

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
BIDONES DE AGUA PARA AUMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO EN
LATINORTE DISTRIBUIDORA S. A. C.**

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

AUTOR

CAMILA ALEJANDRA CASTAÑEDA CABRERA

ASESOR

ANNIE MARIELLA VIDARTE LLAJA

<https://orcid.org/0000-0002-8948-2899>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO
DE BIDONES DE AGUA PARA AUMENTAR EL NIVEL DE
SERVICIO EN LATINORTE DISTRIBUIDORA S. A. C.**

PRESENTADA POR
CAMILA ALEJANDRA CASTAÑEDA CABRERA

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Danny Adolfo Bustamante Sigueñas
PRESIDENTE

María Raquel Maxe Malca
SECRETARIO

Annie Mariella Vidarte Llaja
VOCAL

Dedicatoria

Amar a Dios es la mejor decisión que cualquiera puede tomar. Así, sus innumerables bendiciones a cambio sorprenden e invaden toda nuestra vida. Así fue para mí, decidí confiar y creer en Dios y; que por más obstáculos que se presentaron durante el desarrollo de la presente investigación, cada resultado de ella sería para su gloria y honor. Él simplemente respondió a todo ello con más bendiciones de las que yo me habría imaginado y es por eso que hoy dedico mi tesis a Dios y le agradezco por amarme antes de que yo lo amara a Él.

Agradecimientos

Mi agradecimiento se dirige principalmente a Dios, quien es mi guía y fortaleza para forjarme por el camino correcto.
Agradezco a mi familia, a mis padres y hermanos quienes me han apoyado en todo momento y siempre confiaron en mí durante todo el desarrollo del presente trabajo.
Muchas gracias también a cada uno de los docentes de la universidad que me brindaron sus conocimientos y ayudaron a superarme cada día con sus enseñanzas.

Índice

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
Revisión de la literatura.....	7
Materiales y métodos	10
Resultados y discusión	10
Conclusiones	27
Recomendaciones.....	27
Referencias	28
Anexos.....	30

Resumen

La presente investigación tiene como finalidad plantear una propuesta de mejora del proceso productivo de bidones de agua de mesa de marca “Silvestre” en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C. para aumentar su nivel de servicio y ser más competitivas en el mercado satisfaciendo las necesidades de sus clientes. Es por ello que, se desarrollaron diferentes metodologías de mejora como la ingeniería de métodos, siendo una herramienta base y la cual sigue las etapas del estudio de métodos; después una mejora en la distribución por producto en tipo U para una reducción en traslados innecesarios y las dos herramientas lean manufacturing seleccionadas, las cuales son 5’S y SMED; obteniendo como resultado una disminución del 26,33% en el tiempo de producción total unitario incluyendo tiempos de set-up pasando de 5,66 minutos a 4,17 minutos; y con un aumento del nivel de servicio al 100% y 99,98% con respecto a una proyección al año 2021 y 2022 respectivamente.

Palabras claves: Mejora de procesos, Lean Manufacturing, Nivel de servicio

Abstract

The purpose of this research is to propose a proposal to improve the production process of "Silvestre" table water drums in the company Latinorte Distribuidora S. A. C. to increase its level of service and be more competitive in the market satisfying the needs of its customers. For this reason, different improvement methodologies were developed, such as the engineering of methods, being a basic tool and following the stages of the study of methods; then an improvement in the distribution by product in type U for a reduction in unnecessary transfers and unproductive times which don't add value to the process; and also the two selected lean manufacturing tools, which are 5'S and SMED; resulting in a decrease of 26,33% in total unit production time including set-up times from 5.66 minutes to 4.17 minutes; and with an increase in service level to 100% and 99.98% over a projection to 2021 and 2022 respectively.

Keywords: Process Improvement, Lean Manufacturing, Service Level

Introducción

Durante los últimos años la industria de empresas envasadoras de agua de mesa ha ido incrementando debido al consumo de botellas o bidones de agua de mesa ya que dicho mercado busca nuevas alternativas más saludables o “light” en lo que a bebidas se refiere. En algunos países como Bolivia, el presidente de la Cámara Nacional de Industrias (CNI) [1], Blazicevic, informó que a partir del año 2016 hasta la fecha se llegó a alcanzar un promedio de 192 empresas dedicadas a la fabricación y envasado de bebidas no alcohólicas o agua de mesa, cuyo valor en ventas representa 6 948 millones de bolivianos. De la misma forma, en países como Argentina se identificó una creciente demanda en dicho sector ya que, según el Diario Río Negro [2] el crecimiento del consumo de bidones de agua de mesa en los últimos años ha sido exponencial como en la ciudad de Roca, se ubicó la demanda de bidones en más 500 000 litros de agua comercializados al mes, llegando a vender entre 20 000 y 25 000 bidones de agua de mesa.

En el Perú, según consultora internacional Kantar Worldpanel [3] la participación de agua embotellada abarcó el 30% de la participación total de las bebidas sin alcohol durante el año 2017 y durante tres años el consumo de agua embotellada ascendió de 24% a 30% a comparación de la participación del consumo de gaseosas la cual bajó del 47% a 44%. Además, el consumo de agua en bidones creció 13,3% en comparación a las botellas de 625 ml, ambos referidos al periodo del 2016 al 2017, evidenciando crecimiento de presentaciones de mayor volumen.

La empresa Latinorte Distribuidora S. A. C., la cual se dedica a la fabricación y comercialización de tres líneas de productos: bolsas con cubos de hielo, cajas con agua de mesa y bidones de agua de mesa. De ellos, el producto bandera es la línea de bidones de agua con la marca Silvestre, cuyas ventas representan el 45% del total de los meses de agosto a diciembre del año 2019 y es donde se realizó la presente investigación. Latinorte tiene entre sus principales problemas los pedidos no atendidos por incumplimiento en los plazos de entrega con un total de S/ 29 775 de agosto a diciembre del año 2019, con un nivel de servicio del 84,43%, es decir que el 15,57%, del total de pedidos, no se llegan a vender; además de S/ 3 240 de costos de hora extra de mano de obra, es decir 12,2 % más que el año 2018. La principal causa de dicho problema se encuentra en el proceso productivo de dichos bidones en relación a tiempos que no agregan valor al proceso siendo un total de 198,52 segundos que representa el 26,83% del total del tiempo de producción, así como también a tiempo de cambio o preparación de las herramientas, materiales y utillajes necesarias para pasar de dicha línea de producción a otra, siendo este de 83,406 minutos. Dicho tiempo de cambio representa el 33,49% del tiempo total de producción de bidones de agua de mesa, limitando la competitividad de la empresa para poder satisfacer las necesidades de sus clientes. Por lo que se planteó la siguiente pregunta ¿En qué medida la mejora del proceso productivo de bidones de agua de mesa aumentará el nivel de servicio en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C.?

A partir de la problemática de la empresa se han determinado como objetivo general proponer la mejora de proceso productivo de bidones de agua de mesa “Silvestre” en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C., y como objetivos específicos, primero diagnosticar la situación actual de proceso productivo de bidones de agua de mesa en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C., luego determinar las herramientas de mejora del proceso productivo bidones de agua de mesa “Silvestre”, después elaborar la propuesta de mejora del proceso productivo de bidones de agua de mesa, basada en las herramientas seleccionadas y por último realizar el análisis de costo beneficio de la propuesta de mejora.

Revisión de la literatura

Dentro de las herramientas de mejora de procesos se toma en cuenta la distribución por producto o taller de flujo, que según Salas [4] la define como aquella en donde la línea de producción está orientada al flujo del producto con una secuencia de las operaciones, ordenando una

operación adyacente a la siguiente, siendo la aplicada la de tipo U pues se desea que el producto final termine en un local cercano al ingreso, reduciendo los tiempos improductivos durante la producción. [4] En este tipo de distribución, la línea de producción debe estar equilibrada basándose en criterios e indicadores como: número de estaciones, siendo la división entre la sumatoria total de tareas y el tiempo de ciclo, y la eficiencia, la cual es el porcentaje de la división entre la sumatoria total de tareas y la multiplicación de tiempo de ciclo con el número de estaciones.

Otra de las metodologías de mejora de procesos son las lean manufacturing, que según Maldonado [5] la define como la filosofía de mejoramiento de procesos de manufactura basado en eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso, siendo las utilizadas: las 5'S, una metodología orientada a un sistema de organización, estandarización y limpieza de un área de trabajo contribuyendo a la cultura de cambio y la cual consta de 5 principios: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke [6] De igual manera, es necesario el uso de control visual: andon, un elemento de la filosofía lean que agrupa un conjunto de medidas de comunicación visual para plasmar de forma sencilla el estado de un sistema productivo, siendo estas: lámparas de colores, tableros de información, lista de verificación, marcas en el piso, tablero de resultados, entre otras. [7]

Otra metodología utilizada es Single Minute Exchange of Die (SMED), que según Cruelles [8], la define aquella encargada de mejorar los tiempos de cambio de formato o tiempos de set-up para un máximo aprovechamiento a las máquinas o equipos, reducir costes y aumentar la flexibilidad de los clientes. Además, consta de 4 etapas las cuales son: la etapa preliminar, donde se identifican de las operaciones de cambio; la primera etapa, separando las operaciones de cambio en internas o externas; la segunda etapa, que convierte las operaciones internas en externas y por último la tercera etapa, basada en perfeccionar todas las operaciones internas y externas para dar un seguimiento de todo lo sucedido en la producción y realizar correcciones en el caso sea necesario.

Asimismo, en la estimación de resultados se ha utilizado la técnica de juicio de expertos que, según Escobar y Cuervo [9] es un método útil de validación para la fiabilidad de una investigación ya que requiere de la opinión informada de personas expertas en el tema. Otra herramienta utilizada es el análisis de escenarios, que según Pérez [10] menciona que se emplea para realizar previsiones en diferentes entornos mediante distintos escenarios. Estos escenarios se clasifican en: pesimista, siendo el resultado del fracaso total del proyecto; conservador, el resultado más probable y debe ser objetivo basándose en la mayor información posible y; el optimista, donde existe la posibilidad de lograr con éxito los objetivos previstos. [11] Ahora bien, para el análisis cualitativo de riesgos se tomó en cuenta tanto la guía del PMBOK [12] que lo define como un medio rápido para establecer prioridades enfocándose en gestionar riesgos para reducir nivel de incertidumbre del proyecto; así como la escala de valoración de impacto del proyecto planteada por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM, [13] para la estimación del análisis de escenarios, siendo dichos valores:

Tabla 1. Escala de valores para análisis de escenario

Impacto	Tipo de escenario
80 %- 100%	E1: Escenario optimista
40% %- 79%	E2: Escenario conservador
20%-39%	E3: Escenario pesimista

Fuente: ITESM

Los indicadores para medir la mejora en el proceso productivo son: el incumplimiento de tiempos de entrega, que según Mora [14] lo define como el porcentaje de productos que no cumplen con las fechas de entregas definidas, siendo pedidos rechazados, en relación al total de pedidos de compra recibidos; y el nivel de servicio, que según Vermorel [15] define al nivel

de servicio como el porcentaje de la demanda total en unidades que se satisface realmente en una empresa.

En investigaciones realizadas se encontró problemas similares. En 2015, Grimaldo, Silva, Fonseca y Molina [16] en su investigación “Analysis of working methods and times: Stand Deportivo textile company case” tuvo como principal problema los incumplimientos de pedidos y altos tiempos de fabricación, es por ello que se planteó el estudio de métodos y tiempos de trabajo para mejorar el proceso productivo y eficiencia en las estaciones de trabajo, llegando a obtener como resultados el tiempo estándar para la fabricación de una unidad de camisetas estampadas de 1,24 horas, un cuello de botella en la etapa de preparación de hombros y mangas con tiempo estándar de 21,29 minutos. Dicha investigación aportó las herramientas básicas que se deben aplicar como es la ingeniería de métodos mediante un estudio de tiempos para mejorar el proceso productivo en una empresa.

En 2019, Andrade, Del Río y Alvear [17] en su investigación titulada “A Study on Time and Motion to Increase the Efficiency of a Shoe Manufacturing Company” tuvo como problema principal baja producción de 1820 unidades mensuales que representa un déficit del 4,21% por lo que se tuvo como objetivo mejorar el proceso productivo de la línea mediante la ingeniería de métodos como estudio de tiempos y movimientos usando diagrama Ishikawa, se esquematizó el proceso mediante DOP y se obtuvo la información separando actividades productivas e improductivas,, llegando a obtener una capacidad de 96 unidades diarias representando el 96,78% .Dicha investigación aportó la aplicación de las fases de la ingeniería de métodos como base para mejorar procesos productivos mediante diferentes tipos de herramientas como el DOP y DAP.

En 2013, Gacharná [18] en su investigación titulada “Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones empleando herramientas de Lean Manufacturing” identificó como problema el aumento de los tiempos de proceso de 9 minutos y pérdidas de tiempo por transportes innecesarios, por lo cual se optó por determinar herramientas de manufactura esbelta que ayuden a mejorar los procesos productivos, siendo estas: TPM, 5S y la manufactura celular, donde se empleó una distribución tipo U, obteniendo como resultados, mediante un simulador ProModel, una reducción promedio de 21,4% de tiempos improductivos, donde se aplicó la distribución tipo U. Dicha investigación aportó el estudio detallado para la selección de herramientas apropiadas a emplear de acuerdo al problema y la metodología de distribución tipo U la cual sirvió de base para la mejora en los tiempos de no valor agregado.

En 2019, Trujillo [19] en su investigación titulada “Optimización en la producción de bebidas para una envasadora, mediante aplicación de herramientas lean” trató como problema los altos tiempos de proceso productivo de 30729,86 segundos con una productividad actual de 58,55 botellas/hora, es por ello que, con el fin de mejorar el proceso, ajuntando el tiempo al takt time y la eliminación de desperdicios se utilizó las herramientas de lean manufacturing, iniciando con el VSM y un simulador Flexsim para el detalle del proceso, seguido de las 5S y control visual, donde se obtuvo un nuevo de tiempo de ciclo de 26013 segundos, con una reducción del 12,7%, además de un aumento en la productividad de 69,15 botellas/hora. Dicha investigación aportó los pasos para una mejora de procesos mediante un enfoque de las nuevas filosofías lean de las 5's y control visual.

En 2017, Rodríguez [20] en su investigación titulada “Aplicación del sistema SMED para incrementar la productividad del proceso de envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AJEPER S.A” trató como principal problema la baja productividad debido a los altos tiempos de cambio de formato los cuales eran de 202,54 minutos, es por ello que con el fin de mejorar su proceso productivo se implementó la metodología SMED en la llenadora donde se analizó a detalle los tiempos y actividades de cambio de formato, después se desarrollaron las fases y por último se realizó la estandarización de las actividades antes y después de la implementación,

donde se obtuvo una reducción del 30,13% en los tiempos de cambio de formato. Dicha investigación aportó herramientas y metodologías lean que pueden ser aplicadas en la presente investigación y servirán de referencia de los tiempos de cambio pues es del mismo rubro de envasado de bebidas.

Materiales y métodos

Se diagnosticó la situación actual del proceso productivo de bidones de agua de mesa identificando el tiempo de producción total y tiempos de cambio de formato mediante la observación y mediciones de tiempo haciendo uso del estudio de tiempos utilizando instrumentos como las hojas de registro de información de datos de producción, fichas de observación, el cronómetro y video cámaras para hacer las grabaciones respectivas. Además, se identificó el incumplimiento en tiempos de entrega, el nivel de servicio y el incremento de costo de hora extra trabajada 2018-2019.

Luego se analizaron las diferentes metodologías basadas en antecedentes para la mejora del proceso productivo siendo la ingeniería de métodos, la base para un análisis minucioso del proceso productivo de bidones de agua además de herramientas de ingeniería para disminuir tiempos improductivos como una nueva distribución por producto tipo U. De igual manera, se realizó una matriz de selección de las herramientas lean manufacturing siendo las elegidas la metodología de 5'S y SMED. Todo ello, mediante técnicas de recolección de datos como análisis bibliográfico para la determinación de las herramientas de mejora.

El siguiente punto fue realizar las propuestas de mejora en base a las metodologías seleccionadas, desarrollando las primeras etapas de la ingeniería de métodos, seguido se planteó establecer primero una distribución por procesos tipo U y, por último, se desarrolló las metodologías lean seleccionadas: las 5'S y la metodología SMED. Las técnicas de recolección utilizadas fueron la observación e instrumentos como fichas de observación, evaluación y verificación.

Por último, se realizó el análisis de beneficio económico mediante instrumentos de recolección como libros y hojas de registro de Excel, calculando la inversión realizada durante el desarrollo de la investigación, así como también el margen de contribución y viabilidad del presente proyecto de investigación con su respectivo periodo de recuperación.

Resultados y discusión

1. Diagnóstico de la situación actual

La empresa Latinorte Distribuidora S. A. C. cuenta actualmente con tres líneas de productos, siendo los bidones de agua de mesa, su producto bandera identificando al cierre del 2019 un porcentaje de ventas del 45%. La línea de bidones de agua de mesa cuenta con tres tipos de bidones: producto A, bidones de polipropileno con caño; producto B, bidones de policarbonato con válvula; y producto C, bidones de policarbonato para dispensadores.

En el proceso productivo de la línea de bidones, no se cuentan con una estandarización en cuanto al tiempo que demanda cada actividad realizada, es por ello que fue necesario realizar un estudio de tiempos, el cual se muestra en Anexos 1, tanto para el tiempo de producción siendo este de 4,15 minutos, con un total de 73,17 % y 26,83% de actividades productivas e improductivas respectivamente; así como también para las actividades de cambio de formato con un tiempo de 83,406 minutos. De ahí se identificó que el 41,3% del total dichas actividades de set-up se encuentran en el área de envasado, siendo el área crítica y donde se desarrolló el diagrama hombre-máquina para la llenadora, identificando un tiempo muerto de la máquina de 33,33 minutos durante un turno de 4 horas con una producción de 55 unidades. Anexo 2. Asimismo, se determinó que, durante un mismo turno de 55 unidades, el proceso de envasado, demanda un tiempo de 86,54 minutos, el cual se divide entre el proceso de llenado y tapado, con 68,84 minutos y 17,7 minutos respectivamente. Dichos procesos, se ven afectados por los

altos tiempos de cambio de formato que se realizan, representando el 35,5% del tiempo total de proceso de llenado y el 56,3% para el proceso de tapado.

Por consiguiente, se calculó el porcentaje de la efectividad total de la máquina de llenado siendo un promedio de 15,49% lo cual es inaceptable y significa baja competitividad con pérdidas económicas ya que no se está utilizando de manera óptima la disponibilidad de la máquina. Dicho cálculo se muestra en Anexo 3.

Ahora, a partir del estudio de tiempo se determinó el tiempo de producción total incluyendo tiempos de set-up, para un tamaño de lote promedio de 55 unidades:

Tiempo de ajuste + tiempo de producción= Tiempo total de operación

$$83,406 \text{ min} + 55\text{uds}(4,15\text{min}) = 311,656 \text{ min}$$

Tiempo total de operación por unidad incluyendo los ajustes:

$$311,656 \text{ min} / 55 \text{ tamaño de lote} = 5,66 \text{ min}$$

Llegando a obtener un tiempo total de 5,66 minutos, es decir un aproximado de 1,51 minutos más por bidón de agua. Dicho tiempo por unidad trae consigo problemas en el cumplimiento de pedidos a tiempo, ya que, al realizar el cálculo del takt time de los tres tipos de productos se indica que se debe producir cada 4,94 minutos, siendo este menor al tiempo actual de producción.

Por último, se determinaron los indicadores actuales de producción:

- ❖ **Capacidad de diseño:** se determinó la producción mensual teórica en base al tiempo disponible diario, el tiempo de producción unitario y los tiempos de cambio de formato:

$$\frac{\left(480 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}\right) - 3002,62 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{4,15 \text{ min/bidón}} = \frac{2284 \text{ bidones}}{\text{mes}}$$

- ❖ **Capacidad real:** se calculó en base al promedio de producción mensual durante el periodo agosto-diciembre 2019, siendo un total de 2684 bidones mensuales.
- ❖ **Capacidad ociosa:** No existe capacidad ociosa actualmente en la planta ya que no hay tiempo suficiente al mes para producir todos los pedidos requeridos y, debido al alto tiempo unitario, se recurre a horas extras.

Así como también los indicadores actuales de nivel de servicio:

- ❖ **Incumplimiento en tiempos de entrega:** se identificó un total de S/ 29 775 por pérdidas en productos no atendidos debido al incumplimiento en tiempos de entrega durante los meses de agosto a diciembre 2019, con un promedio de 15,57%. Anexo 4 para mayor detalle.
- ❖ **Nivel de servicio actual de la empresa:** se identificó el nivel de servicio actual de la empresa representando un promedio de 84,43% durante dicho periodo. Anexo 5 para mayor detalle de dichos cálculos.
- ❖ **Costo total de horas extras trabajadas:** el factor mano de obra también fue analizado en relación a las horas extras trabajadas durante el periodo agosto-diciembre 2019. Dichos costos de horas extras trabajadas durante el periodo agosto-diciembre del 2019 han incrementado en un promedio del 12,2% en relación al año 2018, pasando de S/ 2 887,8 a S/ 3 240,00. Anexo 6 para mayor detalle sobre dichos cálculos.

2. Determinación de herramientas de mejora del proceso productivo

Se tomó como punto de partida para la mejora del proceso productivo de bidones de agua la ingeniería de métodos, como base para un primer análisis del proceso productivo mediante un estudio sistemático y crítico de las operaciones y métodos de trabajo, utilizando herramientas de apoyo como: estudio de tiempos, DOP, DAP, cursograma analítico, diagrama de Ishikawa y Pareto, entre otros. Es por ello que, se consideró desarrollar las primeras fases de la ingeniería de métodos, las cuales son: seleccionar, registrar y examinar; para después pasar a una cuarta fase de establecer métodos de mejora haciendo uso de otras herramientas.

Como propuesta de mejora complementaria, se determinó utilizar la redistribución de las estaciones en base a una distribución por producto tipo U ya que se busca disminuir los tiempos de traslados y actividades sin valor agregado durante el proceso, produciendo un gran volumen de productos de manera fluida y aprovechando la mayor cantidad de espacios dentro de la planta.

Del mismo modo, otras de las herramientas de mejora propuestas fueron las de lean manufacturing, para lo cual se realizó la matriz de selección de aquellas aplicables a la problemática de la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C., priorizando aquellas que tuvieron mayor impacto en la empresa, siendo estas 5'S y SMED según tabla 2.

Tabla 2. Matriz de selección de herramientas lean aplicables al problema de la empresa

Puntos críticos	5'S	Kanban	Jidoka	SMED	Manufactura celular	Just in time	Heijunka	TPM
Gran porcentaje de actividades improductivas	x				x	x		
Falta de orden y limpieza en área de trabajo	x							
No hay utilización óptima de recursos (materiales, equipos)	x			x	x			
Elevados tiempos de cambio	x			x				X
Baja disponibilidad de maquinaria				x				X
Inventario de producto en proceso	x	x	x			x		
Retrasos de producción	x	x		x	x	x	x	
Takt time más bajo que tiempo unitario de producción	x						x	
TOTAL	7	2	1	4	3	3	2	2

Fuente: Elaboración propia

3. Propuesta de mejora de las herramientas seleccionadas

Se realizó un primer análisis siguiendo las primeras cuatro fases de la ingeniería de métodos, mediante diferentes diagramas como DOP, DAP, cursograma analítico, diagrama de Ishikawa, entre otras.

Fase 1: Seleccionar el proceso a ser estudiado, donde mediante el estudio de tiempos, se identificó que la etapa de montado de caños a los bidones de agua comprende el mayor tiempo productivo total representando el 15,67%, sin tomar en cuenta el proceso de llenado pues este se retrasa como consecuencia del proceso anterior. Además, consta de actividades innecesarias como son los transportes o traslados del operario para llevar bidones o recoger las piezas de los caños de almacén.

Fase 2: Registrar por observación directa, donde se registró la información referente al proceso productivo de bidones de agua mediante gráficos o diagramas tales como el diagrama de operaciones de proceso (DOP) y el cursograma analítico, teniendo en cuenta las actividades que agregan y no agregan valor al proceso. Dichos diagramas se muestran en Anexos 7.

A partir de ello, se identificó un total de 30 actividades productivas, representando el 73,17 % del total de actividades y 11 actividades improductivas, es decir el 26,83 % del total de ellas.

$$Tiempos muertos = \frac{\text{Actividades improductivas}}{\text{Total de actividades}} = \frac{11}{41} \times 100 = 26,83\%$$

Fase 3: Examinar lo registrado, para lo cual previamente se necesitó tanto de la observación presencial en planta como de los diagramas registrados en la etapa anterior. Se examinó lo registrado en el proceso de montado y proceso productivo total mediante una lluvia de ideas colocando los resultados en los diagramas de Ishikawa ubicados en Anexo 8.

Tomando como referencia el diagrama de Ishikawa del proceso productivo para un análisis más detallado, se determinó las principales causas que generan las actividades innecesarias de transportes, esperas y altos tiempos en actividades de cambio de formato. Es por ello que, se utilizó el método de observación directa y entrevista a puestos claves de la empresa quienes, aportaron con la identificación del número de incidencia de dichas causas tomando una muestra de 15 días.

Asimismo, se halló la frecuencia absoluta y acumulada de las causas identificadas, siendo estas de A hasta la F aquellas que conforman el 74,58% por tanto, fueron a las que se les prestó mayor atención con la finalidad de reducirlas o eliminarlas. En Anexo 9 se muestra el registro de incidencia de las causas, así como también el diagrama de Pareto de las mismas identificadas a partir de la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Frecuencia de causas que generan actividades innecesarias en proceso productivo

CAUSAS	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia acumulada	Porcentaje absoluto (hi)	Porcentaje acumulado (Hi)
A Actividades de cambio de formato	14	14	23,73%	23,73%
B Falta de orden y limpieza	7	21	11,86%	35,59%
C Insumos y herramientas ubicados a largas distancias	7	28	11,86%	47,46%
D Obstaculización en ambiente de trabajo	6	34	10,17%	57,63%
E Ausencia de equipos de apoyo para trasladar material	5	39	8,47%	66,10%
F M.O no utiliza herramientas de apoyo	5	44	8,47%	74,58%
G Demoras por desgano de personal	5	49	8,47%	83,05%
H No hay supervisión de trabajo	5	54	8,47%	91,53%
I Ausencias por fatiga de personal	5	59	8,47%	100,00%
TOTAL	59			

Fuente: Elaboración propia

Fase 4: Idear o establecer los métodos, se establecieron métodos de mejora, para lo cual primero se propuso:

- ❖ Una distribución por producto tipo U:

Actualmente la empresa cuenta con una distribución por producto con una secuencia en las operaciones siendo una línea continua, con estandarización en el producto y no se necesita de operarios especializados. En este tipo de distribución, el producto determina el número de estaciones de trabajo, equilibrando cada una de ellas con el fin de lograr la mayor eficiencia posible. En la siguiente tabla se muestran los datos del proceso productivo y la agrupación de estaciones donde el tiempo máximo equilibrado por cada estación es de 48,44 segundos, resultando un total de 6 estaciones y con un tiempo muerto de 41,37 segundos.

Tabla 4. Datos de proceso productivo y agrupación de estaciones

Letra	PROCESO PRODUCTIVO		AGRUPACIÓN DE ESTACIONES		
	Descripción	Tiempo (s)	Número de estaciones	Tiempo (s)	Tiempos muertos (s)
A	Selección	3,62	1 : A-C	42,74	5,70
B	Desmontado	18,42			
C	Lavado manual	20,70			
D	Enjuague mecánico	16,23	2 : D-F	38,98	9,46
E	Despiezado	18,79			
F	Remojado	3,96			
G	Lavado manual	21,36			
H	Enjuague	9,98	3 : G-I	34,45	13,99
I	Desinfección	3,11			
J	Montado	39,05			
K	Llenado	48,44	4 : J	39,05	9,39
L	Tapado	8,43	5 : K	48,44	0,00
M	Precintado	25,37			
N	Etiquetado	11,82			
TOTAL		249,28			

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Número de estaciones} = \frac{249,28 \text{ s}}{48,44 \text{ s}} = 5,14 = 6 \text{ estaciones}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{249,28 \text{ s}}{6 \text{ estaciones} * 48,44 \text{ s}} * 100 = 85,8\%$$

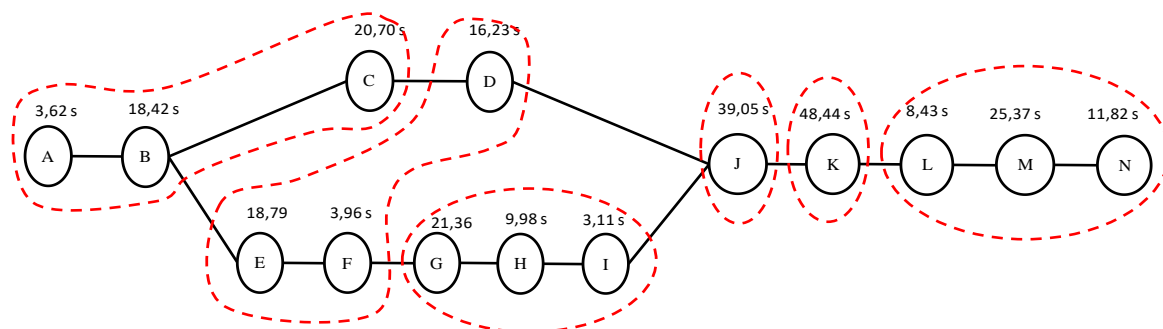


Figura 1. Asignación de estaciones en diagrama de precedencia de proceso productivo de
Fuente: Elaboración propia

A partir de dicha premisa, la propuesta necesaria se basó en la distribución tipo U para disminuir tiempos de traslados durante el proceso, mediante 4 pasos.

El paso 1 fue la creación del diagrama de recorrido actual, se muestra en Anexo 10, identificando cruces en las diferentes estaciones de trabajo, en especial en área de producción por la cantidad de traslados que se deben hacer, en el área de tapado, precintado y etiquetado, además de espacios vacíos sin ser utilizados.

El paso 2 fue la propuesta de cambio para nueva ubicación de estaciones de trabajo, donde se tuvieron en cuenta restricciones como:

- El sistema de tuberías y filtros está adaptado para la máquina de llenado en un lugar específico lo cual impide su desplazamiento.
- Existe una división de área entre el lavado y la producción de bidones mediante una pared con una zona de traslado de material.

Las propuestas de cambio en la distribución física de la planta fueron las siguientes:

Para el área de lavado:

- Reubicar las diferentes zonas del área de lavado de bidones, como el lavado manual, enjuague, desinfección y remojo de caños, con el fin de mantener un flujo continuo en forma de U evitando transportes y traslados innecesarios.
- Desplazar las mesas de trabajo del área de lavado cerca al proceso de desinfección y remojo de caños.

Para el área de producción:

- Disponer de mesas de trabajo o estantes cerca de la zona de montado de caños con el fin de evitar desplazamientos innecesarios a almacén y que se pueda continuar con el recorrido del proceso productivo.
- Disponer de mesas de transporte cerca del proceso de tapado, precintado y etiquetado para continuar recorrido al área de producto terminado.

Todo ello se ve evidenciado en el diagrama de recorrido propuesto, en el cual se puede observar la reubicación simple, realizada por los operarios, únicamente de estantes de trabajo, equipo de tapado y estación de precintado y etiquetado. Se muestra dicho diagrama en Anexo 11.

El paso 3 fue la charla de capacitación al personal de la empresa, con la finalidad de saber cómo se va a implementar la mejora y la importancia de la misma, para lo cual no se necesitó de mucha complejidad ya que la empresa cuenta con poca cantidad de operarios quienes tienen conocimientos previos de todas las actividades del proceso productivo. Dicha capacitación sería realizada un fin de semana por un proveedor externo para las áreas de lavado y producción con una duración no mayor a 1 hora. Además, se propuso realizar programas de retroalimentación, realizados por el jefe de producción y operarios, con el fin de identificar si se están cumpliendo con la propuesta.

El paso 4 fue la estimación de resultados de la situación actual y propuesta, donde se consideró las causas con su respectivo porcentaje total de incidencias, obtenido de la tabla 3, que se solucionan con la presente propuesta, las cuales son:

- Insumos y herramientas ubicados a largas distancias (11,86%),
- Ausencia de equipos de apoyo para trasladar material (8,47%) y
- Mano de obra no utiliza herramientas de apoyo (8,47%),

Sumando un total de 28,81%, el cual fue multiplicado por un análisis de escenarios mediante una escala de valores teórica, para medir el impacto desde un aspecto favorable (80%), conservador (60%) y desfavorable (30%), siendo el escenario conservador elegido ya que se basó en la realidad de la empresa, las causas identificadas en cuanto a personal que no

comprometido con sus actividades diarias, una débil cultura organizacional y desmotivación, además de imprevistos que puedan ocurrir después de la implementación.

Mediante los resultados de la primera metodología de mejora, en un escenario conservador se tuvo una reducción de 17,29% del tiempo improductivo, disminuyendo el tiempo de producción unitario total a 5,45 minutos. Sin embargo, se necesitó de otras metodologías para cumplir con el objetivo de la investigación.

Tabla 5. Resultados estimados mediante análisis de escenario

	Situación actual	Situación estimada		
		Escenario optimista	Escenario conservador	Escenario pesimista
% reducción	-	23,03%	17,29%	8,64%
Tiempo de traslados	73,7 s/bidón	56,71 s/bidón	60,96 s/bidón	67,33 s/bidón
Tiempo productivo	4,15 min/bidón	3,87 min/bidón	3,94 min/bidón	4,05 min/bidón
Tiempo productivo incluyendo set up	5,66 min/bidón	5,38 min/bidón	5,45 min/bidón	5,55 min/bidón

Fuente: Elaboración propia

- ❖ La metodología de 5'S, fue la segunda propuesta de mejora basada en un enfoque de lean manufacturing, por lo que se siguieron las etapas correspondientes:

Primera S es la denominada “Seiri”, que significa “Clasificación o separación”, es por ello que, para identificar aquellos elementos que son necesarios y los que no, se realizó una observación y entrevista con el personal haciendo uso de una hoja de verificación, ubicada en Anexo 12.

En la siguiente tabla 6 se clasifican aquellos elementos necesarios y los que no son necesarios, no se utilizan y deben ser eliminados, además de la disposición final de estos últimos. Las evidencias de dichos elementos observados se encuentran en Anexo 13.

Tabla 6. Elementos necesarios e innecesarios durante el proceso

ELEMENTOS NECESARIOS Y UTILIZADOS	ELEMENTOS NO NECESARIO Y SIN USO	
	Descripción	Disposición final
Parihuelas desordenadas.	Parihuelas sin uso	Reparación y reubicación
Mesas de transporte mal ubicadas.	Tapas desechables en el suelo.	Depositar en tachos de basura
Elementos (escobillas, esponjas, detergentes en frasco) desordenados.	Bolsas y tinas deterioradas y sin uso	Desechar haciendo uso de tarjeta roja
Recipientes desordenados para cada parte de las piezas de los caños.	Tinas y baldes sin uso en proceso	Reubicación
Estante con recipientes de tapas desordenados.	Envase de desinfectantes vacíos	Desechar haciendo uso de tarjeta roja
	Frascos de desinfectante desordenados.	Reubicación
Mesas de transporte y apoyo mal ubicadas.	Objetos del personal	Reubicación
	Elementos de apoyo oxidados, recipientes sin uso.	Desechar haciendo uso de tarjeta roja
Tuberías, cables y conexiones ordenadas.	Elementos de limpieza sin uso durante el proceso.	Reubicación
	Recipientes de tapas vacíos.	Desechar haciendo uso de tarjeta roja

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que, se propuso emplear la herramienta Andon, tarjetas rojas, para poder etiquetar aquellos elementos que serán desechados. Dicha tarjeta se muestra en Anexo 14.

De igual manera, se usó de otra herramienta Andon, la hoja de evaluación 5'S, con el fin de inspeccionar y evaluar el cumplimiento de lo establecido, para lo cual se tuvo un rango de 0-100% y se debe tener un puntaje promedio mínimo del 80% para pasar a la segunda fase. Anexo 15.

Segunda S es la denominada “Seiton” que significa “Orden”, donde se identificó la existencia de elementos mal ubicados o desordenados pero que sí son necesarios y utilizados durante la producción, por lo cual se plantearon diferentes propuestas de orden para dichos elementos, así como también se identificaron sus frecuencias de uso y disposición final.

Tabla 7. Propuesta de orden para elementos necesarios

ELEMENTOS A ORDENAR MEDIANTE LA SEGUNDA S (SEITON)	PROPUESTA DE ELEMENTOS ORDENADOS Y NECESARIOS		
	Descripción	Frecuencia de uso	Disposición final
Parihuelas desordenadas.	Parihuelas ordenadas y ubicadas correctamente.	3	Téngalo a disposición y cerca del área de trabajo
Mesas de transporte y apoyo mal ubicadas.	Mesas de transporte y apoyo ubicados en zona específica	2	Disponer cerca a la persona
Basureros mal ubicados y desordenados.	Basureros separados y ordenados por área.	3	Téngalo a disposición y cerca del área
Elementos (escobillas, esponjas, cepillos, detergentes en frasco) desordenados y desorganizados.	Estante con separadores donde se ubiquen las escobillas, esponjas, cepillos, detergentes en frasco, entre otros de manera ordenada y organizada.	3	Téngalo a disposición y cerca del área de trabajo
Recipientes desordenados para cada parte de las piezas de los caños.	Recipientes separados por colores y etiquetados para cada parte de las piezas de los caños.	3	Téngalo a disposición y cerca del área de trabajo
Estante con recipientes de tapas desordenados.	Estante con recipientes de tapas de diferentes colores dependiendo del tipo de bidón.	3	Téngalo a disposición y cerca del área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Otro punto a tomar en cuenta es la gestión del almacén del producto terminado, donde los bidones se encuentran apilados sobre parihuelas de manera desordenada dificultando la búsqueda para ser entregados. Es por ello que se propuso una nueva distribución del almacén donde se separó mediante marcas en el suelo, los tres tipos de productos de la línea de bidones de agua para poder encontrarlos de una manera más rápida y agilizar el proceso de entrega. Dicha propuesta se muestra en Anexo 16.

En última instancia de la segunda etapa, se hizo uso de otra herramienta Andon, al igual que en la primera fase teniendo un puntaje mínimo del 80% para pasar a la tercera fase. Anexo 15

Tercera S es la denominada Seison que significa “Limpieza”, por lo que se planteó un programa de limpieza en relación al área, actividades a realizar, responsable y la frecuencia de mantenimiento establecidas, mostrado en la Anexo 17, ya que se identificó entre las principales áreas con mayor suciedad: la recepción, selección y desmontado, debido a basureros repletos con tapas de bidones tiradas en el suelo. Además, en el área de precintado y etiquetado se observó elementos como, pedazos de collarines de plástico y etiquetas tiradas en el suelo y cajas para agua de mesa, que no son utilizados y deben ser eliminados rápidamente para no acumular basura dentro del área.

Para continuar con la cuarta etapa de esta metodología, se utiliza la ficha de evaluación de las 5'S determinando un puntaje mayor al 80% lo cual significa que se ha trabajado correctamente y se pasa a la fase Seiketsu. Anexo 15

Cuarta S es la denominada “Seiketsu” que significa “Estandarización”, por tanto se propuso colocar, mediante herramientas Andon o de administración visual, avisos, carteles o señaléticas sobre la limpieza y el orden durante la jornada laboral, considerando el tamaño adecuado y de manera visible y entendible, así como también la marcación de las áreas de trabajo para implementar la estandarización mejorando la eficiencia de las estaciones y, manuales de estándares y verificación de que todo se está cumpliendo de manera correcta. Otra propuesta fue la herramienta de comunicación OPL, Lección de un punto, la cual sirva a los operarios para que conozcan todos los aspectos relacionados al proceso productivo y utilización de máquinas y equipos. Por último, para la fase 4, se empleará la misma hoja de evaluación del Anexo 15 para medir el nivel de cumplimiento y mejora de los criterios a evaluar y herramientas propuestas.

Quinta S es la denominada “Shitsuke” que significa “Disciplina”, en esta última fase se planteó la propuesta de una limpieza y orden de 5 minutos para que cada operario se encargue de su puesto de trabajo y que, cada vez que se ensucie, se limpie inmediatamente o se regresen a su lugar los materiales o equipos una vez utilizados. Asimismo, respetar horarios de descanso para una mejor motivación al realizar sus labores y las relaciones entre el personal de las áreas e, implementar un ideal de prevención y recuperación cuando se evidencien elementos de control visual deteriorados.

Por último, se consideró importante realizar un diagrama de Gantt para determinar el periodo de implementación para cada etapa de la metodología 5'S ubicada en Anexo 18, así como también realizar mediciones periódicas para evaluar el desempeño de la metodología de las 5S utilizando una hoja de verificación periódica de la metodología 5'S en la empresa. Anexo 19.

Resultados estimados mediante la metodología 5'S, cabe mencionar que se consideró previamente la reducción obtenida por la distribución por producto tipo U y de igual manera las causas con sus respectivos porcentajes de incidencia, identificadas en la tabla 3, que se solucionan con la propuesta de 5'S:

- Falta de orden y limpieza (11,86%) y
- Obstaculización en ambiente de trabajo (10,17%), sumando un total de 22,03%;

Además de un análisis de escenarios con un mismo rango de valores según la ITESM, y tomando los porcentajes de manera subjetiva de 80%, 60% y 30% para un escenario optimista, conservador y pesimista respectivamente. Por consiguiente, se evaluó dicho análisis mediante el escenario conservador, el cual fue elegido, debido a la realidad de la empresa en cuanto a personal que no siempre cumple las normas de orden y limpieza, no está totalmente comprometido con sus actividades diarias, existe desmotivación a la hora de trabajar, además de imprevistos que puedan ocurrir luego. Se tuvo como resultado un porcentaje de reducción de 13,22% del tiempo de producción total pasando a 4,73 minutos.

Tabla 8. Resultados esperados de la metodología de las 5'S

	Situación actual	Situación estimada		
	basada en metodología precedente	Escenario optimista	Escenario conservador	Escenario pesimista
% reducción	-	17,63%	13,22%	6,61%
T. productivo total	5,45 min/bidón	4,49 min/bidón	4,73 min/bidón	5,09 min/bidón

Fuente: Elaboración propia

- ❖ La última herramienta propuesta fue la metodología SMED, la cual se divide en 4 etapas:

En la etapa preliminar, se utilizó una hoja de observación, identificando 11 actividades de cambio de formato de las cuales 8 se encuentran en el área de envasado. El tiempo total de set-up es de 83,406 minutos y la hoja de observación se encuentra en Anexo 20.

La primera etapa es la separación de operaciones internas y externas, donde se clasificaron las actividades de cambio de formato en internas, que deben realizarse solo cuando la máquina está parada o no está en funcionamiento, y las externas que debe realizarse con la máquina en marcha.

Tabla 9. Separación de actividades internas y externas

N°	Área	Actividad realizadas	Tiempo (min)	Operación
1	Envasado	Limpieza de los tanques de recirculación de agua	9,284	Interna
2	Envasado	Desmontaje y limpieza tuberías que conectan al motor	9,365	Interna
3	Envasado	Cambiar el pistón de llenado	5,783	Interna
4	Envasado	Montar un adaptador en el vástago de tapado	5,492	Interna
5	Envasado	Cambiar tapas para bidones con boquilla más pequeña	2,119	Interna
6	Envasado	Arreglar y ordenar las tapas para bidones	2,364	Interna
7	Lavado	Echar dioxclor a envase para limpiar el área de lavado	17,792	Interna
8	Producción	Limpiar área de producción y se ordenan todos los utillajes para iniciar de nuevo la producción	20,575	Externa
9	Producción	Verificación del correcto funcionamiento de los equipos	3,828	Externa
10	Montado	Verificar el estado de los utillajes	3,319	Externa
11	Montado	Seleccionar y ordenar las piezas del caño	3,385	Interna
TIEMPO TOTAL DE CAMBIO DE FORMATO			83,406 min	

Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa consistió en convertir operaciones internas en externas, para lo cual se analizó e identificó cuáles de las actividades internas pueden realizarse con la máquina en marcha. A continuación, se muestran las actividades internas que se convirtieron en externas.

9,28 min	Limpieza de los tanques de recirculación de agua, otras tuberías	Interna	Interna	
9,37 min	Desmontar tuberías que conectan al motor para poder limpiar el tanque de recirculación	Interna	Externa	Mecanismo más sencillo para desmontar tuberías
5,78 min	Cambiar el pistón de llenado para bidones con boquilla más pequeña	Interna	Externa	Montar y ajustar un adaptador en el vástago de llenado
5,49 min	Montar un adaptador en el vástago de tapado para bidones más pequeños	Interna	Externa	Incorporar una base circular para aquellos bidones con un menor tamaño
2,36 min	Arreglar y ordenar las tapas para bidones	Interna	Externa	Incorporar un recipiente, a la altura de vástagos, donde se encuentren las tapas separadas y ordenadas por tamaño
2,12 min	Cambiar tapas para bidones con boquilla más delgada y pequeña	Interna	Externa	

Figura 2. Propuesta de cambio a actividades externas

Fuente: Elaboración propia

La tercera fase fue perfeccionar todos los aspectos de las operaciones de cambio, en esta última etapa se plantearon las propuestas de los nuevos mecanismos de cambio para el área de envasado:

- Se propuso diferentes mecanismos de mejora para la máquina de llenado:

Primero se añadió un vástago más en la máquina de llenado para acelerar la producción llenando dos bidones de agua a la vez.

Después se montó y ajustó un adaptador en el vástago de llenado, ya que existe un tiempo innecesario al cambiar de pistón cuando se llenan bidones con boquilla más pequeña.

Por último, se implementó un mecanismo más sencillo y rápido de desmontar y montar tuberías en la máquina de llenado, ya que, aunque dicha actividad no debe realizarse con la máquina en funcionamiento, sí es necesario que se reduzcan los tiempos empleados.

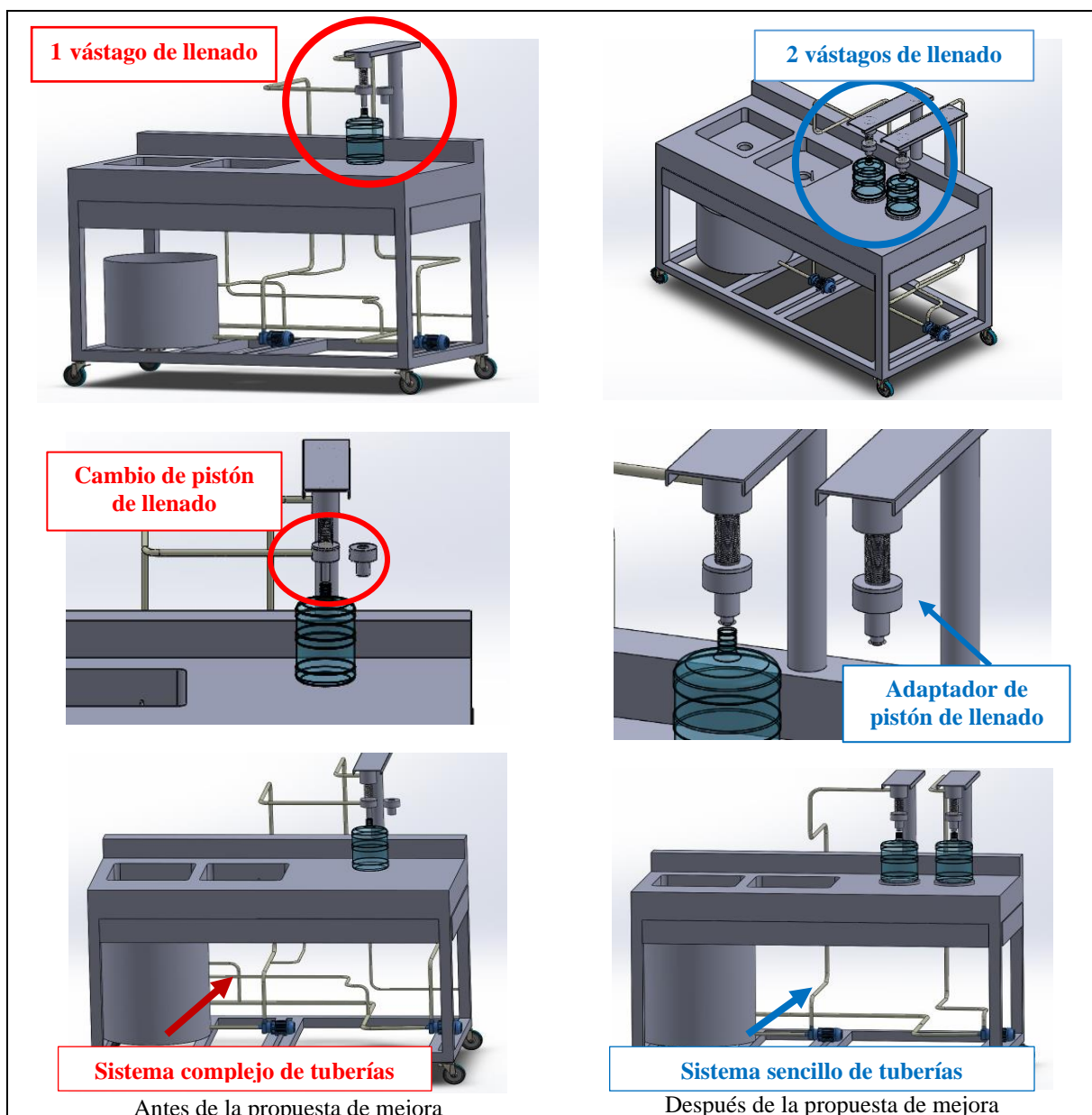


Figura 3. Máquina de llenado antes y después de las propuestas de mejora

Fuente: Elaboración propia

- Para el equipo de tapado se plantearon los siguientes mecanismos de cambio:

De igual manera se añadió un vástago más en la máquina de tapado para acelerar la producción tapando dos bidones de agua a la vez.

Además, se incorporó una base circular, la cual reemplazó un adaptador más largo en el vástago de tapado para aquellos bidones con un menor tamaño y donde el vástago de tapado no llega al pico del bidón de agua.

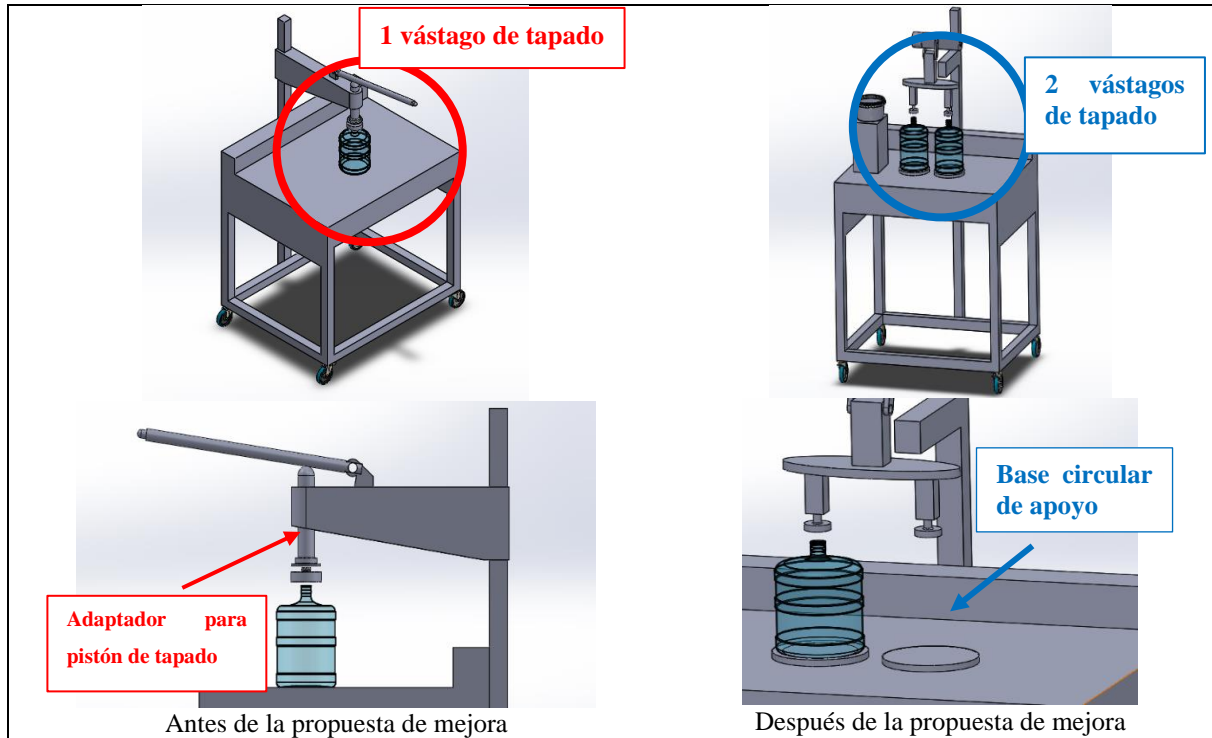


Figura 4. Equipo de tapado antes y después de las propuestas de mejora

Fuente: Elaboración propia

- Se incorporó un recipiente donde se encuentren las tapas, separadas por tamaño, a la altura del vástago de tapado con la finalidad de ahorrar tiempo al no tener que desplazarse a una mesa movible para encontrar dichas tapas.

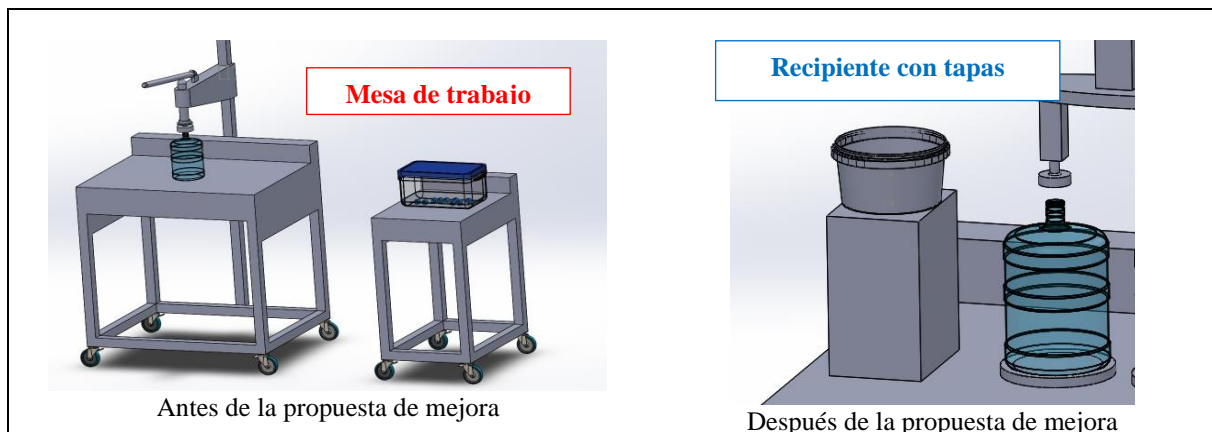


Figura 5. Incorporación de recipiente en máquina de tapado

Fuente: Elaboración propia

Resultados estimados mediante la metodología SMED, fueron calculados mediante la referencia de reducción promedio de aproximadamente 30% según el antecedente 5, como también por la técnica de juicio del experto, necesitando el apoyo del jefe de producción, ingeniero mecánico y operario encargado del área de envasado para las mediciones de los mismos, pues presentan un nivel de coeficiente de competencia alto, según lo indicado en Anexo 21. Asimismo, la ficha de juicio de expertos se encuentra en Anexo 22. La tabla 10 muestra dichos datos con un nuevo tiempo de cambio estimado de 52,63 minutos, además cabe resaltar que, existen actividades de set-up que se redujeron totalmente gracias a los nuevos mecanismos, como son la actividad 7 y 11.

Tabla 10. Nuevos tiempos de cambio estimados

N°	Área	Actividad de cambio de formato	% reducción estimado	Tiempo estimado (min)	Tiempo total (min)
1	Lavado	Echar dioxclor a envase para limpiar el área de lavado (tinajas)		12,45	12,45
2	Producción	Limpiar y ordenar área de producción y utillajes	30%	14,40	17,08
3		Verificación del correcto funcionamiento de los equipos		2,68	
4		Desmontar tuberías que conectan al motor con sistema más sencillo		7,02	
5	Envasado	Limpieza de los tanques de recirculación de agua	25%	6,69	20,77
6		Cambiar el pistón de llenado para bidones con boquilla más pequeña		4,38	
7		Arreglar y ordenar las tapas para bidones	Reducción total	-	
8		Cambiar tapas para bidones con boquilla más delgada y pequeña	24%	1,46	
9		Incorporación de base circular	83%	0,95	
10	Montado	Verificar el estado de los utillajes después de cada desmontaje de caños	30%	2,32	2,32
11		Seleccionar y ordenar las piezas del caño para los bidones de agua	Reducción total	-	
TOTAL TIEMPO DE CAMBIO PROPUESTO				52,63	

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se analizó la situación mejorada en el área de envasado identificando que, durante un lote de 55 unidades, el proceso de envasado demanda un nuevo tiempo de 61,06 minutos, lo que significa un porcentaje de mejora del 29,44%. Por otro lado, para un mismo lote, se realizó el nuevo diagrama hombre-máquina para la llenadora, donde el tiempo muerto de la máquina tuvo una reducción de 24,27%, es decir 25,24 minutos. Dicha mejora se evidencia en los diagramas ubicados en Anexo 23.

A partir de lo desarrollado, se determinó que el nuevo tiempo de cambio de formato disminuyó a 52,63 minutos, representando una reducción de 36,89%.

$$\% \text{ reducción de tiempo de cambio de formato} = \left(1 - \frac{52,63 \text{ min} * 1}{83,406 \text{ min}} \right) * 100 = 36,89\%$$

Situación ideal estimada a partir de las mejoras:

Mediante la nueva distribución por producto tipo U y la metodología 5'S el tiempo unitario total fue de 4,73 minutos siendo 3,21 minutos de tiempos productivos como se mostró en la Tabla 8. Ahora, mediante la última propuesta de la metodología SMED, el nuevo tiempo de cambio de formato fue de 52,63 minutos. Entonces, se obtuvo como resultado un nuevo tiempo de producción incluyendo tiempos de set-up estimado de 4,17 minutos, como se muestra en los siguientes cálculos:

Tiempo de ajuste + tiempo de producción= Tiempo total de operación

$$52,63 \text{ min} + 55 \text{uds}(3,21 \text{ min}) = 229,23 \text{ min}$$

Tiempo total de operación por unidad incluyendo los ajustes:

$$229,23 \text{ min} / 55 \text{ tamaño de lote} = 4,17 \text{ min}$$

En conclusión, el nuevo tiempo de producción estimado es menor al takt time de la línea, 4,94 min/bidón, lo que significa una mayor capacidad de la empresa para satisfacer su demanda, por esa razón se realizaron los cálculos de los nuevos indicadores de producción y servicio.

Los nuevos indicadores de producción fueron:

- ❖ **Capacidad de diseño:** se determinó en base a un nuevo tiempo productivo.

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{\left(480 \frac{\text{min}}{\text{día}} * \frac{26 \text{ días}}{\text{mes}}\right) - 1894,65 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{3,21 \text{ min/bidón}} = \frac{3297 \text{ bidones}}{\text{mes}}$$

- ❖ **Capacidad real:** con la propuesta de mejora del proceso productivo, el tiempo de producción unitario del bidón de agua sería de 4,17 minutos diarios, por lo tanto, en promedio mensual habría una mayor capacidad de producción extra de 263 unidades.

$$2684 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}} + 263 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}} = 2947 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}}$$

- ❖ **Capacidad ociosa:** existe capacidad ociosa por lo que ya se requiere de horas extras.

$$\text{Capacidad ociosa} = 3297 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}} - 2947 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}} = 350 \text{ bidones/mes}$$

- ❖ **Índice de utilización:** se calculó en relación a la capacidad real y diseñada, siendo esta de 89,38%.

Y los nuevos indicadores de nivel de servicio:

Se realizó la proyección de la demanda del año 2021 y 2022, basándose en el incremento de consumo per cápita de agua embotellada en el Perú durante 2011-2018 según Euromonitor Internacional [21]

- ❖ **Incumplimiento en tiempos de entrega:** Gracias al nuevo tiempo de producción por unidad siendo este menor al takt time, la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C. llegó a cumplir con todos los pedidos demandados en una proyección al año 2021 y 2022 sin la necesidad de horas extras trabajadas. Entonces, como conclusión el porcentaje de incumplimiento en tiempo de entrega para el 2021 es del 0%; y para el año 2022 se identificó 8 pedidos no atendidos con un incumplimiento en tiempo de entrega menor al 1% sin embargo no representa un impacto significativo para la empresa. Cabe mencionar que, se tuvo una mayor capacidad de producción mensual de 3050 y 1353 bidones para dichos años respectivamente. Dichos cálculos se evidencian en Anexo 24.
- ❖ **Nivel de servicio de la empresa:** Se determinó el nivel de servicio futuro, partiendo de la misma premisa del cálculo del incumplimiento en tiempos de entrega con la proyección al año 2021 y 2022, teniendo como resultado un porcentaje del 100% y 99,98% respectivamente. El detalle del cálculo del nivel de servicio se encuentra en Anexo 25.

4. Análisis costo beneficio de la propuesta de mejora

Se analizó el beneficio económico que se obtiene al realizar la propuesta de mejora en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C. en base a las metodologías seleccionadas con la finalidad de aumentar el nivel de servicio en la empresa. Es por ello que, se calculó la inversión realizada durante todo el desarrollo de la investigación, así como también para las propuestas de mejora necesitando de los requerimientos para cada una.

Tabla 11. Inversión para el desarrollo de la propuesta de mejora

TIPO DE INVERSIÓN	ELEMENTO	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
Inversión inicial del proyecto	Equipos					
		Cronómetro	-	1	S/ 35,00	S/35,00
	Transporte					
		Pasajes	-	30	S/ 5,00	S/150,00
	Materiales					
		USB 32 GB	-	1	S/36,00	S/ 36,00
	Servicios					
		Impresiones y fotocopias	-	70	S/0,50	S/35,00
		Suscripción a revistas científicas	-	2	S/13,00	S/26,00
		Red móvil (llamadas telefónicas, internet, etc)	-	10	S/40,00	S/400,00
		Subtotal				S/682,00
	4% de imprevistos				S/27,28	
	TOTAL				S/ 709,28	
Inversión para la propuesta de distribución por producto tipo U		Mesas de trabajo	Aluminio	2	S/165,44	S/330,88
		Mesa de transporte	Acero inoxidable	2	S/559,06	S/1118,12
		Estante para almacén de insumos	Acero con acabado en cromo	1	S/101,50	S/101,50
		Subtotal-I				S/1 550,50
		Implementación de la nueva distribución tipo U:				
		Horas invertidas en implementación		2	S/251,58	S/503,16
		Costo de tiempo de operarios		2	S/20,00	S/40,00
		Capacitación al personal				
		Charla de capacitación		1	S/1 000,00	S/1000,00
		Programa de retroalimentación		1	-	S/0,00
		Subtotal-II				S/1 543,16
	TOTAL				S/3 093,66	
Inversión para la propuesta de la metodología 5'S		Tarjetas rojas		5	S/0,70	S/3,50
		Basureros de diferentes colores		3	S/17,00	S/51,00
		Separador para estantes		2	S/18,83	S/37,66
		Recipientes de diferentes colores		3	S/9,17	S/27,51

	Señales de marcas en el piso para separación		3	S/26,49	S/79,47
	Herramientas de limpieza		-	S/54,00	S/54,00
	Carteles y señaléticas sobre limpieza y orden		3	S/47,25	S/141,75
	Subtotal-I				S/394,89
	Capacitación sobre la implementación de 5S en la empresa		1	S/1 100,00	S/1100,00
	Horas invertidas en reubicación y reparación de elementos necesarios		1	S/0,00	S/0,00
	Subtotal-II				S/1 100,00
	TOTAL				S/1 494,89
Inversión para la propuesta de metodología SMED	Adaptador para pistón de llenado más delgado	Acero inoxidable	2	S/84,74	S/169,48
	Vástago de llenado	Acero inoxidable	1	S/703,57	S/703,57
	Mangueras para vástago de llenado	Silicona	2	S/10,00	S/20,00
	Abrazadera para manguera de agua	Aluminio	2	S/2,50	S/5,00
	Vástago de tapado	Acero inoxidable	1	S/500,00	S/500,00
	Tuberías para suministro de agua (15 m)	PVC	1	S/52,77	S/52,77
	Base circular	Acero inoxidable	2	S/9,99	S/19,98
	Recipiente con tinas y tapas	Plástico	1	S/10,00	S/10,00
	Subtotal-I				S/1 480,80
	Gastos por mantenimiento de vástagos de llenado y tapado				S/300,00
	Implementación de sistema de tuberías				S/500,00
	Implementación de mecanismos de mejora				S/1500,00
	Capacitación al personal de la empresa				S/1200,00
Subtotal-II				S/3 500,00	
	TOTAL				S/4 980,80
	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN TOTAL				S/10 278,63

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se tomaron datos de producción según la nueva capacidad real de la empresa siendo de 265 bidones extras al mes, así como también datos obtenidos por la empresa como el precio de venta de S/ 15,00, costo unitario de S/ 7,50; número de horas, días y meses laborables al año de 8, 26 y 12 respectivamente, para determinar el margen de contribución total, siendo este de S/ 23 850,00

Producción antes (con horas extras) = 2683 uds/mes
Producción después de la mejora (sin horas extras) = 2946 uds/mes
Producción mensual extra = 263 unidades

$$\begin{aligned} \text{Margen de contribución} &= S/47340,00/\text{año} - S/23670,00/\text{año} \\ &= S/23670,00/\text{año} \end{aligned}$$

Finalmente, en base al beneficio anual de la implementación, se halló el beneficio económico de la propuesta de mejora de S/ 2,30 lo que significa que por cada sol invertido se gana 1, 30 soles; donde el periodo de recuperación de la implementación es de 6 meses con 9 días.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio de la implementación}}{\text{Costo de la implementación}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{S/23\ 670,00}{S/10\ 278,63} = S/2,30$$

5. Discusión de los resultados

Dada la problemática que presenta la empresa Latinorte Distribuidora S.A.C., se decidió aplicar las técnicas y herramientas básicas de la ingeniería de métodos para la mejora del proceso productivo, como lo sugiere la investigación desarrollada por Grimaldo, Silva, Fonseca y Molina [16, p. 9], con la finalidad de determinar el tiempo de producción mediante un estudio de tiempos, puesto que no existía una estandarización de los mismos, siendo este de 4,15 minutos, además de los tiempos de set-up de 83,406 minutos.

Asímismo, otra metodología propuesta para la mejora de procesos fue la aplicación de las fases de la ingeniería de métodos, tal como lo desarrollado en la investigación de Andrade, Del Río y Alvear [17, p. 9] quienes buscaron mejorar el proceso de la línea de la empresa mediante diferentes tipos de herramientas como diagramas DOP, DAP, cursograma analítico, diagrama de Ishikawa, entre otros.

Por otro lado, se compararon los resultados obtenidos de la propuesta de una distribución por producto tipo U con los obtenidos por la investigación realizada por Gacharná [18, p. 9], cuya problemática es la más cercana a la realidad de la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C. donde se aplicó la misma metodología. Sin embargo, dicha investigación se diferencia por el rubro de la empresa logrando una reducción promedio del 21,4% en los tiempos de traslado, lo cual sirvió de base para estimar una situación futura considerando tanto la cuantificación de las causas que generaron el problema en la empresa y se solucionan con esta metodología, así como también la probabilidad de éxito mediante un enfoque conservador, siendo aceptada la reducción del 17,29% en los tiempos improductivos en la empresa Latinorte Distribuidora S.A.C. A partir de los resultados de la metodología se pudo inferir que, si se asumiese un escenario más optimista, el porcentaje de reducción de la metodología sería mayor e incluso superaría lo hallado por Gacharná.

Para el caso de aquellas causas identificadas en la problemática, que se solucionan con la metodología 5'S, y mediante la probabilidad de éxito en un escenario conservador, se demostró que el resultado obtenido de la reducción del 13,22% en el tiempo de producción total es aceptado gracias a las propuestas planteadas, además de la comparación realizada con la investigación desarrollada por Trujillo [19, p. 9], quien aplicó dicha metodología en el rubro de envasado pero con diferente producto a envasar, logrando así una reducción promedio del 12,7% del tiempo de producción total, lo cual sirvió de base para comparar con la situación futura antes mencionada. De esta manera, se pudo deducir que, a pesar de encontrarse en un escenario conservador, la metodología propuesta en Latinorte Distribuidora S. A. C. obtuvo una mejora superior a la realizada en otras empresas del mismo rubro debido a la realidad problemática de esta empresa.

Finalmente, los resultados obtenidos por la metodología SMED se compararon con la investigación del rubro de envasado realizada por Rodríguez [20, p. 9] quién aplicó la misma metodología con diferente producto a envasar, teniendo una reducción de tiempos de cambio de formato de 30%, por lo cual se aceptó la aplicación SMED en la empresa envasadora de bidones de agua con un porcentaje de reducción estimado, con la técnica de juicio de expertos, de 36,89% mediante un mismo enfoque conservador. Con base en los resultados obtenidos se dedujo que, a pesar de encontrarse en dicho escenario, la metodología SMED propuesta en Latinorte Distribuidora S. A. C. obtuvo una mejora superior a la realizada en otras empresas del mismo rubro debido a los mecanismos planteados en la misma. Cabe mencionar que, para la elaboración de la ficha de juicio de expertos, se tomó como referencia la desarrollada por Alejo [22], quién también utilizó escala de valores y el ítem de observaciones a completar si fuese necesario.

A partir de las mejoras propuestas, se estimó un aumento del nivel de servicio de la empresa en un 100% y 99,98% para una proyección al año 2021 y 2022 respectivamente, lo cual es aceptable ya que la investigación de Bofill, Sablón y Florido [23] pone en evidencia que, para obtener beneficios económicos, se considera aceptable un nivel de servicio mínimo del 95% .

Conclusiones

1. Se propuso una mejora del proceso productivo de bidones de agua mediante diferentes herramientas seleccionadas, con un nuevo tiempo de producción total de 4,17 minutos y un aumento al 100% y 99,98% del nivel de servicio de la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C. para una proyección al año 2021 y 2022 respectivamente.
2. El proceso productivo de bidones de agua de mesa tuvo un tiempo actual de producción total incluyendo tiempos de set up de 5,66 minutos siendo superior al takt time de 4,94 minutos, por lo que se identificó un incumplimiento en tiempos de entrega de 15,57% y un nivel de servicio de 84,43%.
3. Las herramientas de mejora del proceso productivo de bidones de agua de mesa seleccionadas fueron la ingeniería de métodos, distribución por producto tipo U y herramientas de lean manufacturing como la metodología de 5'S y SMED.
4. Mediante la propuesta de mejora de las herramientas de mejora seleccionadas, se estimó una reducción del 26,33% en tiempo total de producción incluyendo tiempos de set-up, pasando de 5,66 minutos a 4,17 minutos, con nuevo nivel de servicio estimado del 100% al año 2021 y 99,98% para el año 2022.
5. Para finalizar, mediante el análisis costo beneficio se concluye que el proyecto de implementación es rentable ya que se generan ganancias para la empresa, donde por cada sol invertido se gana 1,30 soles, con un período de recuperación de 6 meses con 9 días.

Recomendaciones

Con la finalidad de continuar la investigación de la empresa en estudio, se recomienda la implementación de las 9'S complementarias a la metodología tradicional de 5'S con el objetivo de involucrar aún más al personal en la mejora continua, que lleve a la empresa a la excelencia en su gestión.

Es recomendable también, la aplicación de otras herramientas de lean manufacturing, adicionales a las aplicadas en la presente propuesta, como la metodología Heijunka y uso de tarjetas Kanban con la finalidad de controlar el proceso de producción visualmente.

Finalmente, se sugiere abordar en el tema de la distribución de las diferentes líneas con las que cuenta la empresa con la finalidad de gestionar y asegurar de manera eficiente la entrega de los pedidos a tiempo sin ninguna dificultad o percance que podría existir.

Referencias

- [1] C. Tancara Castillo, «El agua de mesa, un negocio de Bs 6.948 millones al año,» 19 febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.paginasiete.bo/inversion/2019/3/10/el-agua-de-mesa-un-negocio-de-bs-6948-millones-al-ano-211409.html#!>. [Último acceso: 19 febrero 2020].
- [2] Diario Río Negro Argentina, «Río Negro,» 13 enero 2017. [En línea]. Available: <https://www.rionegro.com.ar/rio-negro-el-gran-negocio-del-agua-ensvasada-mueve-millones-de-litros-FG2008465/>. [Último acceso: 17 enero 2020].
- [3] Kantar Worldpanel, «Perú Retail,» 16 abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.peru-retail.com/consumo-agua-embotellada-gaseosas/>. [Último acceso: 18 enero 2020].
- [4] J. Salas Bacalla, «Tipos básicos de distribución de planta,» *Redalyc*, vol. 18, nº 1, p. 5, 2015.
- [5] G. Maldonado, «Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad,» Castillos S.A, México, 2008.
- [6] J. Tapia Coronado, T. Escobedo Portillo, E. Barrón López, G. Martínez Moreno y V. Estebané Ortega, «Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta,» *Ciencia & Trabajo*, vol. 3, nº 60, p. 8, 2017.
- [7] IngenieríaIndustrialOnline, «Andon:Control Visual,» 1 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/andon-control-visual/>. [Último acceso: 24 mayo 2020].
- [8] J. A. Cruelles Ruiz, Productividad Industrial, Madrid: Marcombo S.A, 2013.
- [9] J. Escobar Pérez y Á. Cuervo Martínez, «Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización.,» *Avances en Medición*, vol. 6, nº 1, pp. 27-36, 2008.
- [10] J. Pérez Moya, Estrategia, gestión y habilidades directivas, Madrid: Díaz de Santos S.A, 1997.
- [11] UNID, «Análisis de proyectos de inversión,» 30 agosto 2017. [En línea]. Available: https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md1/ejec/AE/API/S12/API12_Lectura.pdf. [Último acceso: 6 octubre 2020].
- [12] Project Management Institute (PMI), Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, Washington D.C: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, 2017.
- [13] Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, «La gestión de los riesgos y la administración de los cambios en el proyecto,» 29 abril 2018. [En línea]. Available: <https://es.coursera.org/lecture/presupuestos-proyecto/como-es-un-analisis-cualitativo-de-los-riesgos-gC9y5>. [Último acceso: 6 octubre 2020].
- [14] L. Mora, Indicadores de gestión logística, Bogotá: Ecoe, 2005.
- [15] J. Vermorel, «Nivel de servicio (cadena de suministro),» 18 enero 2012. [En línea]. Available: <https://www.lokad.com/es/nivel-de-servicio-definicion-y-formula>. [Último acceso: 22 mayo 2020].
- [16] G. Grimaldo Leon, J. Silva Rodriguez, D. Fonseca Pedraza y J. Molina López, «Analysis of working methods and times: stand deportivo textile company case,» *Investigación + Innovación*, vol. 2, nº 1, p. 20, 2015.
- [17] A. Andrade, C. Del Río y D. Alvear, «A Study on Time and Motion to Increase the Efficiency of a Shoe Manufacturing Company,» *Scielo*, vol. 30, nº 3, p. 12, 2019.

- [18] V. P. Gacharná Sánchez y D. C. González Negrete , «Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones empleando herramientas de Lean Manufacturing,» Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2013.
- [19] L. G. Trujillo Urquiza, «Optimización en la producción de bebidas para una envasadora, mediante aplicación de herramientas lean,» Quito: Universidad de las Américas, Quito, 2019.
- [20] V. H. Rodríguez Aguilar, «Aplicación del sistema SMED para incrementar la productividad del proceso de envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AJEPER S.A.,» 2017, 2017.
- [21] Euromonitor International, «Bottled Water in Peru,» 21 enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.euromonitor.com/bottled-water-in-peru/report>. [Último acceso: 20 julio 2020].
- [22] L. Alejo Espiritu, «Eficiencia del programa haliwarma en la reducción de la desnutrición de estudiantes en la región de Huanuco,» UAP, Leoncio Prado, 2016.
- [23] A. Bofill Placeres, N. Sablón Cossío y R. Florido García, «Procedimiento para la estimación de inventario en el almacén central de una cadena comercial cubana,» *Scielo*, vol. 9, n° 1, pp. 41-51, 2017.
- [24] S. Hurtado de Mendoza Fernandez, «Criterio de expertos. Procesamiento a través del método Delphi,» Histodidáctica, Barcelona, 2007.

Anexos

Anexo 1:

❖ Estudio de tiempos para producción de bidones de agua de mesa- parte I

Descripción	Actividad	Tiempo (Segundos)															Tiempo promedio (s)	Valoración	Tiempo base o normal (s)	Tiempo estándar		% T.e
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15						
Recepción (bidón)	Recepción (bidón)	1,02	1,2	0,99	1,04	1,18	1,12	0,98	1,23	1,2	1,02	9,98	1,15	1,09	1,07	1,1	1,69	120%	2,030	2,130	2,130	0,85%
Selección	Selección	0,99	1,13	1,1	1,3	1,35	1,28	1,25	1,29	1,2	1,19	1,04	1,08	1,1	0,96	1,12	1,16	120%	1,390	1,490	1,490	0,60%
Desarmar tapa	Desmontado	7,12	6,25	6,58	7,2	6,89	6,93	7,24	7,15	6,88	7,2	7,23	7,18	7,07	6,89	6,93	6,98	130%	9,077	9,177	18,41747	7,39%
Botar a la basura (tapa)		2,5	2,69	2,99	3,12	2,86	3,27	3,22	2,96	3,29	2,69	2,61	2,55	3,03	3,1	2,38	2,88	120%	3,461	3,561		
Desarmar caño del bón		5,49	5,22	4,89	5,15	4,7	5,22	5,17	4,55	5,17	4,96	5,5	4,89	5,02	5,18	4,97	5,07	110%	5,579	5,679		
Verter escobilla con taladro a tina con desinfectante	Lavado manual	4,68	4,87	5,12	5,2	4,99	5,01	5,08	5,1	5,17	5,15	5,02	4,96	4,9	5,08	5,12	5,03	100%	5,030	5,130	20,701	8,30%
Introducir la escobilla en el interior del bidón		2,15	2,22	2,17	2,28	2,01	2,12	2,17	2,22	2,18	2,15	2,1	2,08	2,2	2,05	2,19	2,15	90%	1,937	2,037		
Accionar el taladro empeando la limpieza y lavado del bidón		7,97	8,19	7,89	8,02	8,17	7,77	8,22	8,02	8,16	7,89	8,19	7,89	8,2	8,17	8,05	8,05	100%	8,053	8,153		
Limpiar a profundidad el interior del bidón		3,15	2,89	2,92	3,02	3,15	2,79	3,18	2,89	3,18	2,71	2,99	2,97	3,01	3,14	3,02	3,00	100%	3,001	3,101		
Lavar la parte externa del bidón		2,23	2,26	2,16	2,27	2,03	2,18	2,27	2,15	2,03	2,25	2,27	2,18	2,07	2,19	2,15	2,18	100%	2,179	2,279		
Enjuague mecánico	Enjuague mecánico	17,29	17,9	28	17,31	17,02	17,08	17,02	17,22	17,29	17,16	17,11	17,21	17,17	17,03	17,1	17,93	90%	16,135	16,235	16,235	6,51%
Transporte a la siguiente área	Transporte	15,18	15,25	15,1	15,15	15,02	15,08	14,98	15,28	15,16	15,2	15,38	15,19	15,11	15,21	15,08	15,16	90%	13,642	13,742	18,786	7,54%
Despiezado	Despiezado (caños)	4,89	5,39	4,9	5,15	4,29	5,39	5,02	4,78	5,2	4,6	4,71	4,98	5,01	5,12	4,73	4,94	100%	4,944	5,044		
Remojado	Remojado	3,01	2,89	3,29	3,95	3,85	2,59	3,35	2,94	3,42	3,29	2,96	3,12	3,17	3,12	12,89	3,86	100%	3,856	3,956	3,956	1,59%
Lavado manual	Lavado manual	19,02	19,21	19,11	19,86	19,21	19,31	19,94	19,88	19,21	19,11	19,07	19,21	19,26	19,31	19,25	19,33	110%	21,264	21,364	21,364	8,57%
Enjuagado	Enjuague	4,92	5,18	5,05	4,89	5,1	4,96	5,02	4,94	5,07	5,19	5,19	5,08	5,23	5,1	4,89	5,05	110%	5,559	5,659	9,977	4,00%
Transporte	Transporte	4,29	3,94	4,02	4,93	4,06	4,2	3,96	4,23	4,02	5,2	4,27	4,17	3,97	4,08	3,92	4,22	100%	4,217	4,317		
Desinfección (caños)	Desinfección	3,1	3,2	2,87	3,28	2,05	3,4	4,29	3,92	3,19	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,35	90%	3,011	3,111	3,111	1,25%

Fuente: Elaboración propia

❖ Estudio de tiempos para producción de bidones de agua de mesa- parte II

Descripción	Actividad	Tiempo (Segundos)															Tiempo promedio (s)	Valoración	Tiempo base o normal (s)	Tiempo estándar		% T.e
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15						
Transporte de piezas de caños a almacén de montado	Montado	14,21	14,20	13,98	14,20	14,89	14,92	15,20	14,99	14,20	14,72	14,02	14,10	14,23	14,20	14,15	14,41	90%	12,97	13,07	39,051	15,67%
Transporte para llevar bidón al área de montado		10,21	10,31	10,29	10,28	10,31	10,29	10,31	10,21	10,22	10,31	10,33	10,01	9,21	9,31	9,89	10,10	90%	9,09	9,19		
Recoger piezas de caños del almacén		5,32	4,89	5,31	4,99	5,14	5,28	5,19	5,20	4,20	4,11	4,12	4,19	4,20	14,04	14,09	6,02	90%	5,42	5,52		
Colocar una pieza del caño en fierro tuerca		2,19	2,81	2,93	2,1	2,39	1,98	2,93	2,59	2,04	1,73	1,89	2,1	2,17	1,97	2,15	2,26	110%	2,491	2,591		
Se pasa el fierro tuerca por el interior del bidón		3,28	3,19	3,29	3,91	3,28	3,58	3,01	3,84	3,12	3,1	3,37	3,45	3,18	3,27	3,19	3,34	110%	3,671	3,771		
Enrosca el resto de la pieza		5,2	5,23	5,56	5,79	5,01	5,3	5,2	5,29	5,36	5,1	5,64	5,48	5,55	5,28	5,19	5,35	90%	4,811	4,911		
Transporte al área de envasado	Llenado (bidones)	4,18	4,38	4,28	4,2	4,1	3,96	4,6	3,97	4,28	4,19	4,21	4,1	4,27	4,18	4,27	4,21	100%	4,211	4,311	48,441	19,43%
Se realiza el primer enjuagado del bidón		4,29	4,3	3,97	4,5	4,15	3,95	4,02	4,3	4,59	4,28	3,89	4,01	4,15	4,18	4,21	4,19	100%	4,186	4,286		
Se hecha dióxido de cloro 10% a la segunda tina		2,3	2,38	2,19	2,1	2,16	2,1	2,29	2,39	2,1	2,18	2,26	2,09	2,19	1,98	2,05	2,18	100%	2,184	2,284		
Se realiza el segundo enjuagado		4,29	4,1	4,2	4,81	4,19	4,56	4,29	4,2	4,1	4,26	4,23	4,19	4,21	4,15	4,23	4,27	100%	4,267	4,367		
Se coloca el bidón a la altura del vástago de llenado		3,19	3,1	3,2	3,28	3,43	3,1	3,34	3,94	3,59	3,2	3,38	3,26	3,47	3,39	3,41	3,35	90%	3,017	3,117		
Se llena el bidón		30,54	30,18	30,94	30,54	28,4	30,24	29,4	29,38	28,96	29,42	30,28	30,42	30,33	30,19	30,42	29,98	100%	29,976	30,076		
Transporta al área de tapado	Transporte	2,19	2,18	2,39	2,1	2,28	2,31	2,17	2,94	2,18	2,34	2,38	2,19	2,27	2,31	2,3	2,30	100%	2,302	2,402	8,432	3,38%
Se coloca bidón con respectiva tapa a la altura del vástago de máquina de tapado	Tapado	4,26	4,32	3,96	4,1	3,7	4,14	4,18	4,02	3,88	4,19	4,02	3,86	3,74	3,92	4,04	4,02	90%	3,620	3,720		
Se acciona manualmente el vástago de tapado		2,3	2,14	2,28	2,3	2,39	2,15	2,1	2,23	2,19	2,28	2,18	2,28	2,15	2,04	2,14	2,21	100%	2,210	2,310		
Transporte	Transporte	12,89	12,97	13,02	13,2	12,69	13,2	12,5	13,29	12,6	13,29	13,04	12,95	12,89	12,94	13,12	12,97	90%	11,675	11,775	25,375	10,18%
Se pone la fecha en la tapa del bidón	Precintado	1,28	1,79	1,07	1,18	1,23	1,18	1,29	1,2	1,09	1,18	1,14	1,04	1,32	1,21	1,11	1,22	100%	1,221	1,321		
Se coloca el precinto en la tapa y el caño		4,29	4,39	4,1	4,49	4,24	4,16	4,2	4,17	4,29	4,27	4,12	4,04	4,02	4,14	4,01	4,20	100%	4,195	4,295		
Se hace el precintado de la tapa y caño		9,01	9,22	8,92	9,11	9,17	8,88	8,79	8,92	9,21	8,11	8,1	8,91	8,99	8,01	8,04	8,76	90%	7,883	7,983		
Etiquetado	Etiquetado	2,17	2,03	2,39	2,75	2,67	2,93	2,18	2,72	2,19	2,38	2,19	2,22	2,07	2,09	2,16	2,34	100%	2,343	2,443	11,815	4,74%
Transporte	Transporte	10,23	10,08	10,18	10,21	11,02	10,24	9,27	11,16	10,68	10,21	10,02	11,1	10,09	10,04	10,01	10,30	90%	9,272	9,372		
TOTAL																			249,28 s= 4.15 min		249,281	100,00%

Fuente: Elaboración propia

❖ Estudio de tiempos para actividades de cambios de formato en producción de bidones de agua de mesa

N°	Área	Actividad realizadas	Tiempo(minutos)														Tiempo promedio (min)	Valoración	Tiempo base o normal (min)	Tiempo estándar (Tb + Suplemento 11%)			
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14					T15		
1	Lavado	Echar dioxlor a envase para limpiar el área de lavado (tinas)	15,27	15,27	15,32	15,28	15,92	15,24	15,29	15,38	15,52	15,32	15,28	15,42	15,55	15,31	15,39	15,38	115%	17,692	17,792		
2	Producción	Limpiar área de producción (mesas, tanques filtro, pisos, paredes, puertas, ventanas, etc) y se ordenan todos los utillajes para iniciar de nuevo la producción	20,31	20,45	20,51	20,17	20,22	20,71	20,83	20,71	20,54	20,31	20,31	20,38	20,48	20,65	20,55	20,48	100%	20,475	20,575		
3	Producción	Verificación del correcto funcionamiento de los equipos de rayos ultravioleta, generador de ozono, de circuitos de filtros	3,27	3,31	3,25	3,35	3,28	3,55	3,33	3,17	3,63	3,52	3,28	3,31	3,58	3,49	3,51	3,39	110%	3,728	3,828		
4	Envasado	Limpieza de los tanques de recirculación de agua, otras tuberías	10,01	10,12	10,38	10,20	10,31	10,26	10,13	10,33	10,17	10,10	10,16	10,21	10,27	10,23	10,18	10,20	90%	9,184	9,284		
5	Envasado	Sacar tuberías que conectan al motor para poder limpiar el tanque de recirculación	10,23	10,47	10,72	10,02	10,31	10,14	10,28	10,38	10,15	10,28	10,35	10,27	10,28	10,24	10,30	10,29	90%	9,265	9,365		
6	Envasado	Cambiar el pistón de llenado para bidones con boquilla más pequeña	6,23	6,42	6,35	6,19	6,39	6,45	6,52	6,22	6,18	6,18	6,24	6,31	6,41	6,28	6,35	6,31	90%	5,683	5,783		
7	Envasado	Montar un adaptador en el vástago de tapado para bidones más pequeños	5,85	5,47	5,83	5,94	5,62	5,73	5,96	5,86	5,85	5,72	5,36	5,41	5,53	5,29	5,71	5,68	95%	5,392	5,492		
8	Envasado	Cambiar tapas para bidones con boquilla más delgada y pequeña	2,23	2,34	2,01	2,49	2,19	2,38	2,39	2,18	2,10	2,03	2,16	2,35	2,27	2,36	2,17	2,24	90%	2,019	2,119		
9	Envasado	Arreglar y ordenar las tapas para bidones	2,36	2,17	2,38	2,02	2,17	2,48	2,10	2,41	2,31	2,32	2,36	2,21	2,34	2,18	2,15	2,26	100%	2,264	2,364		
10	Montado de caños	Verificar el estado de los utillajes después de cada desmontaje de caños	3,27	3,16	3,19	3,41	3,20	3,18	3,28	3,16	3,29	3,17	3,26	3,21	3,12	3,23	3,16	3,22	100%	3,219	3,319		
11	Montado de caños	Seleccionar y ordenar las piezas del caño para los bidones de agua	3,16	3,17	3,38	3,29	3,19	3,29	3,28	3,24	3,27	3,12	3,31	3,37	3,41	3,52	3,28	3,29	100%	3,285	3,385		
TOTAL																							83,406 min

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Diagrama hombre máquina de llenadora actual

Operación:		Llenadora	Pag. N° 1 de 1	
Máquina		Llenadora	Fecha: 10/06/20	
Departamento		Producción	Realizado por: Camila Castañeda C.	
	HOMBRE	Tiempo (s)	MÁQUINA	Tiempo (s)
1	Transporte a máquina de llenado	237,05	Tiempo muerto	1355,97
2				
3	Desmontar tuberías que conectan al motor	187,30		
4	Limpieza de tuberías	124,87		
5	Montar tuberías que conectan al motor de máquina	249,74		
6				
7	Desmontar tanques de recirculación	185,67		
8	Limpieza de tanques de recirculación	123,78		
9	Montar tanques de recirculación	247,56		
10				
11	Acciona botón para primer enjuague del bidón	235,4	Operación	235,4
12				
13	Se hecha dióxido de cloro 10% a la segunda tina	125,4	Tiempo muerto	125,4
14	Acciona botón para segundo enjuague del bidón	240,35	Operación	240,35
15				
16	Desmontar pistón de llenado	138,79	Tiempo muerto	518,58
17				
18	Montar pistón de llenado para bidones más pequeños	208,19		
19				
20	Carga el bidón a la altura del vástago de la máquina de llenado	171,6		
21	Acciona el botón de llenado	1654,4	Operación	1654,4
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				

Diagrama hombre máquina de llenado de bidones de agua de mesa actual
Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C.

Anexo 3: Análisis del cálculo del OEE de la máquina de llenado

Actividades	Tiempo estándar (min) (Tb + Suplemento 11%)		Tiempo (min)		
Limpieza de los tanques de recirculación	9,196	T.cambio	24,360	T. total	25,096
Sacar tuberías que conectan al motor	9,392				
Cambiar el pistón de llenado	5,772				
Enjuague y desinfección de bidones	0,182	T.llenado	0,736		
Llenado de bidones	0,553				

❖ **Tiempo de operación de la máquina de llenado durante la producción del mes de agosto**

Días de producción	N° Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de operación máq. (s)	Tiempo de cambios (min)
6	2	12	665	489,11	292,32
11	2	22	1053	774,48	535,92
9	-	-	960	706,08	
TOTAL	26	34	2678	1969,68	828,24
				32,83	min

❖ **Tiempo de operación de la máquina de llenado durante la producción del mes de septiembre**

Días de producción	N° Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de operación máq.	Tiempo de cambios (min)
11	2	22	1253	921,59	535,92
7	2	14	678	498,67	341,04
7	-		752	553,10	
TOTAL	25	36	2683	1973,36	876,96
				32,89	min

❖ **Tiempo de operación de la máquina de llenado durante la producción del mes de octubre**

Días de producción	N° Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de operación máq.	Tiempo de cambios (min)
7	2	14	783	575,899023	341,04
9	2	18	845	621,5002228	438,48
10	-		1053	774,484893	
TOTAL	26	32	2681	1971,884139	779,52
				32,86	min

❖ **Tiempo de operación de la máquina de llenado durante la producción del mes de noviembre**

Días de producción	N° Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de operación máq.	Tiempo de cambios (min)
9	2	18	1018	748,74	438,48
10	2	20	940	691,37	487,20
7	-		726	533,98	
TOTAL	26	38	2684	1974,09	925,68
				32,90	min

❖ **Tiempo de operación de la máquina de llenado durante la producción del mes de diciembre**

Días de producción	N° Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de operación máq.	Tiempo de cambios (min)
15	2	30	1761	1295,22	730,80
5	2	10	491	361,13	243,60
4	-		438	322,15	
TOTAL	24	40	2690	1978,50	974,40
				32,98	min

Anexo 4: Indicador actual de incumplimiento en tiempo de entrega de bidones de agua durante agosto a diciembre 2019

Mes	Total de pedidos (uds)	Pedidos atendidos (uds)	Ventas	Pedidos no atendidos (uds)	Pérdida por pedidos no atendidos	Porcentaje de incumplimiento en tiempo de entrega
Agosto	2548	2204	S/33 060,00	344	S/5 160,00	13,50%
Septiembre	2543	2120	S/31 800,00	423	S/6 345,00	16,63%
Octubre	2552	2204	S/33 060,00	348	S/5 220,00	13,64%
Noviembre	2526	2204	S/33 060,00	322	S/4 830,00	12,75%
Diciembre	2583	2035	S/30 525,00	548	S/8 220,00	21,22%
TOTAL	12752	10767	S/161 505,00	1968	S/29 775,00	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Nivel de servicio actual de la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C.

Mes	Total de pedidos	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Nivel de servicio
Agosto	2548	2204	344	86,50%
Septiembre	2543	2120	423	83,37%
Octubre	2552	2204	348	86,36%
Noviembre	2526	2204	322	87,25%
Diciembre	2583	2035	548	78,78%
TOTAL	12752	10767	1985	84,43%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Costo de horas extras trabajadas

❖ **Cálculo del total de horas trabajadas extras por operario en el mes de agosto**

Días de producción	Productos	Cambios	Nº Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de producción (min)	Tiempo de cambios (min)
6	A,B,C	A,B/C	2	12	665	2759,75	1000,872
	A,B,C	A,B/C					
11	A,C	A/C	2	22	1053	4369,95	1834,932
	A,C	A/C					
9	A,B	-	-	-	960	3984	
	A,B	-					
TOTAL	26			34	2678	11113,7	2835,804

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C..

Tiempo total de producción disponible al mes: $8 \text{ horas/día} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = \frac{208 \text{ horas}}{\text{mes}} = 12480 \text{ min/mes}$

Tiempo total de producción incluidos cambios de formato: $11113,7 \frac{\text{min}}{\text{mes}} + 2835,804 \frac{\text{min}}{\text{mes}} =$

$13949,504 \text{ min/mes} = 232 \text{ horas/mes}$

Salario mensual de MO: S/1 500,00

Costo de hora extra MO: S/20,00

Horas extras trabajadas al mes: $232 \text{ h} - 208 \text{ h} = 24 \text{ h}$

Costo mensual de hora extra: $24 \text{ h} * S/20,00 = S/480,00 \text{ operario. mes}$

Costo total de MO: S/1 980,00/ MO. Mes

❖ **Cálculo del total de horas trabajadas extras por operario en el mes de septiembre**

Días de producción	Productos	Cambios	Nº Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de producción (min)	Tiempo de cambios (min)
11	A,B,C	A,B/C	2	22	1253	5199,95	1834,932
	A,B,C	A,B/C					
7	A,C	A/C	2	14	678	2813,7	1167,684
	A,C	A/C					
7	A,B	-	-	-	752	3120,8	
	A,B	-					
TOTAL	25			36	2683	11134,45	3002,616

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C..

Tiempo total de producción disponible al mes:

$$8 \text{ horas/día} * 25 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = \frac{208 \text{ horas}}{\text{mes}} = 12000 \text{ min/mes}$$

Tiempo total de producción incluidos cambios de formato:

$$11134,45 \frac{\text{min}}{\text{mes}} + 3002,616 \frac{\text{min}}{\text{mes}} = 14 \ 137,066 \text{ min/mes} = 236 \text{ horas/mes}$$

Salario mensual de MO: S/1 500,00

Costo de hora extra MO: S/20,00

Horas extras trabajadas al mes: 236 h - 200 h = 36h

Costo mensual de hora extra: 36 h * S/20,00 = S/ 720,00/operario.mes

Costo total de MO: S/2 220,00/ MO. Mes

❖ **Cálculo del total de horas trabajadas extras por operario en el mes de octubre**

Días de producción	Productos	Cambios	Nº Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de producción (min)	Tiempo de cambios (min)
7	A,B,C	A,B/C	2	14	783	3249,45	1167,684
	A,B,C	A,B/C					
9	A,C	A/C	2	18	845	3506,75	1501,308
	A,C	A/C					
10	A,B	-	-	-	1053	4369,95	
	A,B	-					
TOTAL	26			32	2681	11126,15	2668,992

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C..

Tiempo total de producción disponible al mes:

$$8 \text{ horas/día} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = \frac{208 \text{ horas}}{\text{mes}} = 12480 \text{ min/mes}$$

Tiempo total de producción incluidos cambios de formato:

$$11126,15 \frac{\text{min}}{\text{mes}} + 2668,992 \frac{\text{min}}{\text{mes}} = 13 \ 795,142 \text{ min/mes} = 230 \text{ horas/mes}$$

Salario mensual de MO: S/1 500,00

Costo de hora extra MO: S/20,00

Horas extras trabajadas al mes: 230 h - 208 h = 22h

Costo mensual de hora extra: 22 h * S/20,00 = S/ 440,00/operario.mes

Costo total de MO: S/1 940,00/ MO. Mes

❖ **Cálculo del total de horas trabajadas extras por operario en el mes de noviembre**

Días de producción	Productos	Cambios	Nº Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de producción (min)	Tiempo de cambios (min)
9	A,B,C	A,B/C	2	18	1018	4224,7	1501,308
	A,B,C	A,B/C					
10	A,C	A/C	2	20	940	3901	1668,12
	A,C	A/C					
7	A,B	-	-	-	726	3012,9	
	A,B	-					
TOTAL	26			38	2684	11138,6	3169,428

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C..

Tiempo total de producción disponible al mes: $8 \text{ horas/día} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = \frac{208 \text{ horas}}{\text{mes}} = 12480 \text{ min/mes}$

Tiempo total de producción incluidos cambios de formato: $11138,6 \frac{\text{min}}{\text{mes}} + 3169,428 \frac{\text{min}}{\text{mes}} =$

$14\ 308,028 \text{ min/mes} = 238 \text{ horas/mes}$

Salario mensual de MO: S/1 500,00

Costo de hora extra MO: S/20,00

Horas extras trabajadas al mes: $238 \text{ h} - 208 \text{ h} = 30 \text{ h}$

Costo mensual de hora extra: $30 \text{ h} * S/20,00 = S/ 600,00/ \text{operario.mes}$

Costo total de MO: S/2 100,00/ MO. Mes

❖ **Cálculo del total de horas trabajadas extras por operario en el mes de diciembre**

Días de producción	Productos	Cambios	Nº Cambios	Total de cambios	Total de producción (unid)	Tiempo de producción (min)	Tiempo de cambios (min)
15	A,B,C	A,B/C	2	30	1761	7308,15	2502,18
	A,B,C	A,B/C					
5	A,C	A/C	2	10	491	2037,65	834,06
	A,C	A/C					
4	A,B	-	-	-	438	1817,7	
	A,B	-					
TOTAL	24			40	2690	11163,5	3336,24

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C..

Tiempo total de producción disponible al mes:

$$8 \text{ horas/día} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = \frac{208 \text{ horas}}{\text{mes}} = 11520 \text{ min/mes}$$

Tiempo total de producción incluidos cambios de formato:

$$11163,5 \frac{\text{min}}{\text{mes}} + 3336,24 \frac{\text{min}}{\text{mes}} = 14\ 499,74 \text{ min/mes} = 242 \text{ horas/mes}$$

Salario mensual de MO: S/1 500,00

Costo de hora extra MO: S/20,00

Horas extras trabajadas al mes: $242 \text{ h} - 192 \text{ h} = 50 \text{ h}$

Costo mensual de hora extra: $50 \text{ h} * S/20,00 = S/ 1000,00/ \text{operario.mes}$

Costo total de MO: S/2 500,00/ MO. Mes

Anexo 7:

❖ **Diagrama de operaciones de procesos (DOP)**

El siguiente diagrama muestra el proceso de producción de bidones de agua de mesa, el cual consta de diferentes piezas siguiendo diferentes procesos de manera secuencial.

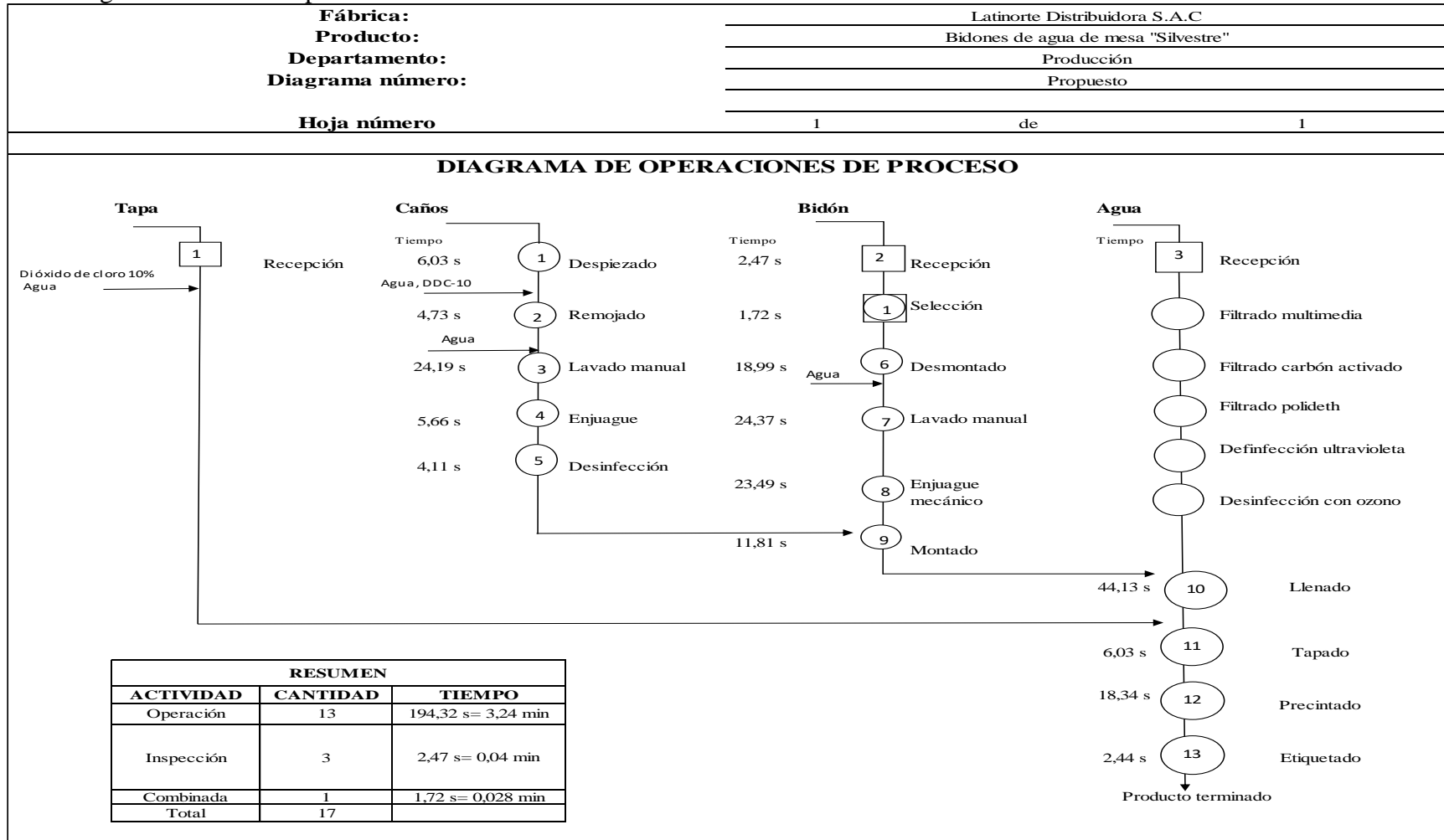


Diagrama de operaciones de procesos de la línea de bidones de agua de mesa

Fuente: Elaboración propia

❖ Diagrama de análisis de procesos (DAP)

El proceso de producción de bidones de agua de mesa es un flujo de proceso lineal es decir es secuencial por lo cual se realizó el diagrama de análisis de procesos de los diferentes elementos para la fabricación de dicho producto indicando el porcentaje de actividades productivas e improductivas.

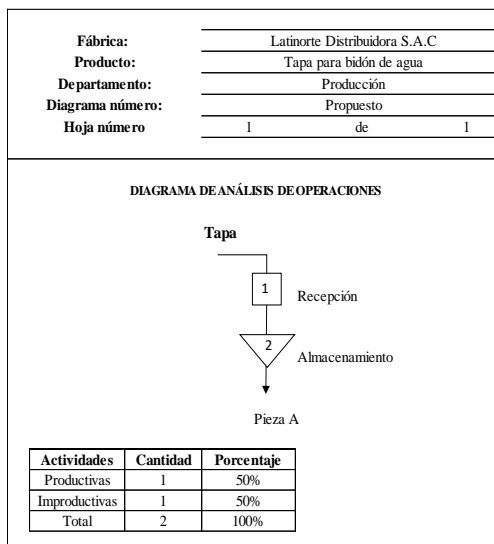


Diagrama de análisis de operaciones de tapa para bidones de agua de mesa

Fuente: Elaboración propia

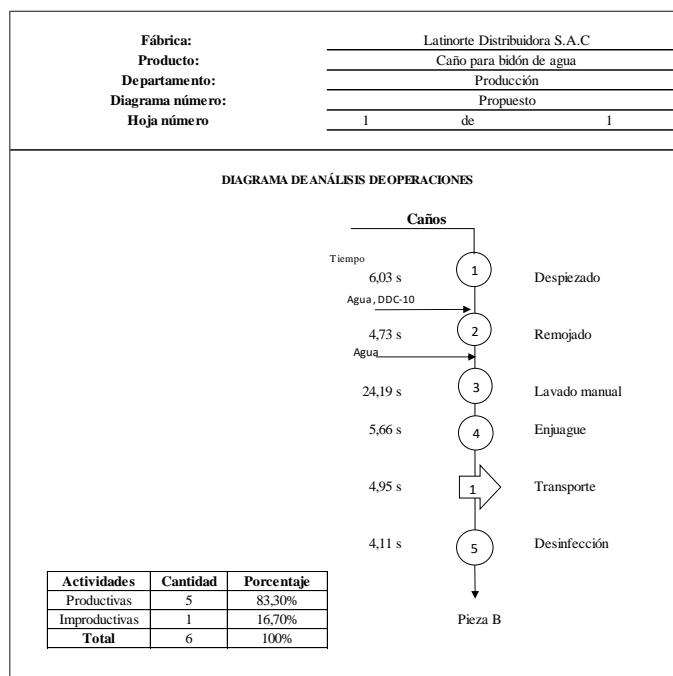


Diagrama de análisis de operaciones de caños para bidones de agua de mesa

Fuente: Elaboración propia

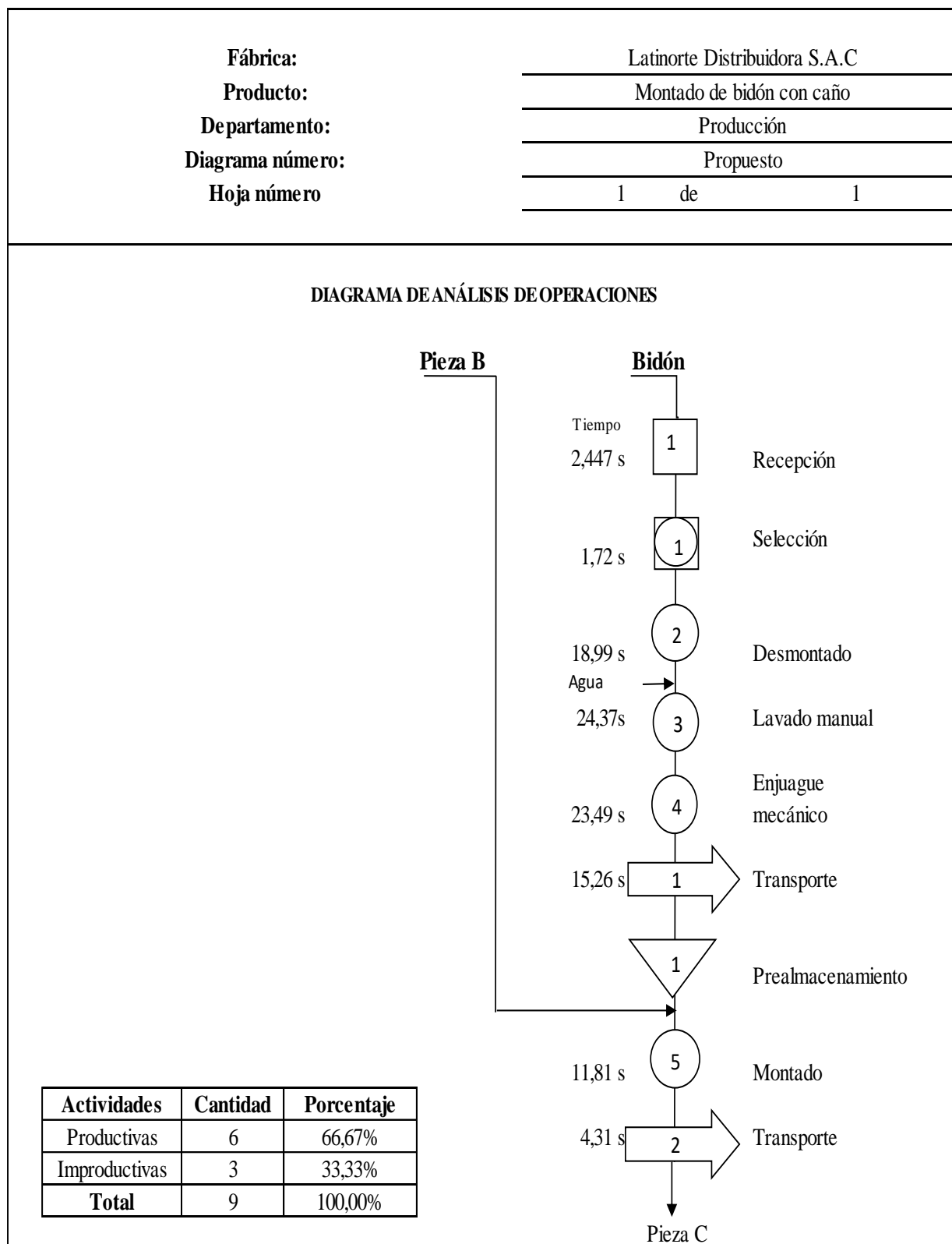


Diagrama de análisis de operaciones para montaje de bidones con caño

Fuente: Elaboración propia

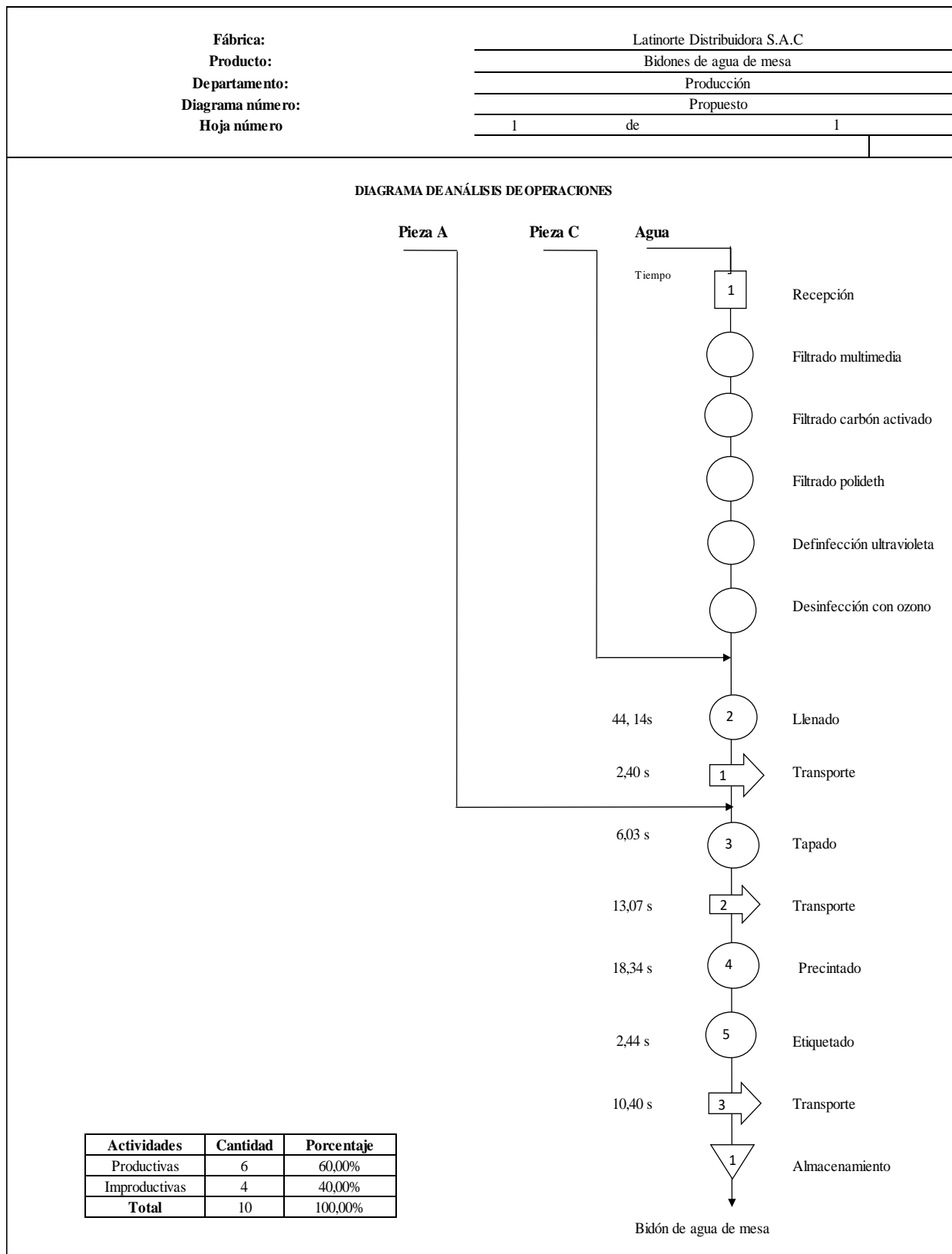


Diagrama de análisis de operaciones de producto terminado

Fuente: Elaboración propia

❖ Cursograma analítico

Cursograma analítico								
Diagrama No. 1	Hoja No.	Producción unitaria de bidón de agua de mesa Silvestre						
		RESUMEN						
Metodo:		ACTIVIDAD		ACTUAL				
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Operación		28				
Localización: La Victoria		Transporte		9				
		Espera		0				
Operario: Trabajador		Inspección		2				
		Almacenamiento		2				
Elaborado por: Camila Castañeda Cabrera		Fecha: 20/01/2020						
Aprobado por:		Fecha:		Comentarios				
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo (s)	Símbolo				Observaciones
				○	⇒	D	□	
Recepción (bidón)	1		2,13				●	En pallets
Selección	1		1,49	●				
Desarmar tapa	1		9,18	●				
Botar a la basura (tapa)	1		3,56	●				
Desarmar caño del bñ	1		5,68	●				
Transporte de recepción a llenado	1		4,32		●			Montado con tapa y caño
Verter escobilla con taladro a tina con desinfectante	1		5,13	●				Hecha por los propios operarios
Introducir la escobilla en el interior del bidón	1		2,04	●				
Accionar el taladro empeando la limpieza y lavado del bidón	1		8,15	●				
Limpiar a profundidad el interior del bidón	1		3,10	●				Con otras escobillas
Lavar la parte externa del bidón	1		2,28	●				Con uso de esponja, agua y desinfectante
Enjuague mecánico	1		16,23	●				
Prealmacenamiento	1						●	En pallets
Transporte de recepción a despiezado	1		13,74		●			
Despiezado	1		5,04	●				
Remojado	1		3,96	●				En una tina con agua
Lavado manual	1		21,36	●				Con cepillos de diferentes tamaños
Enjuagado	1		5,66	●				
Desinfección (caños)	1		3,11	●				
Transporte de piezas de caños a almacén de montado	1		9,19		●			
Transporte para llevar bidón al área de montado	1		13,07		●			
Recoger piezas de caños del almacén	1		5,52		●			
Colocar una pieza del caño en fierro tuerca	1		2,59	●				
Se pasa el fierro tuerca por el interior del bidón	1		3,77	●				
Enrosca el resto de la pieza	1		4,91	●				Hasta que quede seguro el caño en el bidón
Transporte al área de envasado	1		4,31		●			
Se realiza el primer enjuagado del bidón	1		4,29	●				Con agua
Se hecha dióxido de cloro 10% a la segunda tina	1		2,28	●				En la primera tina
Se realiza el segundo enjuagado	1		4,37			●		En la segunda tina
Se coloca el bidón a la altura del vástago de llenado	1		3,12	●				
Se llena el bidón	1		30,08	●				En área de envasado y llenado de bidón
Transporta al área de tapado	1		2,40		●			Por medio de una mesa transportadora
Se coloca bidón con respectiva tapa a la altura del vástago de máquina de tapado	1		3,72	●				
Se acciona manualmente el vástago de tapado	1		2,31	●				
Transporte	1		11,78		●			Por medio de una mesa transportadora
Se pone la fecha en la tapa del bidón	1		1,32	●				Por medio de un fechero
Se coloca el precinto en la tapa y el caño	1		4,30	●				
Se hace el precintado de la tapa y caño	1		7,98	●				Por medio de una pistola de calor
Etiquetado	1		2,44	●				
Transporte	1		9,37		●			Por medio de una mesa transportadora
Almacenamiento	1						●	En el área de almacenamiento hasta su distribución
TOTAL		44		249,28				

Cursograma analítico de la producción unitaria de la línea de agua de mesa

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Diagramas de Ishikawa de actividades innecesarias para el proceso de montaje y proceso productivo total

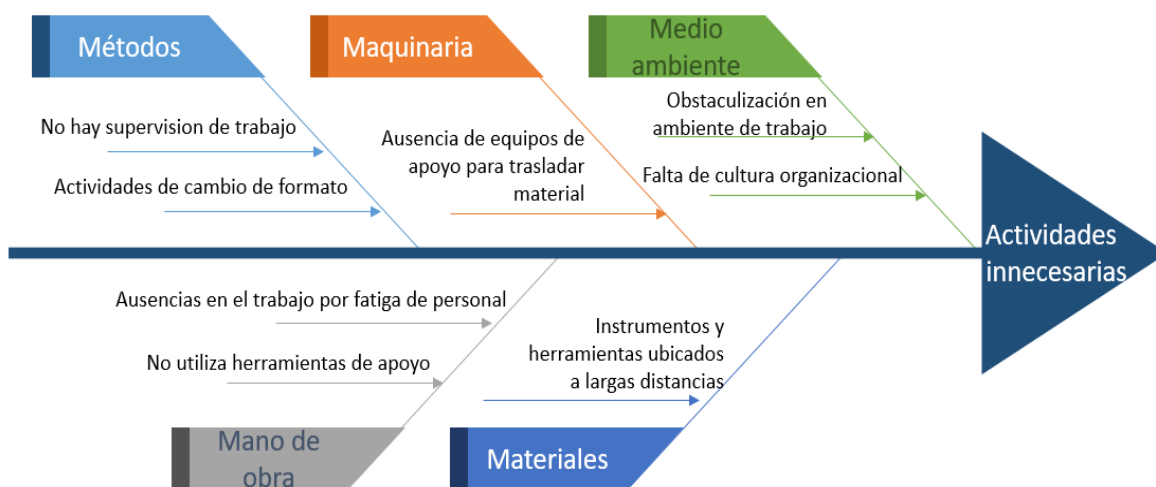


Diagrama de Ishikawa para analizar actividades innecesarias en proceso de montaje de caños en bidones de agua de mesa

Fuente: Elaboración propia

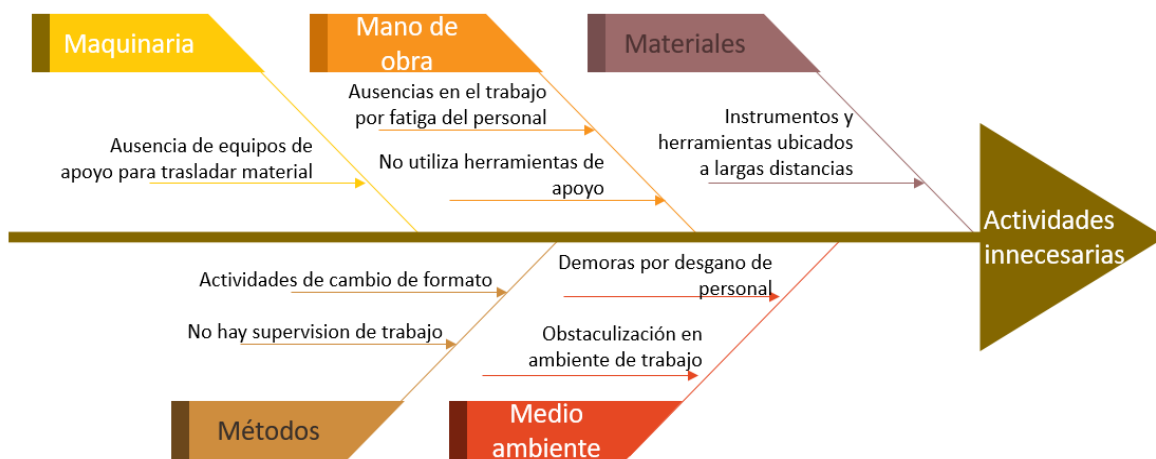


Diagrama de Ishikawa para analizar actividades innecesarias en proceso productivo de bidones de agua

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Causas que generan actividades innecesarias en proceso productivo

Tabla. Incidencia de causas que generan actividades innecesarias en proceso productivo

CAUSAS									
N° Observación	Ausencia de equipos de apoyo para traslado	Insumos y herramientas ubicados a largas distancias	M.O no utiliza herramientas de apoyo	Ausencias por fatiga de personal	Demoras por desganado de personal	No hay supervisión de trabajo	Obstaculación en ambiente de trabajo	Falta de orden y limpieza	Actividades de cambio de formato
1	1		1						1
2		1		1	1		1	1	1
3		1				1			1
4				1			1		1
5	1	1		1	1	1			1
6									1
7		1						1	1
8			1		1		1	1	1
9						1		1	1
10	1	1					1		
11				1		1	1	1	1
12		1	1		1				1
13	1	1	1		1	1	1	1	1
14			1					1	1
15	1			1					1
Total de observaciones	5	7	5	5	5	5	6	7	14
% Total de observaciones	33%	47%	33%	33%	33%	33%	40%	47%	93%

Fuente: Elaboración propia

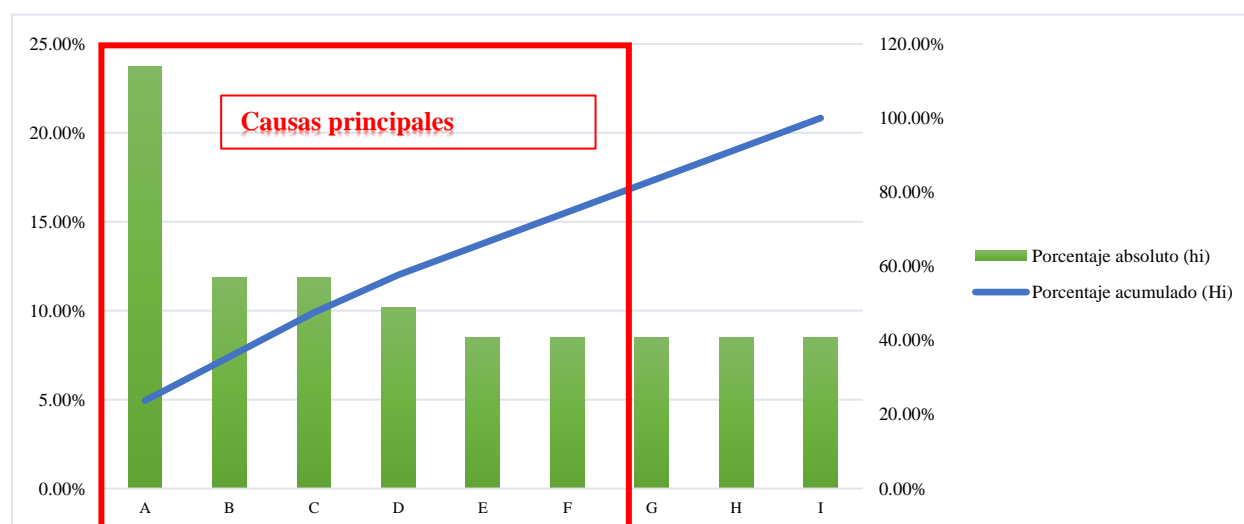


Figura. Diagrama de Pareto para determinar causas a eliminar el proceso de montaje

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Diagrama de recorrido actual del proceso productivo de bidones de agua

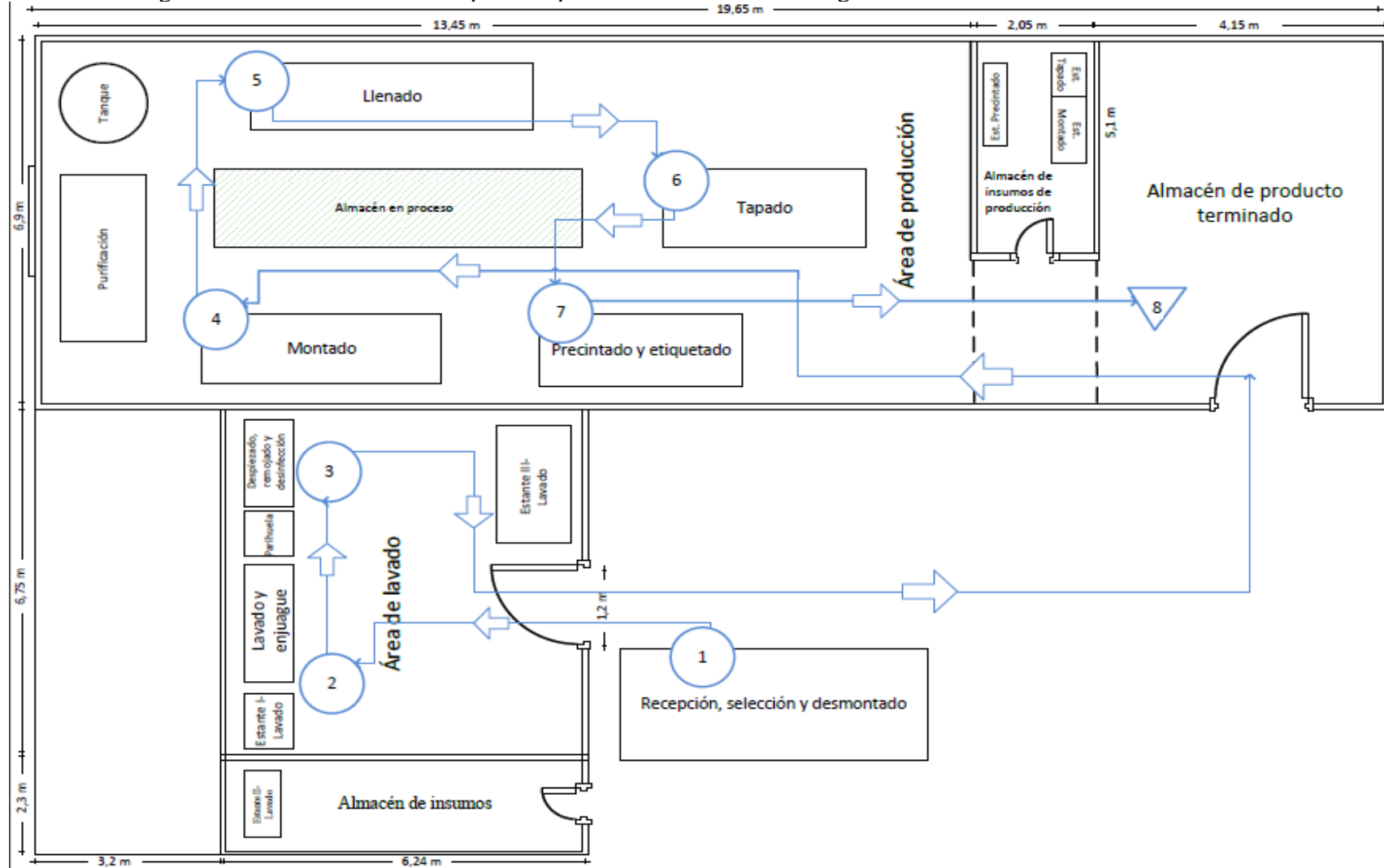


Diagrama de recorrido actual del proceso productivo de bidones de agua

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Diagrama de recorrido propuesto del proceso productivo de bidones de agua

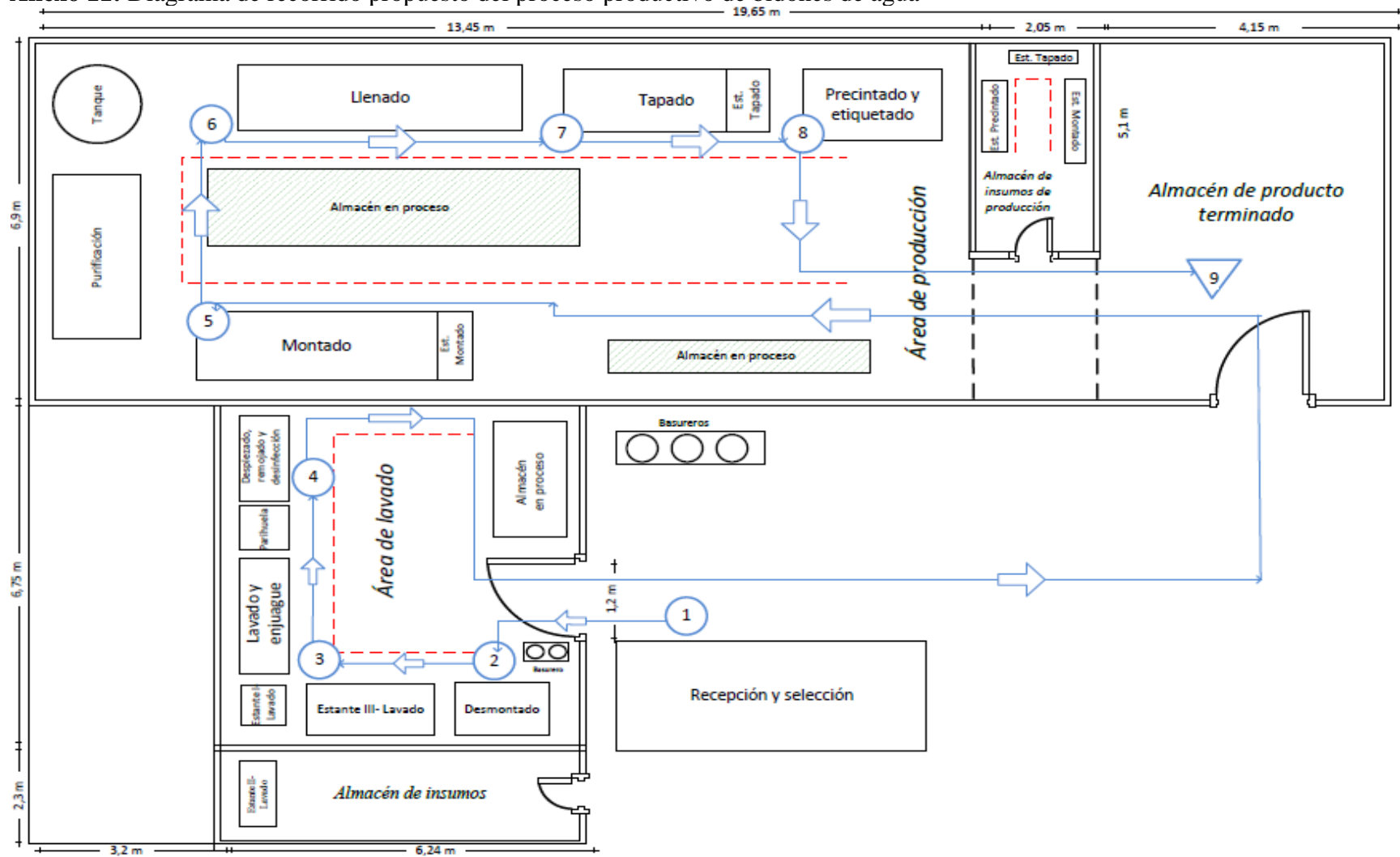



Diagrama de recorrido propuesto del proceso productivo de bidones de agua

Fuente: Elaboración propia



Anexo 12:

Hoja de verificación para la identificación de elementos necesarios e innecesarios en la primera fase de las 5S

		Hoja de verificación de 5'S					
Empresa: Latinorte Distribuidora S.A.C		Verificador: Jefe de producción				Mes y año: 05/2020	
RESUMEN DE 5'S	Aspectos a verificar	Puntuaci				Observaciones	
		1	2	3	4	Partes del área de responsabilidad	Información recolectada
Seiri: Seleccionar Mucho ayuda lo que no estorba. Elimina todo lo innecesario del lugar de trabajo. No permitas que otros invadan tus áreas de trabajo.	Objetos sin uso				X	Recepción del bidón Selección del bidón	- Parihuelas mal ubicadas - Obstaculización por (parihuelas malogradas y
	Exceso de materiales					Desmontado	- Obstaculización por bidones mal ordenados. - Tapas tiradas en el piso. - Basureros repletos y mal ubicados. - Obstaculización por objetos del personal
							Lavado manual del bidón
	Administración visual		X			Enjuague mecánico del bidón	
	Hallazgos frecuentes de objetos personales				X	Despiezado de caños Remojado de caños	- Tinas sin uso - Elementos de lavado como cepillos mal ubicados y desordenados
	Materiales o elementos mal ubicados				X	Lavado manual de caños Enjuague de caños	
	Elementos inservibles, viejos u obsoletos					Desinfección de caños	- Envase de desinfectantes vacíos - Frascos de desinfectante desordenados
							Montado de bidón y caños
	Estantes o equipos de apoyo no usados					Llenado de bidón	
						Tapado del bidón	- Recipientes de tapas vacíos - Obstaculización por parihuelas sin uso, elementos de limpieza sin uso
Precintado						- Recipientes de material para precintado vacíos - Equipos de apoyo como pistola de calor no tiene un lugar fijo.	
					Etiquetado	- Mesa de transportes mal ubicadas - Obstaculización por parihuelas sin uso, baldes,	
Criterio de puntuación 1: Poco identificado 2: Identificado algunas veces 3: Identificado regular cantidad de veces							



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Evidencias de la falta de orden y limpieza en el área de lavado y producción

ÁREA DE LAVADO	
Se evidencia la existencia de baldes sin uso obstaculizando el paso del personal.	Existencia de objetos del personal como radio y ventiladores dentro del área de trabajo.
	

Elementos identificados en el área de lavado

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C.

ÁREA DE LAVADO	
Existencia de recipientes y envases vacíos sin uso, bolsas deterioradas sin uso y desorden de los materiales.	Falta de recipiente para cepillos ubicados de manera desordenada.
	

Elementos identificados en el área de lavado

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C.

ÁREA DE PRODUCCIÓN	
Recipientes de piezas de los caños desordenados.	Bidones de agua mal apilados y desordenados
	 

Elementos identificados en el área de producción

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C.



Elementos identificados en el área de producción

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C..



Elementos identificados en el área de producción

Fuente: Latinorte Distribuidora S. A. C.



Anexo 14: Tarjeta roja propuesta

TARJETA ROJA			
Nombre del objeto:		Cantidad:	
Sección responsable:		Acción a seguir:	
Fecha de identificación:		Fecha de la acción:	

Tarjeta roja usada para elementos no necesarios a desechar

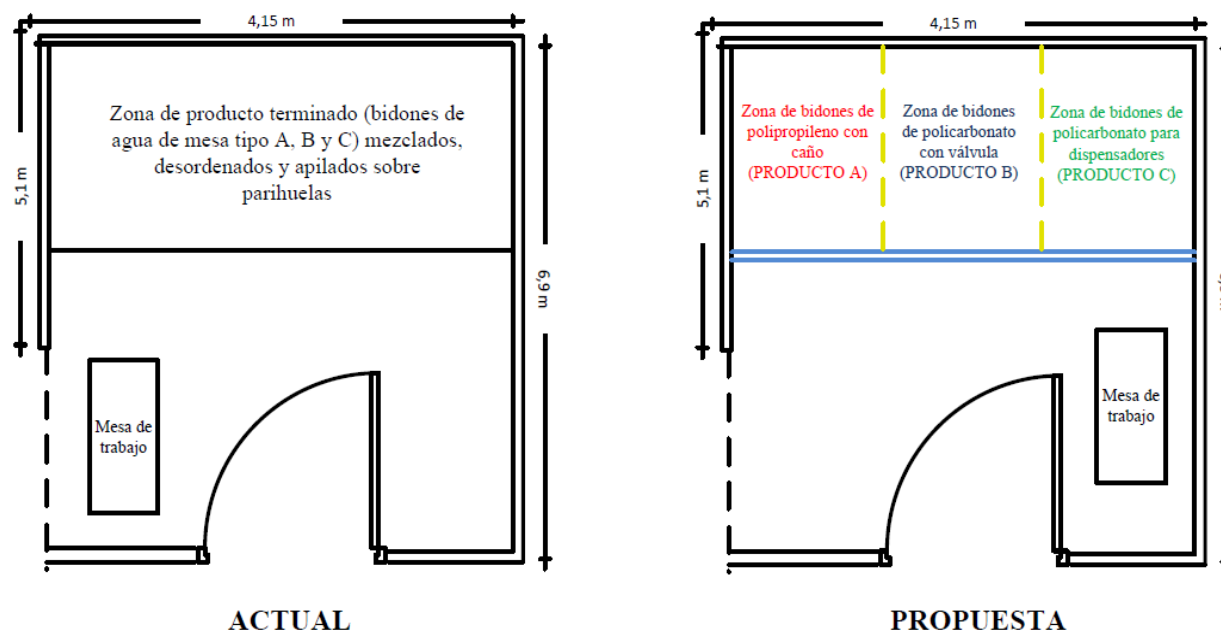
Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Ficha de evaluación 5'S

		Hoja de evaluación de 5'S				
Empresa: Latinorte Distribuidora S.A.C		Verificador: Jefe de producción			Mes y año: 06/2020	
RESUMEN DE 5'S	Aspectos a verificar	Puntuación 0- 100%			Puntaje Total	
		Rojo 0% - 50%	Amarillo 50% - 75%	Verde 75% - 100%		
Seiri: Seleccionar Mucho ayuda lo que no estorba. Elimina todo lo innecesario del lugar de trabajo. No permitas que otros invadan tus áreas de trabajo.	Las parihuelas han sido arregladas y usadas de manera eficiente					
	Tinas, baldes y elementos de limpieza fuera de área de producción					
	Frascos de detergentes y desinfectantes ubicados correctamente.					
	Objetos del personal sin obstruir el paso.					
	Recipientes y estándares en buenas condiciones y ordenados					
	Pasillos y áreas de trabajo despejadas					
Puntaje promedio total por fase						
Seiton: Organizar Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Todo debe estar identificado y en el lugar asignado.	Parihuelas y mesas de transporte y apoyo ubicados correctamente en zonas específicas.					
	Elementos como basureros separados y ordenados por área.					
	Elementos separados mediante recipientes de colores y etiquetados					
	Recipientes separados por estantes					
	Tiempo de búsqueda de producto terminado en almacén ha disminuido					
Puntaje promedio total por fase						
Seiso: Limpieza Un lugar limpio no es el que se barre mucho sino el que se ensucia poco. Mientras limpias, inspecciona.	Reducción de basura en los pasillos y áreas de trabajo					
	Se cumplen y respetan los puntos establecidos en el programa de limpieza.					
	Se reduce el tiempo de limpieza en lugares específicos.					
Puntaje promedio total por fase						
Seiketsu: Estandarizar De la vista nace el amor. Utiliza los colores adecuados y las herramientas para que las 5'S se	Elementos de herramienta Andon visibles y bien cuidados					
	Uso eficiente de la herramienta Andon como avisos, carteles o señaléticas					
	Cumplimiento de las herramientas Andon y OPL					
	Uso correcto de POE					
Puntaje promedio total por fase						
Shitsuke: Disciplina La práctica hace al maestro. El éxito depende de que todos respetemos las reglas.	Cultura de orden y limpieza evidenciada en los operarios					
	Comunicación efectiva entre áreas					
	Prevención y recuperación de elementos de control visual.					
	Mediciones periódicas para medir desempeño de la metodología					
Puntaje promedio total por fase						
Criterio de puntuación						
0% - 50% Criterio de evaluación no ha sido superado						
50% - 75% : Criterio de evaluación se ha superado parcialmente pero debe mejorar.						
75% - 100% : Criterio de evaluación superado con forma de trabajo aceptable						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Propuesta de distribución de almacén de producto terminado



Distribución del almacén de producto terminado actual y propuesto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Programa de limpieza según metodología 5'S

ÁREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO
Recepción, selección y desmontado	Limpieza de tapas desechables en el suelo. Limpieza de basureros repletos.	Operario I	Diaria
Lavado	Limpieza de elementos de lavado y equipos de apoyo (mesas, etc)	Operario I	Diaria
Montado, Llenado, Tapado	Limpieza de estantes, recipientes y mesas de apoyo.	Operario II	Diaria
Precintado y etiquetado	Limpieza de desperdicios de collarines de plástico y etiquetas.	Operario II	Diaria
Almacén	Limpieza de cajas no utilizadas.	Operario II	Diaria

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18:**Diagrama de Gantt propuesto para el periodo de implementación de la metodología 5'S en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C.**

Metodología 5'S	Actividad	Descripción de Actividades	Duración (semana)	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Seiri: Seleccionar	Actividad 1	Reparación y uso eficiente de parihuelas	1					
	Actividad 2	Reubicar de elementos necesarios						
	Actividad 3	Colocar tarjetas rojas a elementos innecesarios						
	Actividad 4	Eliminar elementos sin uso e innecesarios						
	Actividad 5	Verificar periódicamente la fase mediante hoja de evaluación						
Seiton: Orden	Actividad 6	Orden de elementos de trabajo	1					
	Actividad 7	Limpiar área de trabajo						
	Actividad 8	Organizar y ubicar elementos necesarios correctamente						
	Actividad 9	Reorganizar almacén de producto terminado						
	Actividad 10	Verificar periódicamente la fase mediante hoja de evaluación						
Seison: Limpieza	Actividad 11	Realizar programa de limpieza	1					
	Actividad 12	Verificar estado de elementos de apoyo visual						
	Actividad 13	Mantener área limpia						
	Actividad 14	Mantener máquinas y elementos sin polvo ni grasas						
	Actividad 15	Verificar periódicamente la fase mediante hoja de evaluación						
Seiketsu: Estandarizar	Actividad 16	Implementar de herramientas Andon como OPL	1					
	Actividad 17	Cumplir con las herramientas propuestas						
	Actividad 18	Usar eficientemente los avisos carteles, señaléticas						
	Actividad 19	Verificar periódicamente la fase mediante hoja de evaluación						
Shitsuke:Disciplina	Actividad 20	Usar adecuadamente uniforme de trabajo	1					
	Actividad 21	Seguir una cultura de orden y limpieza constante						
	Actividad 22	Mantener forma de trabajo adecuada						
	Actividad 23	Verificar periódicamente la fase mediante hoja de evaluación						



Fuente: Elaboración propia

Anexo 19:
Hoja de verificación periódica de la metodología 5'S en la empresa Latinorte Distribuidora S. A. C.

RESUMEN DE 5'S		Evaluación			Puntuación			
		Nº	Aspecto	¿Qué verificar?	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Seiri: Seleccionar Eliminar todo lo innecesario del lugar de trabajo. No permitir que otros invadan u obstaculicen las áreas de trabajo.	1	Objetos sin uso	Elementos de área de producción y lavado					
	2	Exceso de materiales	Frascos de detergentes y recipientes					
	3	Hallazgos de objetos personales	Radio, mochila, ventilador					
	4	Materiales o elementos mal ubicados	Parihuelas, elementos de limpieza					
	5	Obstrucción en pasillos	Baldes, tinas, objetos del personal					
Seiton: Organizar Todo debe estar identificado y en el lugar asignado.	1	Orden elementos de trabajo	Estantes y recipientes					
	2	Limpieza en área de trabajo	Basureros					
	3	Elementos ubicados correctamente	Parihuelas, tinas, baldes					
	4	Reducción de tiempo	Búsqueda de producto terminado en máximo 15 s					
	5	Organización en área de almacén	Bidones ordenados por formato y señalizados con diferentes colores					
Seison: Limpieza Área limpia y ordenada. Mientras se limpia, se inspecciona.	1	Programa de limpieza	Ejecución de la limpieza verificado en formato					
	2	Área limpia	Pisos, paredes					
	3	Polvo, grasa, basura	Máquinaria, equipos, recipientes, estantes					
	4	Administración visual	Basureros pasillos					
	5	Estado de pintura y etiquetas	Estantes y recipientes					
Seiketsu: Estandarizar Utilizar los colores adecuados y las herramientas para que las 5'S se mantengan.	1	Empleo de herramientas de visualización	Avisos, carteles, señaléticas, marcas en el piso					
	2	Empleo de herramientas de comunicación	OPL y POE					
	3	Estado de elementos de apoyo visual	Carteles, señaléticas, marcación en piso					
	4	Elementos de apoyo visual visibles	Avisos, señaléticas/ Foto estándar del área					
	5	Área acondicionada adecuadamente	Paredes, pisos					
Shitsuke: Disciplina El éxito depende de que se respeten las reglas.	1	Uso de uniforme de trabajo e implementos	Cultura de orden y limpieza evidenciada en los operarios					
	2	Forma de trabajo	Comunicación efectiva entre áreas					
	3	Comunicación efectiva	Prevención y recuperación de elementos de control visual.					
	4	Puntualidad y asistencia	Trabajo en equipo					
	5	Ejecución de mediciones periódicas	Mediciones periódicas para medir desempeño de la metodología					
Puntaje total								
Criterio de puntuación								
1 punto: No implementado								
2 puntos: Implementado parcialmente								
3 puntos: Implementación avanzada								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Hoja de observación de actividades de cambio de formato

		HOJA DE OBSERVACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO				
Empresa: Latinorte Distribuidora S.A.C				Mes y año: 06/2020		
N°	Área	Actividad realizadas	Tiempo	Herramienta	Operación interna/ externa	
1	Lavado	Echar dioxclor a envase para limpiar el área de lavado (tinan)	17,792	Dioxclor, trapo, manguera de agua, desinfectantes	Interna	
2	Producción	Limpiar área de producción (mesas, tanques filtro, pisos, paredes, puertas, ventanas, etc) y se ordenan todos los utillajes para iniciar de nuevo la producción	20,575	Dioxclor, trapo, manguera de agua, desinfectantes	Externa	
3	Producción	Verificación del correcto funcionamiento de los equipos de rayos ultravioleta, generador de ozono, de circuitos de filtros	3,828	-	Externa	
4	Envasado	Limpieza de los tanques de recirculación de agua, otras tuberías	9,284		Interna	
5	Envasado	Sacar tuberías que conectan al motor para poder limpiar el tanque de recirculación	9,365	-	Interna	
6	Envasado	Cambiar el pistón de llenado para bidones con boquilla más pequeña	5,783	Pistón más delgado	Interna	
7	Envasado	Montar un adaptador en el vástago de tapado para bidones más pequeños	5,492	Base circular de metal	Interna	
8	Envasado	Cambiar tapas para bidones con boquilla más delgada y pequeña	2,119		Interna	
9	Envasado	Arreglar y ordenar las tapas para bidones	2,364	-	Interna	
10	Montado de caños	Verificar el estado de los utillajes después de cada desmontaje de caños	3,319	-	Externa	
11	Montado de caños	Seleccionar y ordenar las piezas del caño para los bidones de agua	3,385	-	Interna	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Evaluación del coeficiente de competencia de los expertos

Basado en “Criterio de expertos. Procesamiento a través del método Delphy”, desarrollado por Hurtado de Mendoza [24]:

- Valoración del nivel de experiencia que poseen sobre los mecanismos de set-up

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Jefe de producción									x	
2. Ingeniero mecánico										x
3. Operario encargado del área de envasado									x	

Fuente: Elaboración propia. En base a Hurtado de Mendoza, 2007: 1

$K_c = n(0,1)$; Donde: K_c : Coeficiente de Conocimiento o Información y “n”: Rango seleccionado por el experto

- Aspectos que influyen en el nivel de argumentación del tema estudiado

	Fuentes de argumentación	Análisis teóricos realizados por usted	Su experiencia obtenida	Trabajos de autores nacionales	Trabajos de autores extranjeros	Su conocimiento del estado del problema en el extranjero	Su intuición	Total
Experto 1	Alto						0,05	0,8
	Medio	0,20	0,40	0,05				
	Bajo				0,05	0,05		
Experto 2	Alto	0,3	0,5	0,05			0,05	1
	Medio							
	Bajo				0,05	0,05		
Experto 3	Alto						0,05	0,8
	Medio	0,2	0,4					
	Bajo			0,05	0,05	0,05		

Fuente: Elaboración propia. En base a Hurtado de Mendoza, 2007: 1

$K_a = a n_i = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6)$; donde: K_a : Coeficiente de Argumentación y n_i : Valor correspondiente a la fuente de argumentación i (1 hasta 6)

- Coeficiente de competencia de los expertos

	K_c	K_a	K	Coeficiente de competencia
Expertos				
1. Jefe de producción	0,9	0,80	0,85	Alto
2. Ingeniero mecánico	1	1,00	1	Alto
3. Operario encargado del área de envasado	0,9	0,80	0,85	Alto

Fuente: Elaboración propia. En base a Hurtado de Mendoza, 2007: 1



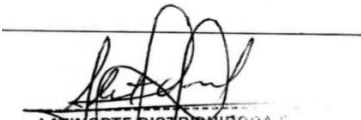
$K = 0,5 (K_c + K_a)$; Donde: K : Coeficiente de Competencia, K_c : Coeficiente de Conocimiento y K_a : Coeficiente de Argumentación.

- Rangos de valoración de coeficiente de competencia de expertos

$0,8 < K < 1,0$	Coeficiente de Competencia Alto
$0,5 < K < 0,8$	Coeficiente de Competencia Medio
$K < 0,5$	Coeficiente de Competencia Bajo



Fuente: Hurtado de Mendoza, 2007: 1

Anexo 22:**❖ Ficha de juicio de expertos para jefe de producción**

Ficha de juicio de expertos						
						
Título de trabajo de investigación:	Propuesta de mejora del proceso productivo de bidones de agua para aumentar el nivel de servicio en Latinorte Distribuidora S.A.C					
Nombres y apellidos del autor:	Camila Castañeda Cabrera					
Denominación del instrumento:	Ficha de juicio de expertos- cuestionario					
Se realiza esta técnica de estimación llamada juicio de expertos con la finalidad de ayudar a las estimaciones de los mecanismos propuestos mediante la aplicación de la metodología SMED en el área de envasado de la empresa Latinorte Distribuidora S.A.C						
Propuestas planteadas en área de envasado de bidones de agua	Porcentaje de reducción					Observaciones
	0-15%	16-30%	31-45%	46-60%	60-100%	
Montar y adoptar un adaptador en el vástago de llenado para bidones con boquilla más pequeña		22%				Verificar el material del adaptador a utilizar
Añadir un vástago más en la máquina de llenado y equipo de tapado para acelerar la producción			32%			
Implementar un mecanismo más sencillo y rápido de desmontar y montar tuberías en la máquina de llenado		25%				Se necesitará de personal capacitado para realizar esta propuesta
Incorporar una base circular, la cual reemplazó un adaptador más largo en el vástago de tapado para aquellos bidones con un menor tamaño					85%	
Incorporar un recipiente donde se encuentren las tapas a la altura del vástago de tapado para ahorrar tiempo al no tener que desplazarse a una mesa móvil			31%			Tomar en cuenta el espacio que presenta el equipo de tapado
Cargo del experto evaluador:	Jefe de producción de la empresa					
Firma	 LATINORTE DISTRIBUIDORA S.A.C. Alberto Yélez De Villa Mesa					



Fuente: Elaboración propia

❖ **Ficha de juicio de expertos para ingeniero mecánico encargado de mantenimiento**

 Ficha de juicio de expertos 						
Título de trabajo de investigación:	agua para aumentar el nivel de servicio en Latinorte Distribuidora S.A.C					
Nombres y apellidos del autor:	Camila Castañeda Cabrera					
Denominación del instrumento:	Ficha de juicio de expertos- cuestionario					
<p>Se realiza esta técnica de estimación llamada juicio de expertos con la finalidad de ayudar a las estimaciones de los mecanismos propuestos mediante la aplicación de la metodología SMED en el área de envasado de la empresa Latinorte Distribuidora S.A.C</p>						
Propuestas planteadas en área de envasado de bidones de agua	Porcentaje de reducción					Observaciones
	0-15%	16-30%	31-45%	46-60%	60-100%	
Montar y adoptar un adaptador en el vástago de llenado para bidones con boquilla más pequeña		26%				Verificar el material del adaptor a utilizar
Añadir un vástago más en la máquina de llenado y equipo de tapado para acelerar la producción			33%			
Implementar un mecanismo más sencillo y rápido de desmontar y montar tuberías en la máquina de llenado		27%				Se necesitará de personal capacitado para realizar esta propuesta
Incorporar una base circular, la cual reemplazó un adaptador más largo en el vástago de tapado para aquellos bidones con un menor tamaño					83%	
Incorporar un recipiente donde se encuentren las tapas a la altura del vástago de tapado para ahorrar tiempo al no tener que desplazarse a una mesa movable			33%			Tomar en cuenta el espacio que presenta el equipo de tapado
Cargo del experto evaluador:	Ingeniero mecánico encargado de mantenimiento					

Fuente: Elaboración propia

❖ **Ficha de juicio de expertos para operario encargado del área de envasado**

 Ficha de juicio de expertos 						
Título de trabajo de investigación	Propuesta de mejora del proceso productivo de bidones de agua para aumentar el nivel de servicio en Latinorte Distribuidora S.A.C					
Nombres y apellidos del autor	Camila Castañeda Cabrera					
Denominación del instrumento	Ficha de juicio de expertos- cuestionario					
<p>Se realiza esta técnica de estimación llamada juicio de expertos con la finalidad de ayudar a las estimaciones de los mecanismos propuestos mediante la aplicación de la metodología SMED en el área de envasado de la empresa Latinorte Distribuidora S.A.C</p>						
Propuestas planteadas en área de envasado de bidones de agua	Porcentaje de reducción					Observaciones
	0-15%	16-30%	31-45%	46-60%	60-100%	
Montar y adoptar un adaptador en el vástago de llenado para bidones con boquilla más pequeña		25%				
Añadir un vástago más en la máquina de llenado y equipo de tapado para acelerar la producción		29%				Se necesitará de personal capacitado para realizar esta propuesta
Implementar un mecanismo más sencillo y rápido de desmontar y montar tuberías en la máquina de llenado		23%				Se necesitará de personal capacitado para realizar esta propuesta
Incorporar una base circular, la cual reemplazó un adaptador más largo en el vástago de tapado para aquellos bidones con un menor tamaño					80%	
Incorporar un recipiente donde se encuentren las tapas a la altura del vástago de tapado para ahorrar tiempo al no tener que desplazarse a una mesa movable		28%				
Cargo del experto evaluador:	Operario del área de envasado					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23:

❖ **Área de envasado antes y después de la mejora**

	<i>PROCESO DE LLENADO</i>					<i>PROCESO DE TAPADO</i>			
Antes	Act. de cambio 4	Actividad de cambio 5	Proceso de enjuague	Actividad de cambio 6	Proceso de llenado	Act. cambio 7	Act. cambio 8	Actividad de cambio 9	Proceso de tapado
Tiempo	561,9 s	557,02 s	838,7 s	346,9 s	1825,45 s	141,8 s	127,1 s	329,4 s	463,6 s

	<i>PROCESO DE LLENADO</i>					<i>PROCESO DE TAPADO</i>		
Después	Act. de cambio 4	Actividad de cambio 5	Proceso de enjuague	Actividad de cambio 6	Proceso de llenado	Act. Cambio 8	Act. Cambio 9	Proceso de tapado
Tiempo	421,43 s	417,62 s	648,18 s	262,56 s	1410,93 s	87,3 s	57,11 s	358,41 s

Comparación de la reducción de tiempos de cambio de formato en área de envasado

Fuente: Elaboración propia



Diagrama Operario-Tiempo mejorado del área de envasado

Fuente: Elaboración propia

❖ Diagrama hombre máquina de llenadora nuevo

Operación:		Llenadora	Pag. N°	1	de	1
Máquina		Llenadora	Fecha:	19/06/20		
Departamento		Producción	Realizado por: Camila Castañeda C.			
	HOMBRE	Tiempo (s)		MÁQUINA	Tiempo (s)	
1	Transporte a máquina de llenado	183,26	Tiempo muerto	1022,46		
2						
3	Desmontar tuberías que conectan al motor	140,48				
4						
5	Limpieza de tuberías	93,65				
6						
5	Montar tuberías que conectan al motor de máquina	187,30				
6						
7	Desmontar tanques de recirculación	139,25				
8						
8	Limpieza de tanques de recirculación	92,84				
9						
9	Montar tanques de recirculación	185,67				
10						
11	Acciona botón para primer enjuague del bidón	182,19	Operación	182,19		
12						
13	Se hecha dióxido de cloro 10% a la segunda tina	97,09	Tiempo muerto	97,09		
14	Acciona botón para segundo enjuague del bidón	185,64	Operación	185,64		
15						
16	Desmontar pistón de llenado	105,02	Tiempo muerto	395,04		
17						
18	Montar pistón de llenado para bidones más pequeños	157,53				
19						
20	Carga el bidón a la altura del vástago de la máquina de llenado	132,49				
21	Acciona el botón de llenado	1278,45				Operación
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						

Nuevo diagrama hombre máquina de llenado

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Indicador de incumplimiento en tiempo de entrega de bidones de agua para una proyección al 2021 y 2022

Estimación de incumplimiento en tiempo de entrega en proyección al año 2021

Mes	Total de pedidos	Tiempo disponible (min)	Tiempo de producción total por pedidos (min)	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Capacidad de producción extra	Porcentaje de incumplimiento en tiempo de entrega
Enero	2661	12480	11096,37	2661	0	331	0,00%
Febrero	2688	12000	11208,96	2688	0	189	
Marzo	2665	12480	11113,05	2665	0	327	
Abril	2685	12480	11196,45	2685	0	307	
Mayo	2690	12480	11217,30	2690	0	302	
Junio	2691	12480	11221,47	2691	0	301	
Julio	2692	12000	11225,64	2692	0	185	
Agosto	2692	12480	11225,64	2692	0	300	
Septiembre	2687	12000	11204,79	2687	0	190	
Octubre	2697	12480	11246,49	2697	0	295	
Noviembre	2669	12480	11129,73	2669	0	323	
Diciembre	2729	12000	11379,93	2729	0	148	
TOTAL	32246	147840	134465,82			3050	

Fuente: Elaboración propia

Estimación de incumplimiento en tiempo de entrega en proyección al año 2022

Mes	Total de pedidos	Tiempo disponible (min)	Tiempo de producción total por pedidos (min)	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Capacidad de producción extra	Porcentaje de incumplimiento en tiempo de entrega
Enero	2814	12480	11734,38	2814	0	178	0,00%
Febrero	2843	12000	11855,31	2843	0	34	
Marzo	2818	12480	11751,06	2818	0	174	
Abril	2839	12480	11838,63	2839	0	153	
Mayo	2845	12480	11863,65	2845	0	147	
Junio	2846	12480	11867,82	2846	0	146	
Julio	2847	12000	11871,99	2847	0	30	
Agosto	2847	12480	11871,99	2847	0	145	
Septiembre	2841	12000	11846,97	2841	0	36	
Octubre	2852	12480	11892,84	2852	0	140	
Noviembre	2822	12480	11767,74	2822	0	170	
Diciembre	2886	12000	12034,62	2879	8,00	-	0,28%
TOTAL	34100					1353	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Nivel de servicio proyectado para el año 2021 y 2022.

Nivel de servicio a partir de la mejora estimada para una proyección al año 2021

Mes	Total de pedidos	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Nivel de servicio
Enero	2661	2661	0	100%
Febrero	2688	2688	0	
Marzo	2665	2665	0	
Abril	2685	2685	0	
Mayo	2690	2690	0	
Junio	2691	2691	0	
Julio	2692	2692	0	
Agosto	2692	2692	0	
Septiembre	2687	2687	0	
Octubre	2697	2697	0	
Noviembre	2669	2669	0	
Diciembre	2729	2729	0	
TOTAL	32246	32246	0	

Fuente: Elaboración propia

Nivel de servicio a partir de la mejora estimada para una proyección al año 2022

Mes	Total de pedidos	Pedidos atendidos	Pedidos no atendidos	Nivel de servicio
Enero	2814	2814	0	99,98%
Febrero	2843	2843	0	
Marzo	2818	2818	0	
Abril	2839	2839	0	
Mayo	2845	2845	0	
Junio	2846	2846	0	
Julio	2847	2847	0	
Agosto	2847	2847	0	
Septiembre	2841	2841	0	
Octubre	2852	2852	0	
Noviembre	2822	2822	0	
Diciembre	2886	2878	8	
TOTAL	34100	34092	8	

Fuente: Elaboración propia