiente tabla se explican los valores relacionados a los indicadores anteriores.

Tabla 57. Magnitud e Importancia

Magnitud		Importancia	
Puntal	1-2	Muy Baja	1-2
Parcial	3-4	Baja	3-4
Medio	5-6	Moderada	5-6
Extenso	7-8	Alta	7-8
Total	9-10	Muy alta	9-10

Fuente: Universidad Río Negro 2013

Previamente antes de desarrollar la matriz de Leopold se ha creído necesario comenzar identificando los aspectos e impactos que las actividades del proceso generan, se muestra el detalle en la siguiente Tabla 58.

Tabla 58. Aspectos e Impactos Ambientales del proceso

Actividades del proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Cortado	Generación de material particulado	Contaminación al aire
	Generación de residuos sólidos	Contaminación al suelo
	Generación de ruido	Contaminación al aire
Canteado	Generación de olores inadecuados	Contaminación al aire
	Generación de ruido	Contaminación al aire
	Generación de efluentes	Contaminación al agua
	Generación de residuos sólidos	Contaminación al suelo

Fuente: Elaboración propia

Se presenta continuación la matriz de Leopold del proceso:

Factores ambientales			Operación de corte		Operación de canteado	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto total
			Corte de melamina	Limpieza de la máquina	Canteado			
Medio Físico	Aire	Material particulado	- 2 2	- 3 2		-10	-38	-42
		Calidad del aire			- 2 1	-2		
		Nivel de ruido	- 2 2	- 1 1	- 4 2	-13		
	Agua	Calidad del agua			- 3 2	-6		
	Suelo	Generación de residuos sólidos	- 2 2	- 2 1	- 1 1	-7		
Medio Biológico	Flora	Árboles	- 4 3		- 4 3	-24		
	Fauna	Aves	- 2 1	- 1 1		-3		
		Mamíferos	- 2 1	- 1 1	- 2 1	-5		
Medio Social	Economía	Nivel de empleo	+ 3 3	+ 3 2	+ 3 3	24	28	
		Desarrollo económico	+ 3 3	+ 3 1	+ 3 3	21		
	Población	Salud	- 2 2	- 3 3	- 2 2	-17		
TOTAL			-14	-8	-17			

Figura 33. Matriz de Leopold del proceso de habilitación de melamina

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Matriz de Leopold

Según lo observado se puede decir que la actividad del proceso productivo que genera mayor impacto ambiental negativo es la del canteado con un puntaje de -17, el factor ambiental más afectado es el medio físico con un puntaje de -38 y la característica físico – química más afectada es la flora con un puntaje de -24, esta última debido al uso y consumo de materias primas, en este caso la madera.

Asimismo, por medio de la siguiente Tabla 59 podremos la severidad de los impactos hallados según su puntuación.

Tabla 59. Severidad del impacto

Severidad del Impacto	Escala
Leve	0 hasta 5
Moderado	6 hasta 15
Severo	16 hasta 39
Crítico	40 hasta 100
Representativo (impacto positivo)	0 hasta 100

Fuente: Greenleaf Ambiental Company [28]

En la tabla presentada podemos decir que los impactos tanto del medio físico y del medio del biológico están en una clasificación como impacto “severo”, mientras que medio social se encuentra en la clasificación como “representativo”. Con la finalidad de reducir el impacto negativo se ha propuesto estrategias de mitigación en los medio físico y biológico.

Factor ambiental	Impacto por componente	Impacto por subcomponente	Medida de mitigación	
Aire	Material Particulado	-10	-38	- Colocar ciclones para material particulado con la finalidad de aminorar su presencia en el ambiente.
	Calidad del aire	-2		
	Nivel de ruido	-13		
Agua	Calidad del agua	-6		- Encapsular máquina con la finalidad de aminorar el ruido.
Suelo	Generación de residuos sólidos	-7		- Establecer un plan de manejo integral de residuos sólidos y efluentes peligrosos
Flora	Árboles	-24	-32	- Controlar el sobre stock de materias primas, requiriendo solo lo necesario.
	Aves	-3		
Fauna	Mamíferos	-5		

Fuente: Elaboración propia

3.7 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El beneficio de la propuesta desarrollada consiste en incrementar el nivel de servicio general, esta mejora se logra mediante la reducción de tiempos de producción en la medida que permita atender y entregar a tiempo los pedidos solicitados.

Se muestra en un primer momento el ingreso por volumen de ventas al cual puede la empresa aspirar con la mejora planteada, se toman como datos las proyecciones de ventas mostradas anteriormente. Debido que no existe un modelo estándar y por lo tanto un precio fijo establecido para efectuar el ingreso de dinero por ventas real se consideró el precio promedio por unidad el cual tiene un valor aproximado de S/ 149,50.

- **Ingresos según estrategia de mejora:** Como se evidenció anteriormente la empresa puede cumplir con todos los pedidos proyectados según el tiempo de ciclo nuevo conseguido.

Tabla 60. Ingresos según estrategia de mejora

Meses	Pronóstico de unidades solicitadas Año 2019	Cantidad producida según nuevos tiempos de producción	Ingresos mensuales de venta (Precio Base = S/ 149,50)
Enero	612	612	S/91 494
Febrero	597	597	S/89 251,5
Marzo	583	583	S/87 158,5
Abril	579	579	S/86 560,5
Mayo	579	579	S/86 560,5
Junio	597	597	S/89 251,5
Julio	596	596	S/89 102
TOTAL DE INGRESOS PROYECTADOS			S/619 379,0

Fuente: Elaboración propia

La Tabla anterior refleja que por medio de la mejora propuesta se tiene un panorama en donde se es posible producir la totalidad de pedidos solicitados obteniendo como ingresos mensuales por ventas un total de S/619,379. Se cree conveniente ahora mostrar la data de los ingresos reales de la empresa en los meses analizados para notar la diferencia entre ellos.

- **Ingresos mensuales:** Se consideran como ingresos mensuales a lo obtenido por el volumen de ventas en los meses analizados, dicha información se recoge de la data presentada en el Anexo 5.

Tabla 61. Ingresos mensuales aproximados para el año 2018

Mes	Cantidad producida	Ingreso por volumen de ventas
Enero	584	S/87 426,16
Febrero	418	S/61 861,82
Marzo	501	S/74 433,67
Abril	510	S/76 308,09
Mayo	630	S/94 357,66
Junio	513	S/75 860,79
Julio	497	S/73 800,56
TOTAL DE INGRESOS REALES		S/544 048,73

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que entre los ingresos reales generados por la empresa en los meses analizados y los ingresos obtenidos debido a las proyecciones existe una diferencia de S/75 330,27 a favor de la propuesta, ello debido a que en los meses analizados existen pérdidas por incumplimientos y retrasos situación que desaparece con las metodologías propuestas para incrementar el nivel de servicio.

Para establecer un análisis costo beneficio más preciso se consideró tener en cuenta la elaboración de un flujo de caja de la situación actual, así como de la situación propuesta, debido a que en la estrategia de mejora desarrollada se reducen egresos como los son las penalidades por retrasos y los costos del consumo eléctrico y suministro de agua que se creen necesarios deben ser mostrados para visualizar de mejor manera los beneficios obtenidos.

- **Egresos de la situación actual**

Para determinar el costo de producción se han utilizado los costos de materia prima los cuales unitariamente tienen un valor de S/ 89,5 nuevos soles, así también los costos de materiales indirectos con un valor aproximado por unidad de S/6,5 y la mano de obra directa de 6 operarios antes de la mejora de S/5580 nuevos soles. También se considera el gasto de energía eléctrica y otros servicios utilizados durante las 8 horas de la jornada laboral.

Se muestra en las siguientes Tablas los egresos de consumo y los egresos operativos de la situación actual

Tabla 62. Egresos por consumo actuales

EGRESOS DE CONSUMO							
MESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Luz	S/1 085,35	S/994,28	S/1 010,25	S/1 025,15	S/1 030,30	S/1 045,60	S/1 040,25
Agua	S/135,00	S/122,00	S/145,00	S/145,00	S/160,00	S/155,00	S/145,00
Internet y teléfono	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00
TOTAL	S/1 315,35	S/1 211,28	S/1 250,25	S/1 265,15	S/1 285,30	S/1 295,60	S/1 280,25

Fuente: Tablenorte S.A.C
Elaboración propia

Tabla 63. Egresos operativos

EGRESOS OPERATIVOS							
MESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Compra de materia prima	S/52 268,00	S/37 411,00	S/44 839,50	S/45 645,00	S/56 385,00	S/45 913,50	S/44 481,50
Compra de insumos	S/3 796,00	S/2 717,00	S/3 256,50	S/3 315,00	S/4 095,00	S/3 334,50	S/3 230,50
Salarios de operarios de producción	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00
Salarios de administración y ventas	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00
TOTAL	S/62 574,00	S/46 638,00	S/54 606,00	S/55 470,00	S/66 990,00	S/55 758,00	S/54 222,00

Fuente: Tablenorte S.A.C
Elaboración propia

- Flujo de caja Actual

Tabla 64. Flujo de caja actual

Flujo de caja Situación actual							
DETALLES DE INGRESOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Ingresos por ventas	S/87426,16	S/61 861,82	S/74433,67	S/76308,09	S/94357,66	S/75860,79	S/73800,56
Total de ingresos	S/87426,16	S/61861,82	S/74433,67	S/76308,09	S/94357,66	S/75860,79	S/73800,56
Luz	S/1 085,35	S/994,28	S/1 010,25	S/1 025,15	S/1 030,30	S/1 045,60	S/1 040,25
Agua	S/105,12	S/93,35	S/115,65	S/112,50	S/130,40	S/125,10	S/115,30
Internet y teléfono	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00
Egresos de consumo	S/1 285,47	S/1 182,63	S/1 220,90	S/1 232,65	S/1 255,70	S/1 265,70	S/1 250,55
Compra de materia prima	S/52 268,00	S/37 411,00	S/44 839,50	S/45 645,00	S/56 385,00	S/45 913,50	S/44 481,50
Compra de insumos	S/3 789,50	S/2 717,00	S/3 256,50	S/3 315,00	S/4 095,00	S/3 334,50	S/3 230,50
Salarios de operarios de producción	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00	S/5 580,00
Salarios de administración y ventas	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00
EGRESOS OPERATIVOS	S/62 567,50	S/46 638,00	S/54 606,00	S/55 470,00	S/66 990,00	S/55 758,00	S/54 222,00
EGRESOS POR PENALIDAD	S/2 168,24	S/1 383,18	S/2 184,33	S/1 580,42	S/2 100,35	S/1 885,22	S/1 397,00
TOTAL DE EGRESOS	S/66 021,21	S/49 203,81	S/58 011,23	S/58 283,07	S/70 346,05	S/58 908,92	S/56 869,55
UTILIDAD NETA	S/21 404,95	S/12 658,01	S/16 422,44	S/18 025,03	S/24 011,62	S/16 951,88	S/16 931,02
UTILIDAD ACUMULADA	S/21 404,95	S/34 062,96	S/50 485,40	S/68 510,43	S/92 522,04	S/109 473,92	S/126 404,93

Fuente: Tablenorte S.A.C
Elaboración propia

Como resultado se tiene que la utilidad acumulada en los meses analizados es de S/126 404,93 nuevos soles según el flujo de caja, en donde se ha tomado en cuenta la producción actual y las penalidades por retrasos, sin embargo, se cree conveniente también hallar el beneficio neto por medio de los indicadores de la teoría de restricciones. Se pretenden evaluar los mismos indicadores tanto la utilidad acumulada como el beneficio neto en la situación propuesta para luego realizar una comparación que evidencia la mejora.

- **Egresos de la propuesta**

Al tratarse la mejora de un ordenamiento del proceso de producción la inversión es solo de carácter intangible, incluyéndose capacitaciones y ordenamiento de la planta.

Tabla 65. Egresos de la propuesta

Inversión Intangible		
Descripción	Cantidad	Costo
Capacitaciones de método de teoría de restricciones	1	S/3 600.00
Horas extra para ordenamiento de planta según Guerchet	4	5,725 hora extra x 4 horas extra x 5 operarios= S/114,5
Inversión Total		S/3714,5

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, además de los egresos es necesario resaltar que en la propuesta se han reducido diferentes costos debido a los beneficios otorgados a partir del desarrollo de la estrategia metodológica la cual fue la de la teoría de restricciones. Se explican brevemente:

- Reducción de costo de mano de obra: Se redujo el personal de 6 a 5 operarios pues al desarrollar el flujo continuo del proceso pues era necesario prescindir de una maquinaria controlada por operarios la cual no favorecía al objetivo del método, lo cual reduce los costos de mano de obra a S/4,650 nuevos soles.
- Reducción de costo de consumo al reducir jornada productiva: A través de las mejoras se ha logrado disminuir el tiempo de producción necesario para satisfacer la demanda, lo cual trae consigo una reducción de la jornada productiva. La jornada productiva es reducida aproximadamente a un 40% del tiempo normal por lo cual se considera que el consumo de energía eléctrica utilizada y el consumo de agua por parte de los operarios disminuyera proporcionalmente a ella.

Ya habiendo explicado las distintas reducciones de costos obtenidas se procede a mostrar el flujo de caja propuesto con proyecciones a continuación:

- **Flujo de caja propuesto:**

Tabla 66. Flujo de caja propuesto

Flujo de caja Propuesta 2019							
DETALLES DE INGRESOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Ingresos por ventas	S/91494,00	S/89184,58,	S/87116,208,	S/86527,664,	S/86624,716,	S/89177,1,	S/89106,845,
Total de ingresos	S/91 494,00	S/89 184,58	S/87 116,21	S/86 527,66	S/86 624,72	S/89 177,10	S/89 106,84
Luz	S/434,14	S/397,71	S/404,10	S/410,06	S/412,12	S/418,24	S/416,10
Agua	S/42,05	S/37,34	S/46,26	S/45,00	S/52,16	S/50,04	S/46,12
Internet y teléfono	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00	S/95,00
Egresos de consumo	S/571,19	S/530,05	S/545,36	S/550,06	S/559,28	S/563,28	S/557,22
Compra de materia prima	S/54 774,00	S/53 391,44	S/52 153,18	S/51 800,84	S/51 858,94	S/53 386,96	S/53 344,90
Compra de insumos	S/3 978,00	S/3 877,59	S/3 787,66	S/3 762,07	S/3 766,29	S/3 877,27	S/3 874,21
Salarios de operarios de producción	S/4 650,00	S/4 650,00	S/4 650,00	S/4 650,00	S/4 650,00	S/4 650,00	S/4 650,00
Salarios de administración y ventas	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00	S/930,00
EGRESOS OPERATIVOS	S/64 332,00	S/62 849,03	S/61 520,84	S/61 142,91	S/61 205,24	S/62 844,22	S/62 799,11
COSTO DE INVERSIÓN DE LA PROPUESTA	S/3 714,50						
EGRESOS POR PENALIDAD	S/0,00	S/0,00	S/0,00	S/0,00	S/0,00	S/0,00	S/0,00
TOTAL DE EGRESOS	S/68 046,50	S/63 379,08	S/62 066,20	S/61 692,97	S/61 764,52	S/63 407,50	S/63 356,33
UTILIDAD NETA	S/23 417,50	S/25 805,50	S/25 050,01	S/24 834,69	S/24 860,20	S/25 769,60	S/25 750,51
UTILIDAD ACUMULADA	S/23 417,50	S/49 223	S/74 273,01	S/99 107,70	S/123 967,90	S/149 737,50	S/175 488,01

Fuente: Tablenorte S.A.C.
Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente el costo por consumo de energía eléctrica y suministro de agua se redujo a la mitad por la disminución de la jornada productiva asimismo el costo de mano de obra se redujo por contar con un operario menos en la producción, en la propuesta se cumplen con todos los pedidos y las penalidades por retrasos son reducidas en su totalidad, todo en conjunto da como utilidad final acumulada **S/175 488,01** la cual muestra un incremento de **S/.49 083,08** con respecto a la utilidad originada la situación actual.

3.7.1 RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Para determinar la relación costo beneficio es necesario comparar los egresos totales y los ingresos obtenidos en el periodo pronosticado.

Tabla 67. Relación Costo Beneficio

Relación C/B PROPUESTA		
PERIODO	INGRESOS	EGRESOS
Enero	S/91 494,00	S/68 046,50
Febrero	S/89 184,58	S/63 379,08
Marzo	S/87 116,21	S/62 066,20
Abril	S/86 527,66	S/61 692,27
Mayo	S/86 624,72	S/61 764,52
Junio	S/89 177,10	S/63 407,50
Julio	S/89 106,84	S/63 356,33
TOTAL	S/619 231,11	S/444 072,40

Fuente: Elaboración propia

Con la data anterior la cual muestra el total de ingresos y egresos de la propuesta desarrollada, es posible obtener el indicador de costo/ beneficio de la propuesta:

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{\text{s/619 231,11}}{\text{S/444 072,40}} = \mathbf{1,39}$$

Como resultado del cálculo se obtiene que por cada sol invertido por la empresa en la estrategia de mejora se ganará S/ 0,39.

IV CONCLUSIONES

1. Mediante el diagnóstico desarrollado en la empresa se pudo determinar que el tiempo de producción en base a su cuello de botella es de 21,32 minutos no obstante la producción promedio diaria hallada en base a los meses de análisis fue de 20 unidades/diarias lo cual corresponde a un tiempo de producción de 24 minutos, dicho esto con los tiempos actuales no es posible cumplir con la demanda de pedidos los cuales responden a un takt time de 17,14 minutos, apareciendo incumplimientos y retrasos afectando así el nivel de servicio tanto interno como externo de la empresa, generando indicadores de 72,35% y 88,41% respectivamente, esto según los meses analizados. La situación descrita también traía consigo pérdidas económicas debido a las penalidades por retrasos las cuales fueron de S/ 12,698.72 así también pérdidas económicas de ingresos no percibidos por pedidos no atendidos los cuales llegaron a ser de S/ 65,382.20, esto en consecuencia de no tener la capacidad de respuesta para cumplir con los pedidos de clientes externos.
2. Para evaluar las diferentes herramientas de ingeniería que pudieran ser utilizadas en favor de solucionar los problemas encontrados en la empresa se desarrolló la metodología AHP, la cual consiste en un proceso de análisis jerárquico, la cual por medio de normalización de matrices y escalas de puntuación pondera cada una de estas herramientas en medida que brinde soluciones a los problemas encontrados, es así que las herramientas con mayor ponderación fueron la Ingeniería de métodos la cual obtuvo un valor ponderado final de 0,307 y el Just in Time de la filosofía Lean Manufacturing que contó con un valor ponderado final de 0,344, asimismo cabe señalar que de esta última se tomó a la teoría de restricciones como estrategia principal para desarrollar la mejora en favor de solución del problema.
3. En el desarrollo de la propuesta de mejora se optó por utilizar inicialmente la metodología de Ingeniería de métodos, generando una nueva distribución de planta y luego estandarizando los tiempos del proceso obteniendo para la operación de cortado un tiempo de 7,11 minutos y para el canteado un tiempo de 19,05 minutos. A partir de los tiempos estándar se dispuso a desarrollar la principal estrategia de mejora la cual fue la teoría de restricciones, donde se identificó como cuello de botella a la etapa de canteado, procediendo a explotarla y subordinar todo a la operación condicionante creando una aproximación al flujo continuo y teniendo un incremento de la producción de 47,4%,

pasando de producir 20 unidades/día a 38 unidades/día reflejando asimismo una reducción del tiempo de ciclo de la operación condicionante de 19,05 minutos a 12,45 minutos. Con las mejoras realizadas la empresa llega a poseer la capacidad suficiente para abastecer la demanda lo cual conlleva a un incremento su nivel de servicio interno de 72,35% a 100% al no tener que incurrir en retrasos en la entrega, así también el nivel de servicio externo pasa de 88,41% a 100% al tener la capacidad de respuesta suficiente para atender todos los pedidos del cliente externo.

4. Finalmente, se evaluó el beneficio obtenido por las mejoras planteadas, dentro de los beneficios generados se encuentran la cancelación penalidades debido a retrasos y poder adquirir ganancias antes no percibidas por pedidos no atendidos, la inversión para llevar a cabo la mejora planteada fue de S/ 3714,50 nuevos soles. Se realizó el flujo de caja de la propuesta desarrollado mediante proyecciones de la demanda, con el cual se establece una relación costo beneficio de S/1,38 ganando la empresa 0,39 soles por unidad de sol invertido, así mismo la utilidad acumulada es S/175 488,01, la cual muestra un incremento de S/49 083,08 con respecto a la utilidad acumulada originada obtenida por el desarrollo del flujo de caja de la situación actual.

V RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la empresa realizar una investigación para adecuar su almacén al modo de producción orientado a la filosofía del Just in time, el cual indica que se debe tener el menor stock posible tanto de materia prima como material en proceso, solo se debe poseer lo necesario en el momento justo para satisfacer la demanda, lo cual permitiría a la empresa tener mayor flexibilidad y reducir costos.
2. Se sugiere establecer una investigación de un plan de mantenimiento preventivo principalmente a la maquinaria perteneciente a la operación cuello de botella, pues los tiempos muertos por fallas incrementarían el stock en proceso y aumentarían el tiempo de ciclo del proceso, pudiendo este ser insuficiente para cumplir con la demanda.
3. Se recomienda a la empresa después de implementar la propuesta de mejora en base a la teoría de restricciones, desarrollar un seguimiento a la nueva restricción del sistema la cual según la investigación pasaría a ser el mercado, por lo tanto, se exhorta a centrar esfuerzos en la consecución de nuevos clientes y así incrementar el número de pedidos en la empresa, consiguiendo mediante esto utilizar toda la capacidad disponible de producción e incrementar utilidades con ello. Si lo anterior no fuera posible se exhorta a investigar sobre la prefactibilidad de una línea de producción de productos acabados de mueblería con la finalidad de que se aproveche el tiempo disponible en el proceso productivo mejorado y además se aprovechen las nociones de mueblería que tienen los trabajadores en un proceso relacionado con el ya existente.

VI REFERENCIAS

- [1] El comercio, “Comex Perú: Mypes siguen aumentando, pero formalización no avanza”, 08 – agosto – 2017 [En línea]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/negocios/informalidad-micro-pequenos-negocios-peru-noticia-noticia-448518>. [Accedido: 19 – agosto – 2018]
- [2] S. Willis, G. Quispe, “Modelo de Reducción del Lead time para sistemas de producción de arrastre y bajo pedido en el sector de la industria gráfica”, Memorias de la Décima Sexta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, 2007.
- [3] G. Grimaldo et al. “Análisis de métodos y tiempos: Empresa Textil Stand Deportivo”, I3+, no 1, pp. 120 – 139, 2017.
- [4] G. Villagómez, J. Viteri, A. Medina, “Teoría de restricciones para procesos de manufactura”, Enfoque, pp. 14 – 28, 2012.
- [5] J. Cabarcas, F. Ardila, M. Mejía, “Mejoramiento del flujo y aumento de la capacidad de prestación de servicios de un taller de reparación y mantenimiento automotriz, a través de estrategias basadas en los principios de la teoría de restricciones, Prospect, vol. 8, pp. 45 – 54, 2010.
- [6] W. Urban, “TOC implementation in a medium – scale manufacturing system with diverse product rooting”, PRODUCTION & MANUFACTURING RESEARCH, vol. 7, no 1, pp. 178 – 194, 2019.
- [7] C. Rojas, Diseño y control de la producción. Libertal, 1996.
- [8] R. Billene, Análisis de costos II, Editorial Jurídicas Cuyo, Argentina, 2000.
- [9] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, Profit editorial, Barcelona, 2009.

- [10] O. Vásquez, Apuntes de estudio: Ingeniería de métodos, Facultad de ingeniería – Escuela de Ingeniería industrial, 2012.
- [11] J. Velasco, Organización de la Producción, Editorial Pirámide, España, 2013.
- [12] R. García, Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo, Mc Graw Hill, México, 1998.
- [13] S. Schalit y J. Vermorel, «LOKAD Quantitative Supply Chain,» Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>. [Último acceso: 29 Enero 2019].
- [14] A. Caso, Técnicas de medición del trabajo, Fundación Confemeta, 2006.
- [15] F. De la Peña, Dirección de la producción, CEF, España, 2011.
- [16] B. Niebel, A. Frieválds, Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño de trabajo, Mc Graw Hill, México, 2009.
- [17] M. Arroyo, J. Torres, Organización de plantas industriales, Facultad de ingeniería – Escuela de Ingeniería industrial, 2010.
- [18] J. Hernández, A. Vizán, Lean Manufacturing: Conceptos teóricos e implementación, EOI Escuela de administración industrial, España, 2013.
- [19] R. Chase, R. Jacobs, N. Aquilano, Administración de operaciones: Producción y Cadena de suministros, Mc Graw Hill, México, 2009.
- [20] E. Goldratt, La meta, North River Press, 1984.
- [21] D. Dugdale, J. Colwyn, The theory of constraints, Elsevier, 1998.
- [22] D. Anderson, A. Carmichael, Kanban Esencial Condensado, Lean Kanban University Press, 2016.

- [23] T. Saaty, The analytic hierarchy process: Planning, Priority, Setting, Resources allocated, RWS, 1990.
- [24] D. Gómez, Evaluación de Impacto Ambiental, Ediciones Mundi Prensa, España, 2013.
- [25] Universidad Río Negro, “Evaluación del Impacto Ambiental”, 2013. [En línea]. Disponible en: <http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>. [Accedido: 4 – febrero - 2020].
- [26] V. Conesa, Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Ediciones Mundi Prensa, España, 2009.
- [27] N. Sapag, Proyectos de inversión: Formulación y Evaluación, Pearson, Chile, 2011.
- [28] Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda., «CELEC,» [En línea]. Disponible: <https://www.celec.gob.ec/> [Último acceso: 5 febrero 2020]
- [29] J. Lorente et al. Manual de Buenas prácticas en producción para sector del mueble y la madera, CETEM, España, 2004.
- [30] Gestión, “Estas son las 10 carreras universitarias mejor pagadas en el Perú”, 06 – noviembre – 2019 [En línea]. Disponible en: <https://gestion.pe/fotogalerias/ranking-las-diez-carreras-universitarias-mejor-pagadas-en-el-peru-noticia/?ref=gesr>. [Accedido: 14 – noviembre - 2019].

VII ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Chiclayo, 14 de junio del 2019

Escuela de ingeniería industrial

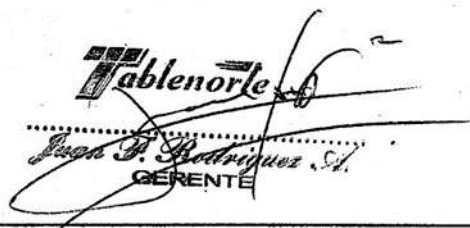
Universidad Santo Toribio de Mogrovejo

Presente. –

Tengo el agrado de dirigirme a usted, Yo **Juan Fernando Rodríguez** con DNI.....⁴⁶²⁰²⁶⁸⁴....., representante legal de la empresa **Tablenorte S.A.C.**, con la finalidad de hacer de su conocimiento que el sr. **Mauricio Barón Chumán** estudiante de ingeniería industrial de la universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo, ha realizado visitas a las instalaciones para la recopilación de datos, confiando plenamente que será para el desarrollo de su investigación y no para otros fines salvaguardando la confidencialidad de la misma, asimismo añadido el número de contacto para cualquier contacto⁹⁹⁶⁴⁹⁴¹⁴⁵.....

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

Atentamente,



Tablenorte
Juan F. Rodríguez S.A.
GERENTE

Juan Fernando Rodríguez**Gerente General**

Anexo 2. Tiempos de pedidos registrados mediante medición por cronómetro

Pedido de plancha de melamina habilitada	
Pedido	Tiempo (minutos)
1	18,52
2	17,69
3	19,63
4	20,49
5	25,4
6	18,02
7	14,05
8	14,19
9	18,15
10	20,1
11	13,18
12	19,59
13	24,95
14	19,44
15	17,59
16	15,56
17	29,22
18	16,8
19	25,88
20	24,9
21	20,18
22	20,15
23	17,15
24	16,88
25	19,2
26	28,15
27	20,12
28	14,98
29	26,79
30	27,8

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Muestreo preliminar de tiempos registrados en minutos por medio de cronómetro para hallar tiempos promedio de operación:

Actividades	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Promedio
Lectura de la orden	0,4	0,34	0,27	0,32	0,33
Transporte de plancha	0,38	0,45	0,52	0,44	0,45
Carga de máquina	0,17	0,14	0,17	0,18	0,17
Calibración de máquina	0,24	0,19	0,18	0,2	0,20
Cortes de acondicionamiento	0,25	0,3	0,22	0,19	0,24
Calibración de máquina para cortes de 260 x 1500 mm	0,23	0,22	0,28	0,2	0,23
Colocación de piezas	0,24	0,28	0,28	0,22	0,26
Cortes de 260 x 1500 mm	0,62	0,6	0,65	0,67	0,64
Descarga de piezas	0,58	0,58	0,65	0,65	0,62
Calibración de máquina para cortes de 260 x 520 mm	0,22	0,2	0,2	0,2	0,21
Limpieza de la máquina	0,2	0,29	0,2	0,2	0,22
Colocación de piezas	0,35	0,33	0,34	0,34	0,34
Cortes de 260 x 520 mm	0,95	0,98	0,85	0,77	0,89
Descarga de piezas	0,92	1	0,9	1,05	0,97
Calibración de máquina para cortes de 400 x 257 mm	0,23	0,25	0,2	0,24	0,23
Colocación de piezas	0,3	0,27	0,25	0,25	0,27
Cortes de 400 x 257 mm	0,35	0,35	0,42	0,4	0,38
Descarga de piezas	0,52	0,5	0,55	0,52	0,52
Transporte a canteado	2,15	2,12	2,05	2,1	2,11
Lectura de la orden	0,2	0,2	0,22	0,25	0,22
Transporte de cinta tapacantos	2,18	2,18	2,12	2,15	2,16
Cambio de cinta tapacantos	1,53	1,63	1,55	1,48	1,55
Programación de máquina	0,12	0,13	0,15	0,12	0,13
Canteado	13,85	12,7	14,23	13,78	13,64
Transporte a área de producto terminado	2,38	2,45	2,42	2,47	2,43
Total					29,38

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Fotografías realizadas en la empresa



Figura 34. Máquina Canteadora

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.



Figura 35. Máquina Cortadora

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

Anexo 5. Retrasos y penalidades en el periodo de enero a julio 2018:

Meses	N° Pedidos	N° de planchas solicitadas	Monto a cobrar	Días de retraso	Penalidad por retraso	Ingreso real de venta
	1	8	S/1 220,00	4	S/146,40	S/1 073,60
	2	14	S/2 135,00	0	S/0,00	S/2 135,00
	3	5	S/762,50	3	S/68,63	S/693,88
	4	4	S/598,00	0	S/0,00	S/598,00
	5	10	S/1 600,00	0	S/0,00	S/1 600,00
	6	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	7	9	S/1 359,00	0	S/0,00	S/1 359,00
	8	10	S/1 515,00	0	S/0,00	S/1 515,00
	9	5	S/752,50	0	S/0,00	S/752,50
	10	5	S/752,50	0	S/0,00	S/752,50
	11	5	S/747,50	0	S/0,00	S/747,50
	12	12	S/1 812,00	4	S/217,44	S/1 594,56
	13	4	S/606,00	0	S/0,00	S/606,00
	14	5	S/765,00	3	S/68,85	S/696,15
	15	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
	16	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	17	8	S/1 192,00	4	S/143,04	S/1 048,96
	18	8	S/1 190,40	4	S/142,85	S/1 047,55
	19	3	S/492,00	4	S/59,04	S/432,96
	20	12	S/1 830,00	0	S/0,00	S/1 830,00
	21	7	S/1 067,50	4	S/128,10	S/939,40
	22	6	S/960,00	0	S/0,00	S/960,00
	23	4	S/598,00	4	S/71,76	S/526,24
	24	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
	25	4	S/608,00	0	S/0,00	S/608,00
	26	4	S/606,00	0	S/0,00	S/606,00
	27	5	S/760,00	3	S/68,40	S/691,60
	28	10	S/1 510,00	3	S/135,90	S/1 374,10
	29	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	30	6	S/918,00	0	S/0,00	S/918,00
	31	8	S/1 224,00	2	S/73,44	S/1 150,56
	32	17	S/2 575,50	0	S/0,00	S/2 575,50
	33	3	S/457,50	3	S/41,18	S/416,33
	34	4	S/598,00	2	S/35,88	S/562,12
Enero	35	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	36	5	S/820,00	4	S/98,40	S/721,60
	37	3	S/457,50	2	S/27,45	S/430,05
	38	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
	39	3	S/444,00	0	S/0,00	S/444,00
	40	4	S/610,00	3	S/54,90	S/555,10
	41	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
	42	4	S/656,00	0	S/0,00	S/656,00
	43	3	S/453,00	3	S/40,77	S/412,23
	44	5	S/757,50	2	S/45,45	S/712,05
	45	4	S/596,00	0	S/0,00	S/596,00
	46	5	S/755,00	3	S/67,95	S/687,05
	47	4	S/606,00	3	S/54,54	S/551,46
	48	2	S/328,00	0	S/0,00	S/328,00
	49	1	S/149,50	0	S/0,00	S/149,50
	50	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	51	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	52	10	S/1 495,00	0	S/0,00	S/1 495,00
	53	5	S/762,50	2	S/45,75	S/716,75
	54	5	S/762,50	3	S/68,63	S/693,88
	55	4	S/656,00	0	S/0,00	S/656,00
	56	5	S/747,50	0	S/0,00	S/747,50
	57	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	58	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
	59	8	S/1 312,00	0	S/0,00	S/1 312,00
	60	7	S/1 036,00	0	S/0,00	S/1 036,00
	61	6	S/906,00	0	S/0,00	S/906,00
	62	7	S/1 060,50	0	S/0,00	S/1 060,50
	63	5	S/820,00	4	S/98,40	S/721,60
	64	9	S/1 377,00	3	S/123,93	S/1 253,07
	65	10	S/1 515,00	0	S/0,00	S/1 515,00
	66	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	67	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	68	4	S/596,00	0	S/0,00	S/596,00
	69	7	S/1 148,00	0	S/0,00	S/1 148,00

	70	8	S/1 196,00	0	S/0,00	S/1 196,00
	71	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
	72	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
	73	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
	74	4	S/656,00	0	S/0,00	S/656,00
	75	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
	76	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
	77	8	S/1 200,00	0	S/0,00	S/1 200,00
	78	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	79	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	80	18	S/2 736,00	0	S/0,00	S/2 736,00
	81	8	S/1 208,00	0	S/0,00	S/1 208,00
	82	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
	83	10	S/1 490,00	0	S/0,00	S/1 490,00
	84	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	85	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	86	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	87	3	S/457,50	3	S/41,18	S/416,33
	88	8	S/1 312,00	0	S/0,00	S/1 312,00
	89	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
	90	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
	91	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	92	2	S/299,00	0	S/0,00	S/299,00
	93	3	S/453,00	0	S/0,00	S/453,00
	94	2	S/303,00	0	S/0,00	S/303,00
	95	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	96	7	S/1 036,00	0	S/0,00	S/1 036,00
	97	2	S/303,00	0	S/0,00	S/303,00
	98	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	99	5	S/735,00	3	S/66,15	S/668,85
	100	3	S/459,00	2	S/27,54	S/431,46
	101	4	S/606,00	0	S/0,00	S/606,00
	102	5	S/762,50	2	S/45,75	S/716,75
	103	6	S/915,00	0	S/0,00	S/915,00
	104	4	S/592,00	0	S/0,00	S/592,00
	105	4	S/608,00	3	S/54,72	S/553,28
	106	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	107	6	S/915,00	0	S/0,00	S/915,00
	108	3	S/444,00	0	S/0,00	S/444,00
	109	7	S/1 067,50	1	S/32,03	S/1 035,48
	110	8	S/1 220,00	3	S/109,80	S/1 110,20
	111	9	S/1 372,50	2	S/82,35	S/1 290,15
	112	5	S/752,50	0	S/0,00	S/752,50
	113	4	S/592,00	0	S/0,00	S/592,00
	114	10	S/1 490,00	2	S/89,40	S/1 400,60
	115	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	116	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	117	9	S/1 359,00	0	S/0,00	S/1 359,00
Febrero	118	4	S/596,00	0	S/0,00	S/596,00
	119	2	S/303,00	0	S/0,00	S/303,00
	120	4	S/608,00	0	S/0,00	S/608,00
	121	3	S/456,00	2	S/27,36	S/428,64
	122	4	S/600,00	0	S/0,00	S/600,00
	123	5	S/752,50	3	S/67,73	S/684,78
	124	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	125	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
	126	5	S/735,00	0	S/0,00	S/735,00
	127	8	S/1 212,00	3	S/109,08	S/1 102,92
	128	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
	129	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
	130	4	S/606,00	0	S/0,00	S/606,00
	131	9	S/1 345,50	4	S/161,46	S/1 184,04
	132	3	S/456,00	2	S/27,36	S/428,64
	133	4	S/600,00	3	S/54,00	S/546,00
	134	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	135	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
	136	8	S/1 192,00	2	S/71,52	S/1 120,48
	137	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
	138	6	S/915,00	0	S/0,00	S/915,00
	139	4	S/600,00	0	S/0,00	S/600,00
	140	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
	141	8	S/1 280,00	0	S/0,00	S/1 280,00
	142	5	S/750,00	2	S/45,00	S/705,00

	143	9	S/1 332,00	0	S/0,00	S/1 332,00
	144	10	S/1 510,00	3	S/135,90	S/1 374,10
	145	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	146	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	147	5	S/735,00	0	S/0,00	S/735,00
	148	4	S/608,00	0	S/0,00	S/608,00
	149	5	S/730,00	0	S/0,00	S/730,00
	150	13	S/1 969,50	0	S/0,00	S/1 969,50
	151	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	152	4	S/612,00	2	S/36,72	S/575,28
	153	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	154	5	S/757,50	2	S/45,45	S/712,05
	155	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
	156	13	S/1 982,50	0	S/0,00	S/1 982,50
	157	7	S/1 043,00	3	S/93,87	S/949,13
	158	15	S/2 287,50	0	S/0,00	S/2 287,50
	159	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
	160	3	S/457,50	0	S/0,00	S/457,50
	161	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	162	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
	163	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	164	4	S/600,00	0	S/0,00	S/600,00
	165	9	S/1 440,00	0	S/0,00	S/1 440,00
	166	2	S/298,00	0	S/0,00	S/298,00
	167	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	168	7	S/1 060,50	0	S/0,00	S/1 060,50
	169	8	S/1 216,00	0	S/0,00	S/1 216,00
	170	9	S/1 341,00	3	S/120,69	S/1 220,31
	171	10	S/1 515,00	0	S/0,00	S/1 515,00
	172	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	173	5	S/740,00	3	S/66,60	S/673,40
	174	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	175	6	S/762,50	4	S/91,50	S/671,00
	176	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
	177	7	S/1 067,50	3	S/96,08	S/971,43
	178	6	S/915,00	0	S/0,00	S/915,00
	179	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
	180	8	S/1 280,00	3	S/115,20	S/1 164,80
	181	5	S/750,00	4	S/90,00	S/660,00
	182	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
	183	4	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
	184	10	S/1 520,00	2	S/91,20	S/1 428,80
	185	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	186	3	S/454,50	3	S/40,91	S/413,60
	187	5	S/765,00	3	S/68,85	S/696,15
	188	2	S/300,00	0	S/0,00	S/300,00
	189	2	S/306,00	0	S/0,00	S/306,00
	190	6	S/909,00	0	S/0,00	S/909,00
Marzo	191	9	S/1 372,50	2	S/82,35	S/1 290,15
	192	9	S/1 372,50	4	S/164,70	S/1 207,80
	193	12	S/1 830,00	3	S/164,70	S/1 665,30
	194	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	195	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	196	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	197	10	S/1 525,00	4	S/183,00	S/1 342,00
	198	3	S/457,50	3	S/41,18	S/416,33
	199	8	S/1 280,00	0	S/0,00	S/1 280,00
	200	2	S/300,00	0	S/0,00	S/300,00
	201	4	S/600,00	0	S/0,00	S/600,00
	202	5	S/755,00	4	S/90,60	S/664,40
	203	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
	204	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	205	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
	206	5	S/757,50	3	S/68,18	S/689,33
	207	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
	208	4	S/612,00	3	S/55,08	S/556,92
	209	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
	210	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	211	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	212	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	213	12	S/1 968,00	0	S/0,00	S/1 968,00
	214	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	215	8	S/1 280,00	0	S/0,00	S/1 280,00

	216	10	S/1 500,00	4	S/180,00	S/1 320,00
	217	9	S/1 359,00	4	S/163,08	S/1 195,92
	218	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	219	8	S/1 312,00	0	S/0,00	S/1 312,00
	220	14	S/2 265,00	0	S/0,00	S/2 265,00
	221	7	S/1 060,50	0	S/0,00	S/1 060,50
	222	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
	223	2	S/306,00	0	S/0,00	S/306,00
	224	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
	225	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
	226	3	S/492,00	0	S/0,00	S/492,00
	227	10	S/1 525,00	1	S/45,75	S/1 479,25
	228	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	229	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
	230	13	S/1 830,00	3	S/164,70	S/1 665,30
	231	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	232	8	S/1 312,00	0	S/0,00	S/1 312,00
	233	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
	234	5	S/742,50	0	S/0,00	S/742,50
	235	8	S/1 200,00	0	S/0,00	S/1 200,00
	236	10	S/1 510,00	0	S/0,00	S/1 510,00
	237	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
	238	8	S/1 216,00	0	S/0,00	S/1 216,00
	239	2	S/302,00	0	S/0,00	S/302,00
	240	5	S/820,00	0	S/0,00	S/820,00
	241	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	242	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
	243	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
	244	3	S/457,50	3	S/41,18	S/416,33
	245	14	S/2 135,00	0	S/0,00	S/2 135,00
	246	4	S/656,00	2	S/39,36	S/616,64
	247	10	S/1 640,00	0	S/0,00	S/1 640,00
	248	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	249	5	S/800,00	3	S/72,00	S/728,00
	250	18	S/2 700,00	0	S/0,00	S/2 700,00
	251	2	S/302,00	2	S/18,12	S/283,88
	252	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	253	9	S/1 368,00	3	S/123,12	S/1 244,88
	254	10	S/1 510,00	0	S/0,00	S/1 510,00
	255	5	S/757,50	2	S/45,45	S/712,05
	256	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
	257	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	258	7	S/1 060,50	2	S/63,63	S/996,87
	259	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	260	6	S/915,00	2	S/54,90	S/860,10
	261	8	S/1 220,00	4	S/146,40	S/1 073,60
	262	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
	263	2	S/305,00	0	S/0,00	S/305,00
	264	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
Abril	265	10	S/1 525,00	2	S/91,50	S/1 433,50
	266	15	S/2 400,00	3	S/216,00	S/2 184,00
	267	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	268	8	S/1 208,00	2	S/72,48	S/1 135,52
	269	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
	270	2	S/304,00	0	S/0,00	S/304,00
	271	5	S/755,00	2	S/45,30	S/709,70
	272	6	S/909,00	0	S/0,00	S/909,00
	273	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
	274	8	S/1 224,00	3	S/110,16	S/1 113,84
	275	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	276	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
	277	3	S/457,50	0	S/0,00	S/457,50
	278	8	S/1 220,00	2	S/73,20	S/1 146,80
	279	7	S/1 067,50	4	S/128,10	S/939,40
	280	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	281	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
	282	6	S/900,00	0	S/0,00	S/900,00
	283	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	284	5	S/740,00	1	S/22,20	S/717,80
	285	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
	286	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
	287	7	S/1 064,00	0	S/0,00	S/1 064,00
	288	4	S/604,00	2	S/36,24	S/567,76

	289	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	290	7	S/1 071,00	0	S/0,00	S/1 071,00
	291	12	S/1 836,00	0	S/0,00	S/1 836,00
	292	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	293	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
	294	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	295	6	S/915,00	0	S/0,00	S/915,00
	296	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	297	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
	298	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
	299	12	S/1 830,00	0	S/0,00	S/1 830,00
	300	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
	301	8	S/1 200,00	3	S/108,00	S/1 092,00
	302	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
	303	2	S/303,00	2	S/18,18	S/284,82
	304	6	S/912,00	0	S/0,00	S/912,00
	305	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	306	10	S/1 515,00	0	S/0,00	S/1 515,00
	307	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	308	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
	309	2	S/303,00	0	S/0,00	S/303,00
	310	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	311	4	S/610,00	3	S/54,90	S/555,10
	312	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	313	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
	314	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	315	9	S/1 440,00	0	S/0,00	S/1 440,00
	316	5	S/750,00	2	S/45,00	S/705,00
	317	5	S/760,00	2	S/45,60	S/714,40
	318	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	319	4	S/608,00	3	S/54,72	S/553,28
	320	10	S/1 510,00	0	S/0,00	S/1 510,00
	321	5	S/757,50	2	S/45,45	S/712,05
	322	8	S/1 216,00	0	S/0,00	S/1 216,00
	323	9	S/1 359,00	0	S/0,00	S/1 359,00
	324	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
	325	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
	326	5	S/765,00	3	S/68,85	S/696,15
	327	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
	328	9	S/1 372,50	2	S/82,35	S/1 290,15
	329	9	S/1 372,50	3	S/123,53	S/1 248,98
	330	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	331	8	S/1 220,00	3	S/109,80	S/1 110,20
	332	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	333	7	S/1 050,00	4	S/126,00	S/924,00
	334	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	335	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	336	14	S/2 240,00	3	S/201,60	S/2 038,40
	337	10	S/1 500,00	2	S/90,00	S/1 410,00
Mayo	338	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
	339	12	S/1 818,00	2	S/109,08	S/1 708,92
	340	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	341	8	S/1 208,00	0	S/0,00	S/1 208,00
	342	7	S/1 057,00	1	S/31,71	S/1 025,29
	343	9	S/1 363,50	3	S/122,72	S/1 240,79
	344	6	S/918,00	3	S/82,62	S/835,38
	345	7	S/1 071,00	0	S/0,00	S/1 071,00
	346	7	S/1 060,50	3	S/95,45	S/965,06
	347	12	S/1 830,00	0	S/0,00	S/1 830,00
	348	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
	349	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	350	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
	351	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
	352	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
	353	12	S/1 920,00	0	S/0,00	S/1 920,00
	354	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
	355	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
	356	4	S/604,00	3	S/54,36	S/549,64
	357	8	S/1 200,00	0	S/0,00	S/1 200,00
	358	4	S/608,00	0	S/0,00	S/608,00
	359	4	S/606,00	0	S/0,00	S/606,00
	360	6	S/912,00	2	S/54,72	S/857,28
	361	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00

362	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
363	5	S/755,00	3	S/67,95	S/687,05
364	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
365	9	S/1 368,00	3	S/123,12	S/1 244,88
366	7	S/1 060,50	0	S/0,00	S/1 060,50
367	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
368	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
369	2	S/306,00	0	S/0,00	S/306,00
370	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
371	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
372	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
373	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
374	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
375	6	S/900,00	0	S/0,00	S/900,00
376	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
377	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
378	6	S/912,00	3	S/82,08	S/829,92
379	13	S/1 982,50	2	S/118,95	S/1 863,55
380	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
381	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
382	5	S/775,00	0	S/0,00	S/775,00
383	6	S/900,00	0	S/0,00	S/900,00
384	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
385	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
386	9	S/1 368,00	0	S/0,00	S/1 368,00
387	10	S/1 510,00	0	S/0,00	S/1 510,00
388	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
389	8	S/1 224,00	3	S/110,16	S/1 113,84
390	4	S/612,00	0	S/0,00	S/612,00
391	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
392	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
393	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
394	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
395	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
396	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
397	9	S/1 440,00	0	S/0,00	S/1 440,00
398	12	S/1 800,00	0	S/0,00	S/1 800,00
399	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
400	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
401	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
402	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
403	4	S/606,00	3	S/54,54	S/551,46
404	8	S/1 224,00	4	S/146,88	S/1 077,12
405	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
406	10	S/1 515,00	3	S/136,35	S/1 378,65
407	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
408	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
409	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
410	6	S/915,00	2	S/54,90	S/860,10
411	5	S/762,50	3	S/68,63	S/693,88
412	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
413	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
414	6	S/960,00	0	S/0,00	S/960,00
415	9	S/1 350,00	4	S/162,00	S/1 188,00
416	6	S/906,00	0	S/0,00	S/906,00
417	4	S/606,00	0	S/0,00	S/606,00
418	8	S/1 216,00	0	S/0,00	S/1 216,00
419	8	S/1 208,00	3	S/108,72	S/1 099,28
420	7	S/1 060,50	3	S/95,45	S/965,06
421	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
422	7	S/1 071,00	0	S/0,00	S/1 071,00
423	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
424	2	S/305,00	2	S/18,30	S/286,70
425	6	S/915,00	3	S/82,35	S/832,65
426	6	S/915,00	2	S/54,90	S/860,10
427	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
428	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
429	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
430	6	S/900,00	3	S/81,00	S/819,00
431	8	S/1 208,00	0	S/0,00	S/1 208,00
432	9	S/1 363,50	0	S/0,00	S/1 363,50
433	9	S/1 368,00	0	S/0,00	S/1 368,00
434	8	S/1 208,00	0	S/0,00	S/1 208,00

Junio

435	7	S/1 060,50	2	S/63,63	S/996,87
436	11	S/1 683,00	0	S/0,00	S/1 683,00
437	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
438	5	S/747,50	0	S/0,00	S/747,50
439	6	S/765,00	3	S/68,85	S/696,15
440	15	S/2 272,50	0	S/0,00	S/2 272,50
441	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
442	3	S/596,00	3	S/53,64	S/542,36
443	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
444	10	S/1 495,00	0	S/0,00	S/1 495,00
445	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
446	8	S/1 220,00	1	S/36,60	S/1 183,40
447	7	S/1 046,50	3	S/94,19	S/952,32
448	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
449	7	S/1 050,00	2	S/63,00	S/987,00
450	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
451	8	S/1 212,00	2	S/72,72	S/1 139,28
452	10	S/1 520,00	0	S/0,00	S/1 520,00
453	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
454	4	S/606,00	2	S/36,36	S/569,64
455	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
456	9	S/1 377,00	2	S/82,62	S/1 294,38
457	10	S/1 515,00	0	S/0,00	S/1 515,00
458	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
459	4	S/610,00	0	S/0,00	S/610,00
460	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
461	7	S/1 067,50	0	S/0,00	S/1 067,50
462	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
463	9	S/1 350,00	0	S/0,00	S/1 350,00
464	14	S/2 086,00	3	S/187,74	S/1 898,26
465	5	S/755,00	0	S/0,00	S/755,00
466	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
467	4	S/608,00	2	S/36,48	S/571,52
468	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
469	8	S/1 212,00	0	S/0,00	S/1 212,00
470	9	S/1 377,00	0	S/0,00	S/1 377,00
471	10	S/1 490,00	0	S/0,00	S/1 490,00
472	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
473	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
474	6	S/888,00	3	S/79,92	S/808,08
475	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
476	7	S/1 029,00	0	S/0,00	S/1 029,00
477	5	S/762,50	2	S/45,75	S/716,75
478	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
479	6	S/915,00	3	S/82,35	S/832,65
480	9	S/1 341,00	3	S/120,69	S/1 220,31
481	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
482	2	S/302,00	0	S/0,00	S/302,00
483	3	S/454,50	2	S/27,27	S/427,23
484	4	S/608,00	0	S/0,00	S/608,00
485	3	S/447,00	0	S/0,00	S/447,00
486	3	S/454,50	0	S/0,00	S/454,50
487	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
488	8	S/1 184,00	0	S/0,00	S/1 184,00
489	4	S/606,00	2	S/36,36	S/569,64
490	4	S/610,00	2	S/36,60	S/573,40
491	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
492	5	S/762,50	2	S/45,75	S/716,75
493	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
494	4	S/588,00	0	S/0,00	S/588,00
495	5	S/800,00	0	S/0,00	S/800,00
496	2	S/296,00	0	S/0,00	S/296,00
497	5	S/755,00	3	S/67,95	S/687,05
498	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
499	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
500	9	S/1 359,00	0	S/0,00	S/1 359,00
501	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
502	2	S/306,00	3	S/27,54	S/278,46
503	5	S/765,00	3	S/68,85	S/696,15
504	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
505	5	S/762,50	0	S/0,00	S/762,50
506	8	S/1 220,00	3	S/109,80	S/1 110,20
507	6	S/897,00	0	S/0,00	S/897,00

Julio

508	9	S/1 372,50	0	S/0,00	S/1 372,50
509	5	S/747,50	0	S/0,00	S/747,50
510	5	S/762,50	2	S/45,75	S/716,75
511	5	S/740,00	3	S/66,60	S/673,40
512	8	S/1 176,00	0	S/0,00	S/1 176,00
513	5	S/750,00	2	S/45,00	S/705,00
514	9	S/1 359,00	0	S/0,00	S/1 359,00
515	5	S/757,50	0	S/0,00	S/757,50
516	5	S/760,00	0	S/0,00	S/760,00
517	9	S/1 359,00	0	S/0,00	S/1 359,00
518	10	S/1 515,00	4	S/181,80	S/1 333,20
519	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
520	8	S/1 224,00	0	S/0,00	S/1 224,00
521	2	S/298,00	0	S/0,00	S/298,00
522	5	S/747,50	0	S/0,00	S/747,50
523	3	S/444,00	0	S/0,00	S/444,00
524	8	S/1 220,00	0	S/0,00	S/1 220,00
525	5	S/747,50	0	S/0,00	S/747,50
526	7	S/1 067,50	3	S/96,08	S/971,43
527	7	S/1 050,00	0	S/0,00	S/1 050,00
528	6	S/984,00	3	S/88,56	S/895,44
529	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
530	8	S/1 200,00	0	S/0,00	S/1 200,00
531	5	S/755,00	3	S/67,95	S/687,05
532	9	S/1 341,00	0	S/0,00	S/1 341,00
533	10	S/1 520,00	0	S/0,00	S/1 520,00
534	9	S/1 344,15	0	S/0,00	S/1 344,15
535	10	S/1 515,00	3	S/136,35	S/1 378,65
536	5	S/745,00	0	S/0,00	S/745,00
537	5	S/765,00	0	S/0,00	S/765,00
538	2	S/389,40	0	S/0,00	S/389,40
539	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
540	5	S/750,00	0	S/0,00	S/750,00
541	8	S/1 264,00	0	S/0,00	S/1 264,00
542	3	S/465,00	0	S/0,00	S/465,00
543	10	S/1 525,00	0	S/0,00	S/1 525,00
544	8	S/1 176,00	0	S/0,00	S/1 176,00
545	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
546	8	S/1 184,00	0	S/0,00	S/1 184,00
547	1	S/148,50	0	S/0,00	S/148,50
548	9	S/1 323,00	0	S/0,00	S/1 323,00
549	12	S/1 776,00	0	S/0,00	S/1 776,00
550	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
551	8	S/1 200,00	0	S/0,00	S/1 200,00
552	5	S/740,00	0	S/0,00	S/740,00
553	9	S/1 332,00	0	S/0,00	S/1 332,00
554	13	S/1 956,50	0	S/0,00	S/1 956,50
555	7	S/1 057,00	0	S/0,00	S/1 057,00
556	6	S/900,00	0	S/0,00	S/900,00
557	10	S/1 520,00	0	S/0,00	S/1 520,00
TOTAL	3656	S/556 747,45		S/12 698,72	S/544 048,73

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.

Anexo 6. Compacto de retrasos y penalidades de pedidos en los meses de enero a julio del año 2018

Meses	N° Pedidos	Cantidad de planchas solicitadas	Monto a cobrar	Fecha de entrega programada	Fecha de entrega real	Días de retraso	Penalidad por retraso
Enero	1	8	S/1 220,00	3/01/2018	7/01/2018	4	S/146,40
	2	5	S/762,50	4/01/2018	7/01/2018	3	S/68,63
	3	12	S/1 812,00	6/01/2018	10/01/2018	4	S/217,44
	4	5	S/765,00	8/01/2018	11/01/2018	3	S/68,85
	5	8	S/1 192,00	8/01/2018	12/01/2018	4	S/143,04
	6	8	S/1 190,40	9/01/2018	13/01/2018	4	S/142,85
	7	3	S/492,00	9/01/2018	13/01/2018	4	S/59,04
	8	7	S/1 067,50	9/01/2018	13/01/2018	4	S/128,10
	9	4	S/598,00	10/01/2018	14/01/2018	4	S/71,76
	10	5	S/760,00	13/01/2018	16/01/2018	3	S/68,40
	11	10	S/1 510,00	14/01/2018	17/01/2018	3	S/135,90
	12	8	S/1 224,00	18/01/2018	20/01/2018	2	S/73,44
	13	3	S/457,50	19/01/2018	22/01/2018	3	S/41,18
	14	4	S/598,00	20/01/2018	22/01/2018	2	S/35,88
	15	5	S/820,00	20/01/2018	24/01/2018	4	S/98,40
	16	3	S/457,50	22/01/2018	24/01/2018	2	S/27,45
	17	4	S/610,00	22/01/2018	25/01/2018	3	S/54,90
	18	3	S/453,00	22/01/2018	25/01/2018	3	S/40,77
	19	5	S/757,50	23/01/2018	25/01/2018	2	S/45,45
	20	5	S/755,00	24/01/2018	27/01/2018	3	S/67,95
	21	4	S/606,00	24/01/2018	27/01/2018	3	S/54,54
	22	5	S/762,50	25/01/2018	27/01/2018	2	S/45,75
	23	5	S/762,50	25/01/2018	28/01/2018	3	S/68,63
	24	5	S/820,00	26/01/2018	30/01/2018	4	S/98,40
	25	9	S/1 377,00	28/01/2018	1/01/2018	3	S/123,93
	26	3	S/457,50	29/01/2018	2/02/2018	3	S/41,18
Febrero	27	5	S/735,00	2/02/2018	5/02/2018	3	S/66,15
	28	3	S/459,00	5/02/2018	7/02/2018	2	S/27,54
	29	5	S/762,50	8/02/2018	10/02/2018	2	S/45,75
	30	4	S/608,00	9/02/2018	12/02/2018	3	S/54,72
	31	7	S/1 067,50	11/02/2018	12/02/2018	1	S/32,03
	32	8	S/1 220,00	11/02/2018	14/02/2018	3	S/109,80
	33	9	S/1 372,50	12/02/2018	14/02/2018	2	S/82,35
	34	10	S/1 490,00	12/02/2018	14/02/2018	2	S/89,40
	35	3	S/456,00	13/02/2018	15/02/2018	2	S/27,36
	36	5	S/752,50	16/02/2018	19/02/2018	3	S/67,73
	37	8	S/1 212,00	16/02/2018	19/02/2018	3	S/109,08
	38	9	S/1 345,50	18/02/2018	20/02/2018	4	S/161,46
	39	3	S/456,00	18/02/2018	20/02/2018	2	S/27,36
	40	4	S/600,00	19/02/2018	22/02/2018	3	S/54,00
	41	8	S/1 192,00	20/02/2018	22/02/2018	2	S/71,52
	42	5	S/750,00	20/02/2018	22/02/2018	2	S/45,00
	43	10	S/1 510,00	21/02/2018	24/02/2018	3	S/135,90
	44	4	S/612,00	24/02/2018	26/02/2018	2	S/36,72
	45	5	S/757,50	24/02/2018	26/02/2018	2	S/45,45
	46	7	S/1 043,00	24/02/2018	27/02/2018	3	S/93,87
Marzo	47	9	S/1 341,00	5/03/2018	8/03/2018	3	S/120,69
	48	5	S/740,00	7/03/2018	8/03/2018	3	S/66,60
	49	6	S/762,50	8/03/2018	12/03/2018	4	S/91,50
	50	7	S/1 067,50	9/03/2018	12/03/2018	3	S/96,08
	51	8	S/1 280,00	10/03/2018	13/03/2018	3	S/115,20
	52	5	S/750,00	10/03/2018	14/03/2018	4	S/90,00
	53	10	S/1 520,00	12/03/2018	14/03/2018	2	S/91,20
	54	3	S/454,50	12/03/2018	15/03/2018	3	S/40,91
	55	5	S/765,00	12/03/2018	15/03/2018	3	S/68,85
	56	9	S/1 372,50	13/03/2018	15/03/2018	2	S/82,35
	57	9	S/1 372,50	17/03/2018	20/03/2018	4	S/164,70
	58	12	S/1 830,00	18/03/2018	21/03/2018	3	S/164,70
	59	10	S/1 525,00	20/03/2018	24/03/2018	4	S/183,00
	60	3	S/457,50	21/03/2018	24/03/2018	3	S/41,18
	61	5	S/755,00	21/03/2018	25/03/2018	4	S/90,60
	62	5	S/757,50	22/03/2018	25/03/2018	3	S/68,18
	63	4	S/612,00	22/03/2018	25/03/2018	3	S/55,08
	64	10	S/1 500,00	23/03/2018	27/03/2018	4	S/180,00
	65	9	S/1 359,00	23/03/2018	27/03/2018	4	S/163,08
	66	10	S/1 525,00	26/03/2018	27/03/2018	1	S/45,75

	67	13	S/1 830,00	27/03/2018	30/03/2018	3	S/164,70
Abril	68	3	S/457,50	1/04/2018	4/04/2018	3	S/41,18
	69	4	S/656,00	2/04/2018	4/04/2018	2	S/39,36
	70	5	S/800,00	5/04/2018	8/04/2018	3	S/72,00
	71	2	S/302,00	6/04/2018	8/04/2018	2	S/18,12
	72	9	S/1 368,00	7/04/2018	10/04/2018	3	S/123,12
	73	5	S/757,50	9/04/2018	11/04/2018	2	S/45,45
	74	7	S/1 060,50	10/04/2018	12/04/2018	2	S/63,63
	75	6	S/915,00	11/04/2018	13/04/2018	2	S/54,90
	76	8	S/1 220,00	14/04/2018	18/04/2018	4	S/146,40
	77	10	S/1 525,00	16/04/2018	18/04/2018	2	S/91,50
	78	15	S/2 400,00	16/04/2018	19/04/2018	3	S/216,00
	79	8	S/1 208,00	17/04/2018	19/04/2018	2	S/72,48
	80	5	S/755,00	17/04/2018	19/04/2018	2	S/45,30
	81	8	S/1 224,00	19/04/2018	22/04/2018	3	S/110,16
	82	8	S/1 220,00	20/04/2018	22/04/2018	2	S/73,20
	83	7	S/1 067,50	20/04/2018	24/04/2018	4	S/128,10
	84	5	S/740,00	25/04/2018	26/04/2018	1	S/22,20
	85	4	S/604,00	25/04/2018	27/04/2018	2	S/36,24
	86	8	S/1 200,00	25/04/2018	28/04/2018	3	S/108,00
	87	2	S/303,00	27/04/2018	29/04/2018	2	S/18,18
88	4	S/610,00	27/04/2018	30/04/2018	3	S/54,90	
Mayo	89	5	S/750,00	5/05/2018	7/05/2018	2	S/45,00
	90	5	S/760,00	5/05/2018	7/05/2018	2	S/45,60
	91	4	S/608,00	6/05/2018	9/05/2018	3	S/54,72
	92	5	S/757,50	8/05/2018	10/05/2018	2	S/45,45
	93	5	S/765,00	8/05/2018	11/05/2018	3	S/68,85
	94	9	S/1 372,50	10/05/2018	12/05/2018	2	S/82,35
	95	9	S/1 372,50	12/05/2018	15/05/2018	3	S/123,53
	96	8	S/1 220,00	12/05/2018	15/05/2018	3	S/109,80
	97	7	S/1 050,00	13/05/2018	17/05/2018	4	S/126,00
	98	14	S/2 240,00	14/05/2018	17/05/2018	3	S/201,60
	99	10	S/1 500,00	16/05/2018	18/05/2018	2	S/90,00
	100	12	S/1 818,00	16/05/2018	18/05/2018	2	S/109,08
	101	7	S/1 057,00	18/05/2018	19/05/2018	1	S/31,71
	102	9	S/1 363,50	20/05/2018	23/05/2018	3	S/122,72
	103	6	S/918,00	20/05/2018	23/05/2018	3	S/82,62
	104	7	S/1 060,50	21/05/2018	24/05/2018	3	S/95,45
	105	4	S/604,00	21/05/2018	24/05/2018	3	S/54,36
	106	6	S/912,00	22/05/2018	24/05/2018	2	S/54,72
	107	5	S/755,00	23/05/2018	26/05/2018	3	S/67,95
	108	9	S/1 368,00	23/05/2018	26/05/2018	3	S/123,12
109	6	S/912,00	24/05/2018	27/05/2018	3	S/82,08	
110	13	S/1 982,50	25/07/2018	27/05/2018	2	S/118,95	
111	8	S/1 224,00	26/05/2018	28/05/2018	3	S/110,16	
112	4	S/606,00	29/05/2018	1/06/2018	3	S/54,54	
Junio	113	8	S/1 224,00	2/06/2018	6/06/2018	4	S/146,88
	114	10	S/1 515,00	3/06/2018	6/06/2018	3	S/136,35
	115	6	S/915,00	5/06/2018	7/06/2018	2	S/54,90
	116	5	S/762,50	6/06/2018	9/06/2018	3	S/68,63
	117	9	S/1 350,00	7/06/2018	11/06/2018	4	S/162,00
	118	8	S/1 208,00	8/06/2018	11/06/2018	3	S/108,72
	119	7	S/1 060,50	9/06/2018	12/06/2018	3	S/95,45
	120	2	S/305,00	10/06/2018	12/06/2018	2	S/18,30
	121	6	S/915,00	10/06/2018	13/06/2018	3	S/82,35
	122	6	S/915,00	12/06/2018	14/06/2018	2	S/54,90
	123	6	S/900,00	13/06/2018	16/06/2018	3	S/81,00
	124	7	S/1 060,50	14/06/2018	16/06/2018	2	S/63,63
	125	6	S/765,00	15/06/2018	18/06/2018	3	S/68,85
	126	3	S/596,00	15/06/2018	18/06/2018	3	S/53,64
	127	8	S/1 220,00	17/06/2018	18/06/2018	1	S/36,60
	128	7	S/1 046,50	17/06/2018	20/06/2018	3	S/94,19
	129	7	S/1 050,00	18/06/2018	20/06/2018	2	S/63,00
	130	8	S/1 212,00	18/06/2018	20/06/2018	2	S/72,72
	131	4	S/606,00	20/06/2018	22/06/2018	2	S/36,36
	132	9	S/1 377,00	22/06/2018	24/06/2018	2	S/82,62
133	14	S/2 086,00	24/06/2018	27/06/2018	3	S/187,74	
134	4	S/608,00	26/06/2018	28/06/2018	2	S/36,48	
135	6	S/888,00	30/06/2018	3/07/2018	3	S/79,92	
Julio	136	5	S/762,50	6/07/2018	8/07/2018	2	S/45,75
	137	6	S/915,00	7/07/2018	10/07/2018	3	S/82,35

138	9	S/1 341,00	8/07/2018	11/07/2018	3	S/120,69
139	3	S/454,50	9/07/2018	11/07/2018	2	S/27,27
140	4	S/606,00	10/07/2018	12/07/2018	2	S/36,36
141	4	S/610,00	12/07/2018	14/07/2018	2	S/36,60
142	5	S/762,50	12/07/2018	14/07/2018	2	S/45,75
143	5	S/755,00	12/07/2018	15/07/2018	3	S/67,95
144	2	S/306,00	13/07/2018	16/07/2018	3	S/27,54
145	5	S/765,00	15/07/2018	18/07/2018	3	S/68,85
146	8	S/1 220,00	17/07/2018	20/07/2018	3	S/109,80
147	5	S/762,50	18/07/2018	20/07/2018	2	S/45,75
148	5	S/740,00	18/07/2018	21/07/2018	3	S/66,60
149	5	S/750,00	20/07/2018	22/07/2018	2	S/45,00
150	10	S/1 515,00	20/07/2018	24/07/2018	4	S/181,80
151	7	S/1 067,50	22/07/2018	25/07/2018	3	S/96,08
152	6	S/984,00	23/07/2018	26/07/2018	3	S/88,56
153	5	S/755,00	25/07/2018	27/07/2018	3	S/67,95
154	10	S/1 515,00	27/07/2018	30/07/2018	3	S/136,35
TOTAL						S/12 698,72

Fuente: Tablenorte S.A.C.

Elaboración propia

Anexo 7. Data Correspondiente a pedidos no atendidos en los meses de enero a julio del año 2018

Meses	N° Pedidos	Cantidad de unidades	Costo S/	Condición de pedido
Enero	1	5	S/768,00	Pedido no fabricado
	2	8	S/1 208,00	Pedido no fabricado
	3	7	S/1 125,50	Pedido no fabricado
	4	8	S/1 205,00	Pedido no fabricado
Febrero	1	6	S/865,00	Pedido no fabricado
	2	7	S/978,00	Pedido no fabricado
	3	5	S/765,00	Pedido no fabricado
	4	5	S/755,00	Pedido no fabricado
	5	5	S/750,00	Pedido no fabricado
	6	5	S/762,00	Pedido no fabricado
	7	5	S/765,50	Pedido no fabricado
	8	8	S/1 190,50	Pedido no fabricado
Marzo	1	5	S/752,25	Pedido no fabricado
	2	5	S/750,00	Pedido no fabricado
	3	7	S/957,00	Pedido no fabricado
	4	6	S/895,00	Pedido no fabricado
	5	5	S/760,25	Pedido no fabricado
	6	5	S/745,00	Pedido no fabricado
	7	6	S/815,10	Pedido no fabricado
	8	5	S/745,00	Pedido no fabricado
Abril	1	7	S/920,00	Pedido no fabricado
	2	5	S/754,00	Pedido no fabricado
	3	5	S/745,00	Pedido no fabricado
	4	4	S/635,00	Pedido no fabricado
	5	6	S/828,00	Pedido no fabricado
	6	8	S/1 224,50	Pedido no fabricado
	7	5	S/777,50	Pedido no fabricado
	8	4	S/625,00	Pedido no fabricado
	9	5	S/755,00	Pedido no fabricado
	10	8	S/1 175,50	Pedido no fabricado
	11	7	S/1 045,00	Pedido no fabricado
	12	6	S/658,00	Pedido no fabricado
	13	5	S/770,00	Pedido no fabricado
Mayo	1	9	S/1 355,00	Pedido no fabricado
	2	7	S/1 017,00	Pedido no fabricado
	3	5	S/760,50	Pedido no fabricado
	4	7	S/985,45	Pedido no fabricado
	5	8	S/1 155,50	Pedido no fabricado
	6	7	S/994,50	Pedido no fabricado
	7	8	S/1 218,50	Pedido no fabricado
	8	8	S/1 235,00	Pedido no fabricado
	9	4	S/628,50	Pedido no fabricado

	10	8	S/1 215,50	Pedido no fabricado
	11	12	S/1 830,00	Pedido no fabricado
	12	8	S/1 245,00	Pedido no fabricado
	13	7	S/985,00	Pedido no fabricado
	14	5	S/754,50	Pedido no fabricado
	15	7	S/1 010,00	Pedido no fabricado
Junio	1	5	S/765,00	Pedido no fabricado
	2	6	S/849,50	Pedido no fabricado
	3	7	S/1 010,50	Pedido no fabricado
	4	5	S/765,00	Pedido no fabricado
	5	7	S/1 035,50	Pedido no fabricado
	6	9	S/1 365,50	Pedido no fabricado
	7	9	S/1 285,50	Pedido no fabricado
	8	5	S/765,50	Pedido no fabricado
	9	5	S/752,60	Pedido no fabricado
	10	4	S/627,00	Pedido no fabricado
	11	7	S/985,50	Pedido no fabricado
	12	5	S/785,50	Pedido no fabricado
	13	5	S/770,50	Pedido no fabricado
Julio	1	5	S/745,50	Pedido no fabricado
	2	3	S/452,50	Pedido no fabricado
	3	4	S/615,20	Pedido no fabricado
	4	6	S/895,00	Pedido no fabricado
	5	5	S/765,50	Pedido no fabricado
	6	5	S/760,00	Pedido no fabricado
	7	4	S/618,50	Pedido no fabricado
	8	4	S/635,80	Pedido no fabricado
	9	5	S/745,50	Pedido no fabricado
	10	5	S/730,00	Pedido no fabricado
	11	7	S/969,50	Pedido no fabricado
	12	8	S/1 095,00	Pedido no fabricado
Total		443	S/65 650,7	

Fuente: Empresa Tablenorte S.A.C.