



Optimización y estandarización del consumo de agua de lavado en el área envasado de la planta base agua en Pintuco – Rionegro

David Snader Álvarez Gallego

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Industrial

Asesores

Emerson Andrés Giraldo Betancur, Magíster (MSc) en dirección de operaciones y logística.
John Jairo Arteaga Toro, Magíster (MSc)

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial
Medellín, Antioquia, Colombia

2021

Cita	Álvarez Gallego [1]
Referencia	[1] D. Álvarez Gallego, “Optimización y estandarización del consumo de agua de lavado en el área envasado de la planta base agua en Pintuco – Rionegro”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2021.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

CONTENIDO

I.	RESUMEN.....	5
II.	INTRODUCCIÓN	6
III.	OBJETIVOS	8
	A. <i>Objetivo General</i>	8
	B. <i>Objetivos específicos</i>	8
IV.	MARCO TEÓRICO.....	9
V.	METODOLOGÍA	14
VI.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	15
	A. <i>Contextualización del proceso</i>	15
	B. <i>Recolección de información</i>	16
	1) <i>Análisis gráfico y descriptivo demanda PTARI</i>	19
	C. <i>Descripción del proceso</i>	21
	D. <i>Intervención a puntos críticos</i>	22
	E. <i>Estandarización del proceso</i>	26
	F. <i>Análisis de resultados</i>	30
VII.	CONCLUSIONES	34
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	36
IX.	ANEXOS	39
	A. <i>Anexo 1: Diagrama de flujo Línea Canecas</i>	39
	B. <i>Anexo 2: Diagrama de flujo Línea Galón</i>	40
	C. <i>Anexo 3: Diagrama de flujo Línea Cuartos y Línea 4 Boquillas</i>	41
	D. <i>Anexo 4: Método y tiempo de lavado Línea Galón</i>	42
	E. <i>Anexo 5: Método y tiempo de lavado Línea Canecas</i>	43
	F. <i>Anexo 6: Método y tiempo de lavado Línea Cuartos y 4 Boquillas</i>	44
	G. <i>Anexo 7: Lección de un punto (LUP) correcto uso de la hidrolavadora.</i>	45
	H. <i>Anexo 8: Lección de un punto (LUP) identificación del consumo de agua de lavado.</i>	46
	I. <i>Anexo 9: Tarjeta de control de agua de lavado.</i>	47

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Oportunidades de realización de economías mediante la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.	12
Ilustración 2 Mapa conceptual caracterización de las salidas de aguas residuales PBA.	17
Ilustración 3 Diagrama Causa - Efecto Alto consumo de agua de lavado PBA.....	18
Ilustración 4 M3 ingresados por mes a la PTARI en PBA.....	19
Ilustración 5 M3 realizados el proceso fisicoquímico en la PTARI de PBA.....	19
Ilustración 6 M3 almacenados por mes en la PBA.....	19
Ilustración 7 Cantidad de contenedores tercerizados por mes.	20
Ilustración 8 Cantidad contenedores agua clarificada almacenada.	21
Ilustración 9 Cantidad contenedores agua con pintura almacenada.	21
Ilustración 10 Relación consumo por minuto hidrolavadora-manguera.	22
Ilustración 11 Ensayo consumo de agua en un mismo color hidrolavadora - manguera.	23
Ilustración 12 Cantidad de agua utilizada en distintos tipos de lavado.	25
Ilustración 13 Porcentaje de registros tomados por tipo de color.	27
Ilustración 14 Porcentaje de registros de colores fuertes o intermedios.	27
Ilustración 15 Cantidad de aguas ingresadas a partir de marzo en PBA.....	30
Ilustración 16 Cantidad de aguas almacenadas a partir de marzo en PBA.....	30
Ilustración 17 Cantidad de aguas tercerizadas a partir de marzo en PBA.	31
Ilustración 18 Indicador consumo relativo de agua de lavado.	32
Ilustración 19 Indicador porcentaje de agua de lavado sobre el total de agua en PBA.	33
Ilustración 20 Diagrama de flujo proceso de lavado Línea Canecas.	39
Ilustración 21 Diagrama de flujo proceso de lavado Línea Galón.....	40
Ilustración 22 Diagrama de flujo proceso de lavado Línea Cuartos y 4Boquillas.....	41
Ilustración 23 Método y tiempo de lavado línea galón.	42
Ilustración 24 Método y tiempo de lavado línea canecas. Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 25 Método y tiempo de lavado línea Cuartos y 4Boquillas.....	44
Ilustración 26 LUP correcta utilización de hidrolavadora.	45
Ilustración 27 LUP identificación del consumo de agua de lavado.	46
Ilustración 28 Tarjeta de control de agua de lavado.....	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Análisis descriptivo aguas residuales de la PBA.....	20
Tabla 2 Consumo de agua por minuto entre mangueras de diferente diámetro.	24
Tabla 3 Porcentaje de ahorro entre las distintas mangueras.	24
Tabla 4 Matriz de distintos tipos de lavado sin consumo de agua	26
Tabla 5 Matriz de distintos tipos de lavado con consumo de agua.	29
Tabla 6 Tabla de lavado de cada uno de los colores fuertes o intermedios	29

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Consumo relativo de agua de lavado en PBA</i>	31
Ecuación 2 <i>Porcentaje del agua de lavado sobre el total de PBA</i>	32

I. RESUMEN

La Planta Base Agua de la empresa Pintuco cuenta con una alta demanda de productos en el mercado posicionándola como la empresa de pinturas y recubrimientos industriales con mayor cantidad de ingresos en Latinoamérica.

Buscando el ahorro en la fabricación de algunas pinturas, se cuenta con estrategias de producción que permiten la reutilización de materias primas en el proceso, como lo es el agua de lavado de colores blancos para la elaboración de pinturas blancas tipo 2 y tipo 3. Sin embargo, al tener niveles de producciones tan altos, los residuos generados son igualmente elevados; como lo es el agua utilizada para el lavado de los equipos, máquinas, tanques, entre otros generando grandes cantidades de almacenamientos y costos para la compañía. Es por esto que en el presente trabajo se buscó reducir el consumo de agua de lavado a través de la optimización y estandarización de los procesos realizados en el área de envasado de la planta.

Inicialmente se realizó un mapeo general de la planta buscando elaborar una caracterización de todas las aguas que salen del proceso para luego ser analizadas cuantitativamente. Posteriormente, con la ayuda de herramientas de diagramación se encontró el área adecuada donde la problemática era más representativa y poder intervenir de la forma correcta el problema inicialmente planteado. Por medio de cambios de herramientas, estandarización de métodos, procesos y consumos de agua se logra obtener el resultado esperado y reducir el consumo de aguas de lavado utilizadas.

II. INTRODUCCIÓN

El uso de pinturas en la actualidad se ha convertido en parte del estilo de vida de las personas. Estas son un subconjunto de revestimientos que también se utilizan como capa protectora (contra la lluvia, el sol, el polvo, suciedad, entre otros) o como cubierta decorativa y colorida, o ambos [11].

Pintuco® S.A. es una empresa de capital privado, líder en Colombia del sector de pinturas con más de 70 años de experiencia. Es una compañía que ha participado activamente del desarrollo de Colombia, gracias a su capacidad de elaborar los recubrimientos que la industria requiere y que los hogares buscan [13].

Pintuco ofrece productos para el mercado decorativo, de la construcción y los recubrimientos de alto desempeño. Entrega soluciones de la mejor calidad, con tecnología de punta, a través de procesos amigables con el medio ambiente, que satisfacen las necesidades de una amplia variedad de clientes en toda América Latina. Cuenta con presencia en 10 países: Colombia, Ecuador, Perú, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Antillas [13].

Actualmente en la sede de Rionegro, Pintuco cuenta con tres plantas de producción principales, las cuales son: Planta Base Agua (PBA), Planta Pintura en Polvo (PPP) y Planta Recubrimientos Industriales (PRI). En el año 2018, en Antioquia, el promedio de la producción de pintura se distribuyó en siete eslabones: pinturas de emulsión al agua (46,7%), pinturas de emulsión al aceite (16,8%), barnices y lacas (11,2%), pigmentos y colores preparados (9,7%), tintas (7,9%), masillas (5,3%) y otros (2,4%) [12].

Se evidencia que la mayor producción de pinturas es realizada a base de emulsiones de agua y a su vez conlleva a mayores residuos de este tipo. En Pintuco, la planta de pinturas a base de agua se divide en dos áreas principales, las cuales son: el área de producción, donde se da inicio al proceso productivo mediante la adición de materias primas, mezclas y ajustes de estas y el área de envasado, donde dependiendo de la presentación que lo requiera el cliente (cuartos, galón, canecas, entre otros) se envasa el producto terminado.

Para garantizar un producto de excelente calidad y con las condiciones que las requiere el cliente, las distintas partes involucradas en el proceso se aseguran de que todos

los tanques de producción y máquinas envasadoras se encuentren lo suficientemente limpias y desinfectadas utilizando agua como agente principal de limpieza.

Teniendo en cuenta lo anterior y la alta demanda de producción que se da en la PBA, surge la necesidad de buscar el control de la cantidad de aguas de lavado a través de la optimización y estandarización tanto del método como del consumo de agua utilizada especialmente para este fin contando con el apoyo de los operarios y coordinadores de la planta.

Para el desarrollo del proyecto se busca caracterizar cada una de las salidas de agua de la planta para luego identificar tanto cuantitativa como cualitativamente los puntos críticos a atacar. Posteriormente se realizan pruebas y análisis buscando mejorar las herramientas de trabajo y lograr una estandarización en los lavados de las líneas envasadoras, permitiendo controlar los indicadores de consumo de agua de la planta.

III. OBJETIVOS

A. *Objetivo General*

Reducir el consumo de agua de lavado en el área de envasado de la planta de Pintura Base Agua, a través de la optimización y estandarización del proceso y cantidad a utilizar; con el propósito de disminuir la demanda en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI).

B. *Objetivos específicos*

- Realizar un mapeo inicial de las condiciones actuales del consumo de agua de lavado de la Planta Base Agua, buscando identificar los principales puntos críticos a intervenir.
- Identificar estándares actuales en el método de lavado de las máquinas y corroborar su validez a través de un seguimiento intensivo.
- Intervenir las zonas donde no se cuenta con estándares ni medición adecuada del consumo de aguas de lavado
- Identificar y aplicar oportunidades de mejora en conjunto con el personal operativo, que impacten significativamente en el ahorro del consumo de agua de lavados.
- Evaluar y cuantificar los resultados finales, comparándolos con las condiciones iniciales del proceso para establecerlos fijos en el tiempo.

IV. MARCO TEÓRICO

Para el correcto entendimiento de la problemática a tratar durante el proyecto, se busca ilustrar mediante la diagramación, el flujo del proceso, identificando así las principales fallas y el cuello de botella en este. Además, la aplicación de distintas técnicas y herramientas que permitan lograr tanto el objetivo de la estandarización y el ahorro del consumo de aguas de lavado como la optimización del proceso en general.

Para Carbonell en [20], la composición genérica de una pintura es la siguiente, aun cuando algunos tipos pueden no contener todos los ingredientes: pigmentos, cargas (no es imperativo), ligante o resina (no es imperativo), aditivos. Además, complementa diciendo que el proceso de fabricación de las pinturas es totalmente físico y se efectúa en cuatro fases perfectamente diferenciadas: dispersión, molido, dilución y ajuste de viscosidad.

Según Toro en [14], el objetivo principal en el tratamiento de aguas residuales es eliminar los componentes definidos como contaminantes, molestos o con efectos nocivos para el medio ambiente, ajustar la calidad del agua vertida a las especificaciones legales, proteger la salud y promover el bienestar de una sociedad en general. Además, Existen diferentes sistemas de tratamiento que implican procesos biológicos, procesos fisicoquímicos y en ocasiones se presentan ambos, como es el caso de la empresa Pintuco.

Para lograr la obtención de agua clarificada, se realiza el proceso fisicoquímico, el cual consta de un proceso de coagulación, floculación y posterior sedimentación. Según Rodríguez [16], por coagulación se entiende como la desestabilización eléctrica de las partículas presentes en el agua mediante la adición de coagulantes. En el proceso de coagulación se neutraliza la carga eléctrica de los coloides cancelando así las fuerzas repulsivas. Además, Arboleda en [15], habla de que la floculación es el proceso en el cual las partículas que se desestabilizaron en la coagulación colisionan y se aglomeran unas con otras para formar partículas de mayor tamaño y peso, los flóculos de mayor tamaño son eliminados posteriormente en la sedimentación o retenidos en un filtro. Y finalmente, La sedimentación consiste en la remoción de sólidos que se presentan en suspensión en un fluido; esta remoción está fundamentada por la fuerza de gravedad que actúa sobre ellos y que debe vencer las fuerzas generadas por la viscosidad e inercia [17].

Uno de los caminos para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad [7]. La productividad es “el resultado de la articulación armónica entre la tecnología, la organización y el talento humano, combinando en forma óptima o equilibrada los recursos para la obtención de los objetivos” [1]. De la misma forma se dice que la productividad es un indicador que permite medir el grado de eficiencia con que se utilizan los recursos para crear el producto final y de esta manera observar la eficacia mediante el resultado logrado en comparación con el resultado posible. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo [2].

El diagrama de flujo es una importante herramienta visual que ayuda a representar gráficamente las distintas etapas de un proceso y sus interacciones, para facilitar la comprensión de su funcionamiento en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa. En la actualidad los diagramas de flujo son considerados en la mayoría de las empresas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema [21]

Por otro lado, el diagrama de causa efecto permite analizar de manera sistémica las relaciones entre los resultados y los diversos factores causales [3]. Así pues, la mejora de la calidad de los procesos de fabricación se puede realizar utilizando algunos métodos y técnicas de análisis específicos (Análisis de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Histogramas, etc.). El diagrama se considera una de las siete herramientas básicas de control de calidad. El diagrama de Ishikawa es un sencillo instrumento gráfico para comprender las causas que producen defectos de calidad y se utiliza para analizar la relación entre un problema y todas las posibles causas. Todas las categorías de causas comienzan con la letra M (máquinas, métodos, mano de obra, materiales, mantenimiento, medio ambiente) para los dominios productivos. Se recomienda usarlo solo cuando hay un solo problema, y las posibles causas se pueden clasificar en función de varios criterios [4].

La Lección de Un Punto (LUP) también conocida como OPL por las siglas de los términos One Point Lesson, es una herramienta de comunicación, utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves [18]. Además, Fernández Catañeda complementa en [19] diciendo que el objetivo es elevar los conocimientos y habilidades en un corto período, tener los conocimientos “a mano” para ser utilizados en el momento que se los necesite, estimular el trabajo en grupo y aumentar el compromiso del operario con el equipo.

Según Fajardo, Nuñez y Arroyo, en [5] los indicadores clave de desempeño son el eje principal de la cual se desprende la calidad de servicio (en este caso la disminución o aumento en el consumo de agua de lavado); que a su vez da paso a la satisfacción del cliente, todas estas contribuyen a generar información clave para mejorar y diseñar estrategias basadas al cumplimiento de objetivos trazados dentro de un área funcional de trabajo. Además, Pîrlog y Balint complementan diciendo que las organizaciones utilizan KPI en varios niveles para evaluar su éxito en el logro de los objetivos. Los KPI de alto nivel pueden centrarse en el rendimiento general de la empresa, mientras que los KPI de bajo nivel pueden centrarse en procesos en departamentos como ventas, marketing o un centro de llamadas [6].

El estudio de tiempo y movimiento es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación [8]. Fuentes, en [7] complementa diciendo que la ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica ya que es un proceso sin fin.

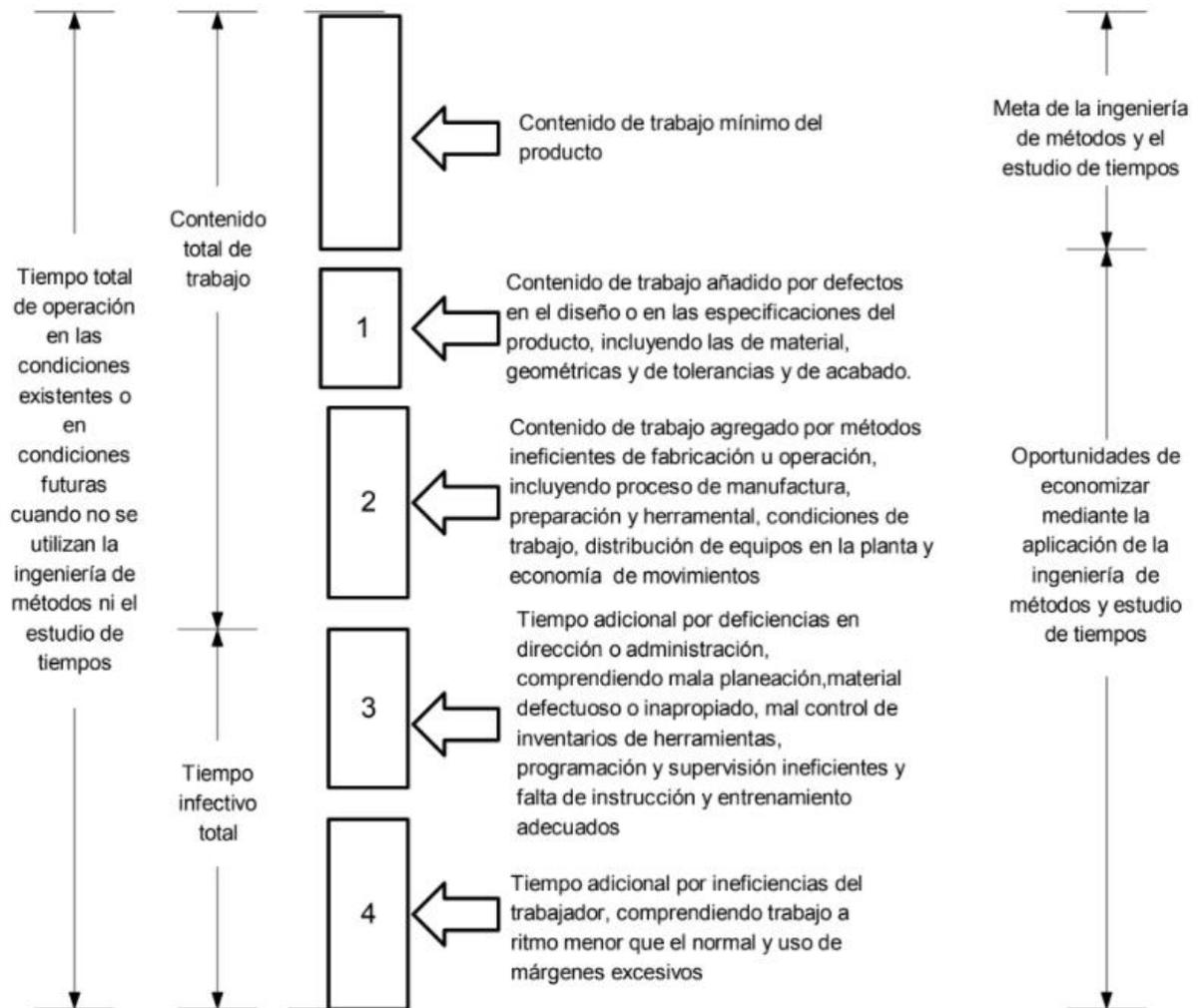


Ilustración 1: Oportunidades de realización de economías mediante la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.

Fuente: [7]

Además, nos indica el procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo, bajo el siguiente paso a paso:

1. *Obtención de los hechos.*
2. *Presentación de los hechos.*
3. *Efectuar un análisis.*
4. *Desarrollo del método ideal.*
5. *Presentación del método*
6. *Implantación del método.*

7. *Desarrollo de un análisis de trabajo.*
8. *Establecimiento de estándares de tiempo.*
9. *Seguimiento del método.*

Por su parte, la estandarización es el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas [9].

Según Pérez [10], la estandarización se realiza mediante los siguientes pasos:

1. *Involucrar al personal operativo.*
2. *Investigar y determinar la mejor forma para alcanzar el objetivo del proceso.*
3. *Documentar con fotos, diagramas, descripción breve.*
4. *Capacitar y adiestrar al personal.*
5. *Implementar formalmente el estándar.*
6. *Verificar los resultados.*
7. *Si el resultado se apega al estándar, continuar la implementación, si no, analizar la brecha y tomar acción correctiva.*

La estandarización o normalización persigue principalmente 3 objetivos:

- **Simplificación:** Se trata de reducir los modelos quedándose únicamente con los más necesarios.
- **Unificación:** Para permitir la intercambiabilidad a nivel internacional.
- **Especificación:** Se persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje claro y preciso.

V. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto estuvo enfocado en cinco etapas principales, cada una siguiendo el cumplimiento de cada objetivo específico, las cuales contienen varias actividades, al desarrollarlas su resultado final son los datos de entrada de la fase siguiente.

En la primera fase, se buscó caracterizar cada una de las salidas y entradas al proceso a través de análisis tanto cuantitativos como cualitativos y de esta manera se logró identificar los puntos críticos a atacar. Se realizó la diagramación del problema a intervenir y las entradas a la planta de tratamiento a través de un diagrama causa – efecto y un mapa conceptual respectivamente, para posteriormente realizar un análisis gráfico de la demanda histórica de la PTARI.

Para la ejecución de la segunda fase, se decidió analizar mediante diagramas de flujo cada uno de los procesos de lavado de las distintas líneas de envasado y de esta manera se logró identificar los procedimientos donde se utilizaba mayor cantidad de agua para el lavado de las máquinas para posteriormente intervenirlos.

Posteriormente, se llevó a cabo la implementación de herramientas adecuadas para la reducción del consumo de agua, análisis que se realizó a través de mediciones que permitieron concluir cual era la mejor decisión. Además, se realizó un estudio microbiológico del agua clarificada tratada en la PTARI buscando la reutilización de tales aguas en el lavado de las líneas, permitiendo de esta manera economizar en potabilización de agua, reducir almacenamiento y lograr una economía circular en la compañía. Al finalizar, se llegó a un análisis cuantitativo del impacto de la implementación y evaluación de estas mejoras.

En la cuarta fase; teniendo en cuenta la anterior, y a través de un estudio de método, consumos y tiempos se logró crear una matriz de tipos de lavado, logrando disminuir la brecha que existía entre el lavado de las líneas de envasado para cada operario.

Finalmente, se crearon indicadores de desempeño que permiten tomar decisiones en el tiempo y evaluar positiva o negativamente el área de trabajo permitiendo una mejora continua. Además, se propusieron mejoras para la planta que cumplan con el objetivo de reducir considerablemente el consumo de aguas de lavado.

VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A. *Contextualización del proceso*

El proceso de elaboración de pintura se inicia en panel de control de la planta, allí reciben la programación diaria de los productos a realizar para luego ser destinados en los respectivos tanques y equipos según la cantidad a realizar.

Una vez terminado el proceso de producción y realizado un chequeo de calidad, se habilita el producto para ser envasado en las presentaciones que las requiere el cliente para posteriormente realizar el lavado tanto de los tanques donde se finaliza el proceso de producción como de las máquinas envasadoras.

En PBA existen 4 líneas de envasado de vinilo, las cuales son: Línea Canecas, donde se envasan en su mayoría colores pastel, bases y blancos en presentaciones de 2.5, 4.1 y 5 galones, Línea Galón donde solo se envasan galones de pintura y cualquier color que sea producido, Línea 4 Boquillas la cual envasa en su mayoría concentrados y en presentación de cuarto y galón, y por último se encuentra la línea de cuartos donde se envasan todo tipo de colores y solo en presentación de cuartos.

Existen dos tipos de aguas evacuadas en el proceso, las cuales son; blancas y colores. El agua de lavado blanca es reutilizada en la elaboración de productos blancos Tipo 2 y Tipo 3 dentro de la planta, mientras que el agua de colores es drenada a la PTARI, donde se le realiza tres procesos principales para luego ser vertida según las condiciones que exige la normatividad actual.

Sin embargo, debido a la alta demanda de pintura a base de agua, el lavado de los equipos se realiza constantemente y se utilizan grandes cantidades de agua, las cuales no logran ser procesadas completamente por la planta de tratamiento debido a la poca capacidad con la que cuentan el segundo y tercer proceso, creando así un alto almacenamiento de aguas residuales en la planta luego del primer proceso de tratamiento.

Además, la empresa cuenta con un programa de disposición (tercerización) de aguas almacenadas para ayudar a reducir la cantidad de contenedores en espera. Este costo de

tercerización es de \$305.000 COP por cada uno de los contenedores, representando así altos costos para la compañía.

B. Recolección de información

La correcta caracterización de las salidas de aguas de la PBA se logró mediante la realización de un mapa conceptual (*Ilustración 2*) y la identificación de las causas del problema a través del diagrama causa - efecto (*Ilustración 3*). Del primer gráfico y gracias a los datos obtenidos por la PTARI, se logró identificar la demanda mensual del lugar y la realización de un análisis descriptivo de las aguas allí tratadas (colores).

Gracias al diagrama causa – efecto se reconocieron los puntos críticos a atacar y el área donde se requería con urgencia la intervención de nuevas metodologías y mejoras, la cual sería el área de envasado, pues allí es donde se encontraba la mayoría de las causas al problema identificado.

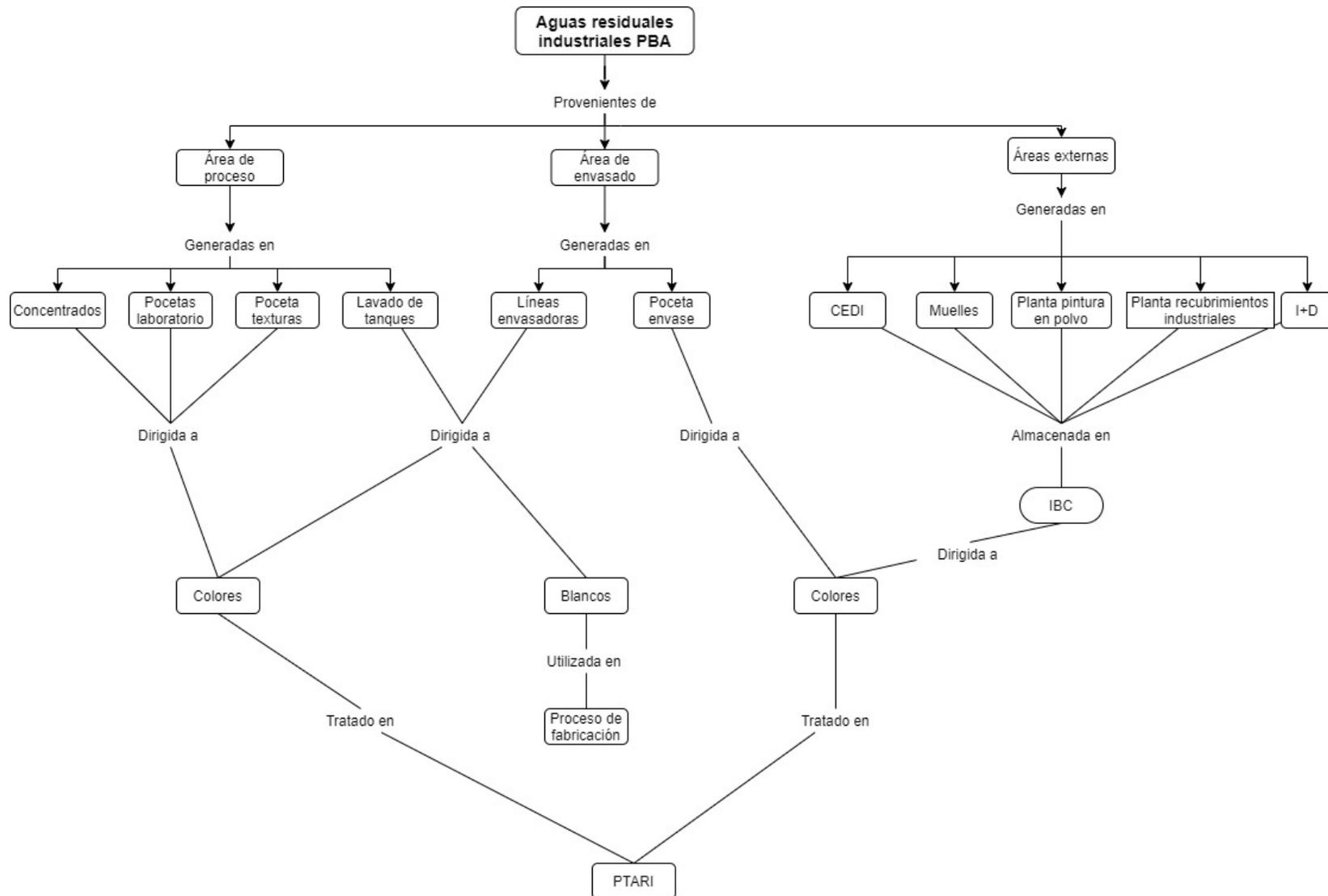


Ilustración 2 Mapa conceptual caracterización de las salidas de aguas residuales PBA.

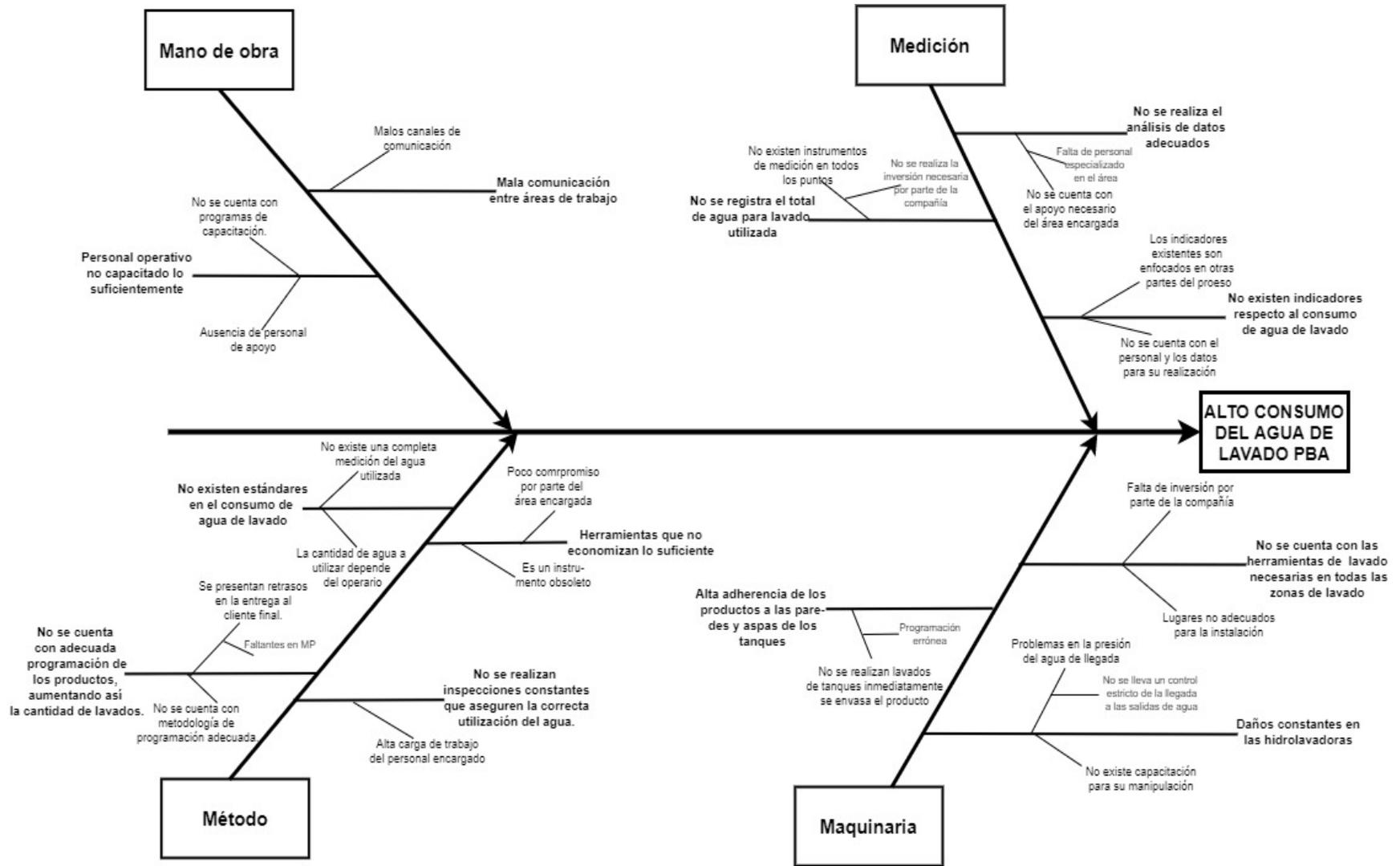


Ilustración 3 Diagrama Causa - Efecto Alto consumo de agua de lavado PBA.

1) *Análisis gráfico y descriptivo demanda PTARI*

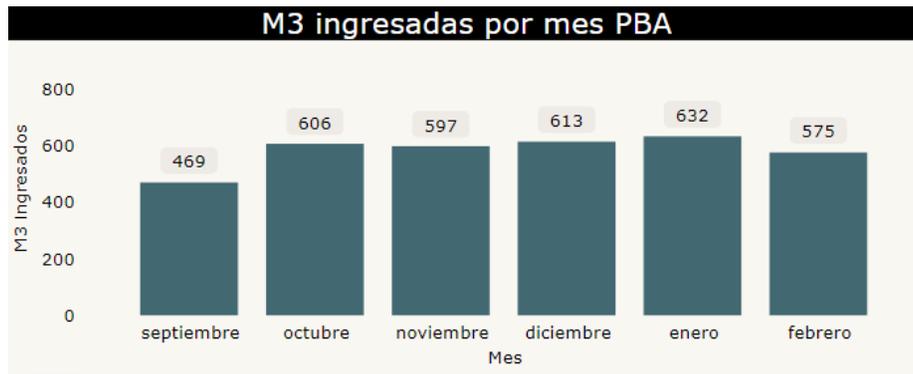


Ilustración 4 M3 ingresados por mes a la PTARI en PBA.

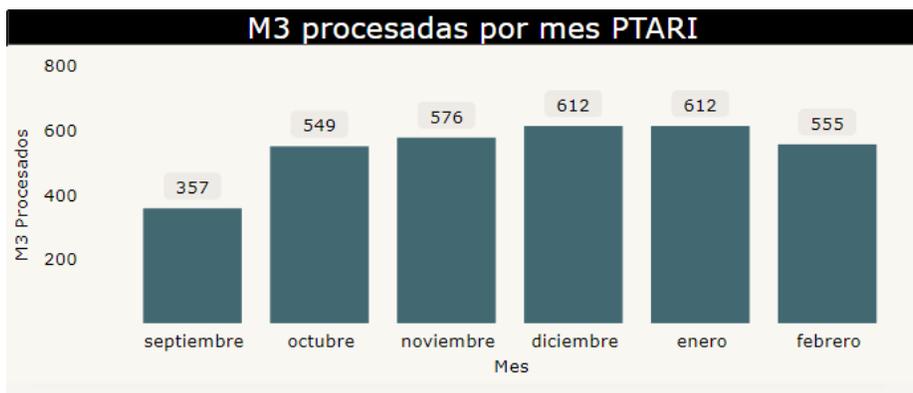


Ilustración 5 M3 realizados el proceso fisicoquímico en la PTARI de PBA.

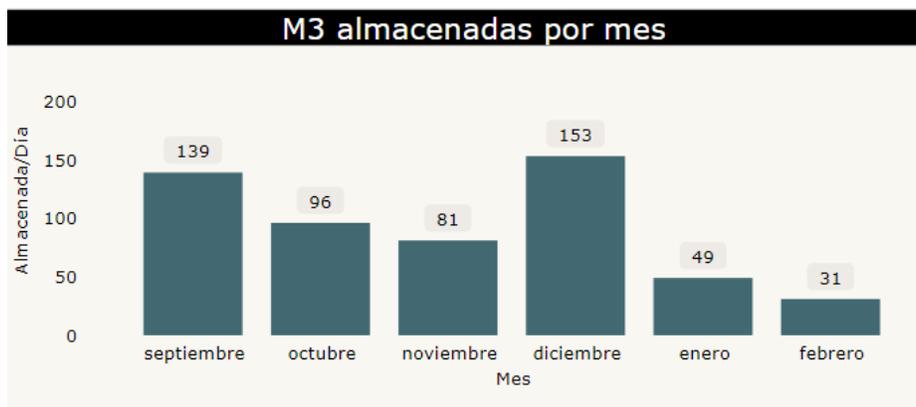


Ilustración 6 M3 almacenados por mes en la PBA.

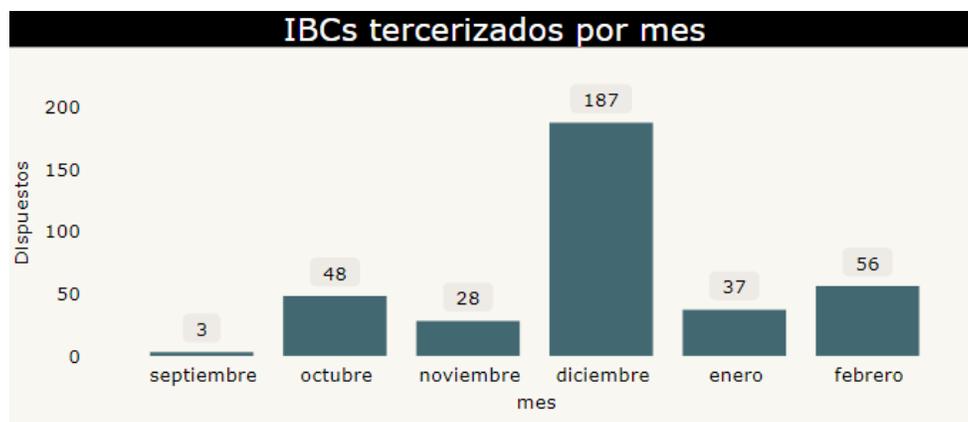


Ilustración 7 Cantidad de contenedores tercerizados por mes.

Tabla 1
Análisis descriptivo aguas residuales de la PBA

Descripción	Cantidad
M ³ Totales	3.492
M ³ Procesados (1 ^{er} proceso)	3.261
Total almacenadas (M ³)	549
Total tercerizadas (M ³)	359
Costo tercerización (COP)	\$ 109.495.000,00
Media ingresados por día (M ³)	19,51
Media procesados por día (M ³)	18,12
Máximo ingresado día (M ³)	43
Máximo procesado día (M ³)	39

Inicialmente, se logra evidenciar que la diferencia entre la cantidad de M³ ingresados comparados con la cantidad de M³ que se le realiza el primer proceso de tratamiento es significativa en algunos meses, esto se debe a que el agua clarificada que resulta luego de esta primera fase debe ser almacenada en contenedores nuevos o completamente limpios los cuales son más costosos para la compañía. Debido a lo anterior, la empresa toma la decisión de no realizar el primer proceso de tratamiento de aguas residuales a toda el agua que llega allí y almacenar algunos contenedores de agua con pintura, es decir, sin realizar ningún tratamiento previo, como se muestra en la *Ilustración 8 y 9*.

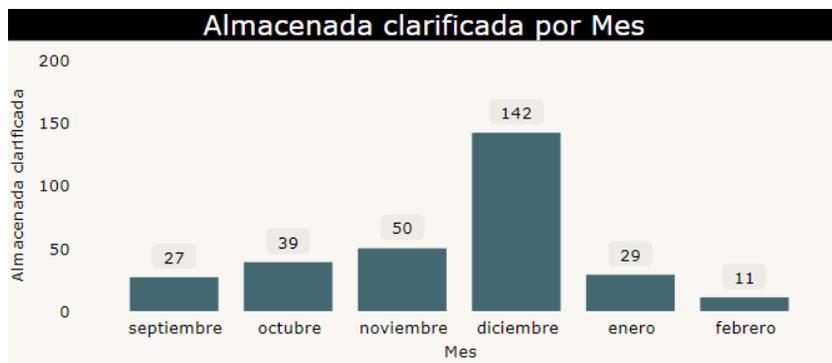


Ilustración 8 Cantidad contenedores agua clarificada almacenada.

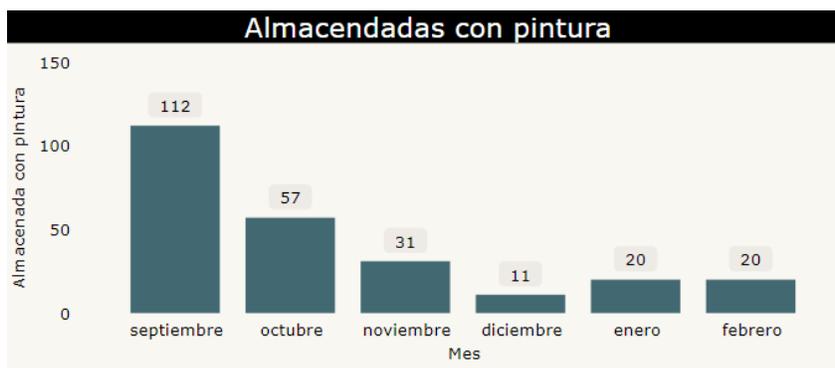


Ilustración 9 Cantidad contenedores agua con pintura almacenada.

Por otra parte, es evidente los altos costos de tercerización de tratamiento de aguas residuales para la compañía, por lo que se consideró importante intervenir este cuello de botella buscando impactar significativamente en la disminución del almacenamiento.

C. Descripción del proceso

Buscando realizar la correcta descripción de cada uno de los procesos del área a intervenir, se realizaron tres diagramas de flujo (*Anexo 1, 2, y 3*) de cada una de las líneas de envasado de vinilo, las cuales son los puntos para intervenir, al igual que el paso a paso y descripción de las actividades allí realizadas (*Anexo 4, 5 y 6*).

Allí se identificaron los procedimientos donde se requería utilizar agua al igual que los altos consumos de esta. Las líneas gruesas dentro de los diagramas representan la cantidad de agua a utilizar, es decir, entre más gruesa sea la línea del cuadro del proceso, mayor es la cantidad de agua a utilizar.

De esta manera, se identificó cuales puntos intervenir para poder lograr una correcta estandarización del proceso y optimización de agua en el mismo.

D. Intervención a puntos críticos

Para la identificación y eliminación de procedimientos y herramientas obsoletas, se realizaron distintos tipos de análisis que permitieron una correcta y oportuna intervención.

Teniendo en cuenta que en el área de envasado no se contaba con ningún tipo de medición que permitiera arrojar datos exactos, se realizaron distintas pruebas ‘balde reloj’, la cual consiste en medir la cantidad de volumen ocupado después de cierta cantidad de tiempo de salida de agua según la tubería utilizada, y de esta manera obtener datos aproximados que permitieran arrojar conclusiones.

Inicialmente se realizó la prueba ‘balde reloj’ a cada una de las mangueras de neumático utilizadas en las líneas buscando reemplazar estas por hidrolavadoras para lavar las ollas, filtros, baldes y demás partes que permitieran ser limpiadas por esta herramienta.

Como se muestra en la *Ilustración 10* aunque la presión de salida de agua es la misma en toda el área de envasado, la cantidad de salida por minuto depende de la longitud de la manguera de neumático y de su grosor (12mm), el cual es el mismo en todos los puntos. Además, se evidencia una relación aproximada de 5.1 galones por minutos entre la manguera y la hidrolavadora.

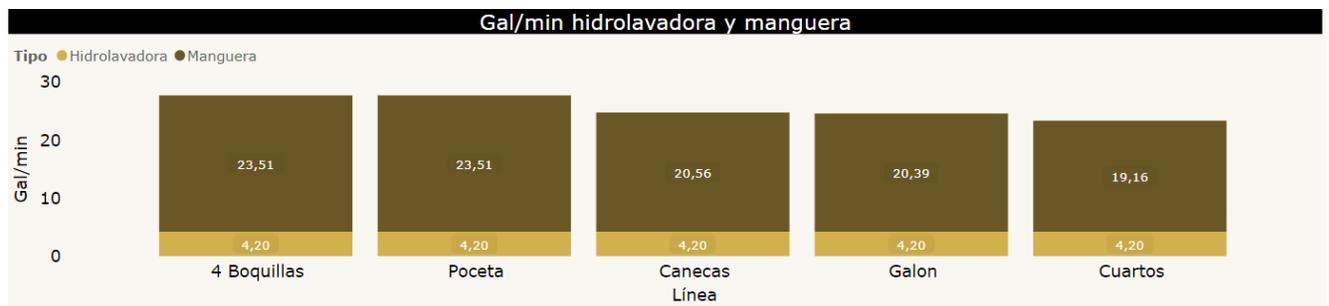


Ilustración 10 Relación consumo por minuto hidrolavadora-manguera.

Teniendo la cantidad de agua por minuto según la herramienta utilizada, se realiza un ensayo de lavado del mismo color con cada una de las herramientas y en las mismas condiciones y de esta manera evaluar la viabilidad de la implementación de las hidrolavadoras en el área de envasado.

En la *Ilustración 11* se observa un porcentaje de ahorro del 76,1% al realizar el lavado de la máquina con la hidrolavadora, y una relación de 4,18. Un ahorro significativo que permite optimizar y disminuir la cantidad de agua a utilizar en cada uno de los lavados y aprueba la viabilidad de las implementaciones.

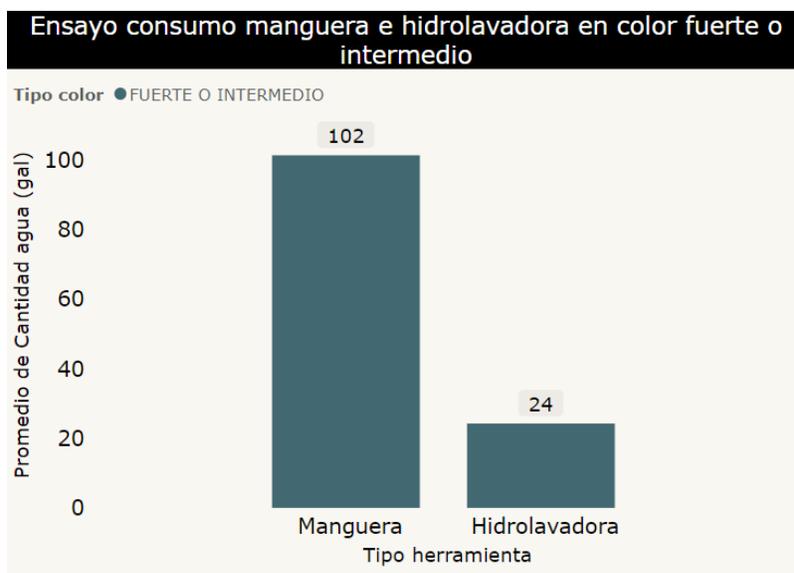


Ilustración 11 Ensayo consumo de agua en un mismo color hidrolavadora - manguera.

Teniendo en cuenta el resultado del ensayo, se decide adecuar cada una de las líneas de envasado y la poceta para la implementación de las hidrolavadora. Además, buscando que los operarios tengan el mejor uso de la herramienta, se realiza una LUP (*Anexo 7*) donde se logra visualizar el paso a paso y el correcto uso de esta.

Posteriormente, al identificar que el diámetro de las mangueras influía directamente en la cantidad de agua utilizada, se realizaron las mismas pruebas ‘balde reloj’ con el fin de reconocer la medida adecuada que permitiera tener poco caudal de agua y permitiera lavar de la forma adecuada las partes pequeñas de las máquinas sin alterar el tiempo del proceso.

Tabla 2
Consumo de agua por minuto entre mangueras de diferente diámetro.

Prueba	Medida/ Volumen (Litros/min)	V1	V2	V3	PROMEDIO
P1	12mm	33	33	34,2	33,4
P2	8mm	12,6	13,8	12,6	13
P3	6mm	5,4	5,7	5,7	5,6

Tabla 3
Porcentaje de ahorro entre las distintas mangueras.

Prueba	P1	P2	P3
P1	0%		
P2	61,1%	0%	
P3	83,2%	56,9%	0%

Se realizaron 3 ensayos manteniendo constantes la longitud de la manguera y presión de salida de agua, mientras que el diámetro de estas fue diferente para identificar el cambio.

Como se evidencia en las *Tablas 2 y 3* la diferencia de volumen de salida al cambiar el diámetro de la manguera es realmente significativo evidenciando un gran porcentaje de ahorro al pasar de 12mm a 8mm y a 6mm (61.1% y 83.2% respectivamente).

Teniendo en cuenta los ensayos anteriormente realizados, junto con el área de coordinación de la planta, se decidió cambiar todas las mangueras de las líneas por aquellas que su diámetro sea de 6mm, logrando impactar significativamente en el ahorro de agua sin afectar el tiempo de proceso de lavado.

Como se mencionó anteriormente, en el área de envasado PBA no se contaba con ningún método de medición que permitiera controlar la cantidad de agua utilizada en cada

uno de los lavados de las máquinas al cambiar de producto. Como consecuencia, la variabilidad en el consumo de agua entre lavado y operarios era demasiado alta como se observa en la *Ilustración 12*.

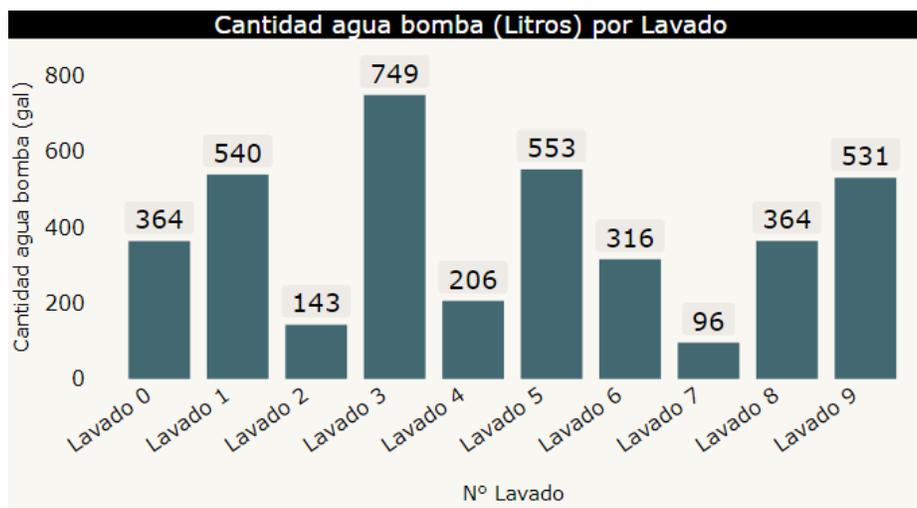


Ilustración 12 Cantidad de agua utilizada en distintos tipos de lavado.

Es por esto por lo que se decidió implementar medidores análogos en cada una de las salidas principales de agua y de esta manera lograr disminuir la alta variabilidad, llegar a un estándar de consumo entre el lavado de los productos y generar conciencia de ahorro de agua en los operarios.

Para la instalación de los medidores se requirió la creación de una nueva LUP (*Anexo 8*) para lograr concientizar al personal operativo sobre el cuidado del agua y hacerlos partícipes de la toma de datos del consumo de agua mediante el registro que se encuentra en el *Anexo 9*.

Por último, buscando impactar significativamente en la eliminación del cuello de botella en la PTARI, se propone evaluar el reúso del agua clarificada en el proceso de lavado de las líneas de envasado. En el *Documento en Word "Reporte agua clarificada"* anexo, se logra evidenciar cada uno de los análisis realizados a este tipo de aguas. Con este proyecto se espera reducir un 90% del agua de lavado de colores e impactar notoriamente en la

reducción de almacenamiento de aguas residuales y eliminación de los costos de tercerización.

E. Estandarización del proceso

Para lograr una correcta estandarización de método, tiempo y consumo en el lavado de las máquinas de envasado, se tomó como base el método y tiempo anteriormente evaluados en el *Punto 6.3* y la matriz de lavado que se observa en la *Tabla 4* buscando complementarla con la cantidad de agua a utilizar por cada uno de los lavados.

Tabla 4
Matriz de distintos tipos de lavado sin consumo de agua

PRODUCTO ENVASADO		PRODUCTO SIGUIENTE	REALIZAR LAVADO	INSTRUCCIÓN	TIEMPO (Minutos)
BASE ACCENT (TRANSPARENTE)	➡	CUALQUIER TIPO DE VINILO	NO	REALIZAR PURGA	20
VINILO TIPO 1 BLANCO O BASE	➡	VINILO TIPO 2 O 3 BLANCO O BASE BLANCA	NO	REALIZAR PURGA	20
VINILO TIPO 3 BLANCO	➡	VINILO TIPO 1 O 2 BLANCO O BASE BLANCA	NO	REALIZAR PURGA	20
VINILO TIPO 2 BLANCO	➡	VINILO TIPO 1 O 3 BLANCO O BASE BLANCA	NO	REALIZAR PURGA	20
COLOR INTERMEDIO O FUERTE	➡	COLOR PASTEL	SI	VER STD DE LAVADO	60
COLOR INTERMEDIO O FUERTE	➡	BLANCO O BASE	SI	VER STD DE LAVADO	90
COLOR PASTEL	➡	COLOR INTERMEDIO O FUERTE	SI	VER STD DE LAVADO	60
COLOR PASTEL	➡	BLANCO O BASE	SI	VER STD DE LAVADO	60
BLANCO O BASE BLANCA	➡	COLOR INTERMEDIO O FUERTE	SI	VER STD DE LAVADO	60
CUALQUIER TIPO DE VINILO	➡	BASE ACCENT (TRANSPARENTE)	SI	VER STD DE LAVADO	60
SI EN LA LINEA ENVASADORA NO SE CONTINUARA CON PRODUCTO A ENVASAR SE DEBE REALIZAR LAVADO COMPLETO					
PRODUCTOS QUE LLEVEN ARENAS, CUARZO Y/O FIBRAS NO SE ENVASAN POR LAS LINEAS DE ENVASADO (PINTUCO FILL, KORAZA ELASTOMERICA, PINTURA PARA CANCHAS Y /O SIMILARES)					

Como se evidencia en la matriz, se discriminan los productos a base de agua en 5 tipos de colores, blancos (tipo 1, tipo 2 y tipo 3), bases blancas, base accent (transparente),

pasteles (durazno, blanco hueso, blanco almendra, entre otros) y colores intermedios o fuertes (rojo, negro, amarillo, verde, azul, entre otros).

Se realizó un total de 87 registros de lavados de vinilos para lograr llegar a un estándar que permitiera abarcar el mayor porcentaje de productos realizados en la planta. De los registros obtenidos, el 68.9% pertenece a colores que no se les requiere hacer lavado sino purga o la cantidad de agua utilizada es poca, es decir, blancos o bases. Mientras que el 31.1% restante son colores fuertes, intermedios o pasteles. En las *Ilustraciones 13 y 14* se realiza un análisis gráfico de los datos recolectados para llegar al resultado esperado como se muestra en las *Tablas 5 y 6*.

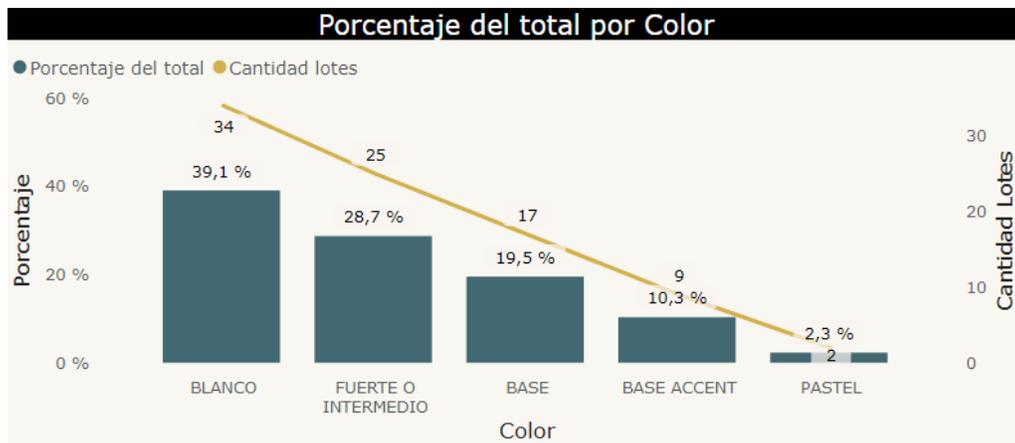


Ilustración 13 Porcentaje de registros tomados por tipo de color.

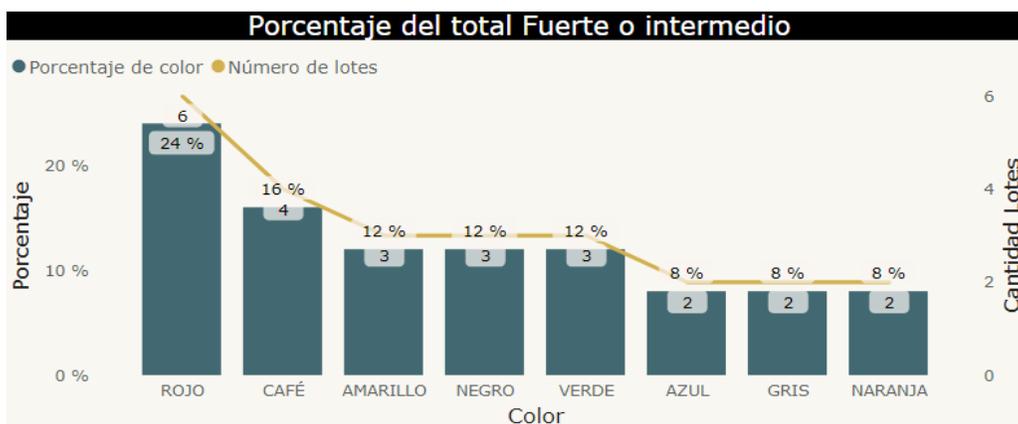


Ilustración 14 Porcentaje de registros de colores fuertes o intermedios.

En los datos recolectados se evidenció que el 40.6% del agua utilizada en los lavados, pertenecía a colores blancos y bases, mientras que el 59.4% restante fue usada en colores fuertes o intermedios siendo estos los que tuvieron menor cantidad de registros. Lo cual es un resultado esperado, teniendo en cuenta que la adherencia de estos colores es más fuerte que los blancos y las bases.

Con las *Tablas 5 y 6* se logra llegar al objetivo propuesto al inicio del proyecto de la estandarización y optimización del consumo de agua. Reduciendo la variabilidad en cada uno de los lavados y creando conciencia en el uso de agua en los operarios se logra un ahorro significativo en el uso de agua para los lavados de las máquinas envasadoras en la PBA.

Tabla 5
Matriz de distintos tipos de lavado con consumo de agua.

PRODUCTO ENVASADO		PRODUCTO SIGUIENTE	REALIZAR LAVADO	INSTRUCCIÓN	TIEMPO (Minutos)	CANTIDAD AGUA(Litros)
BASE ACCENT (TRANSPARENTE)	➡	CUALQUIER TIPO DE VINILO	NO	REALIZAR PURGA	20	NO
VINILO TIPO 1 BLANCO O BASE	➡	VINILO TIPO 2 O 3 BLANCO O BASE BLANCA	NO	REALIZAR PURGA	20	NO
VINILO TIPO 3 BLANCO	➡	VINILO TIPO 1 O 2 BLANCO O BASE BLANCA	NO	REALIZAR PURGA	20	NO
VINILO TIPO 2 BLANCO	➡	VINILO TIPO 1 O 3 BLANCO O BASE BLANCA	NO	REALIZAR PURGA	20	NO
COLOR INTERMEDIO O FUERTE	➡	COLOR PASTEL	SI	VER STD DE LAVADO	60	VER TABLA DE LAVADO
COLOR INTERMEDIO O FUERTE	➡	BLANCO O BASE	SI	VER STD DE LAVADO	90	VER TABLA DE LAVADO
COLOR INTERMEDIO O FUERTE	➡	BASE ACCENT (TRANSPARENTE)	SI	VER STD DE LAVADO	90	VER TABLA DE LAVADO
COLOR PASTEL	➡	COLOR INTERMEDIO O FUERTE	SI	VER STD DE LAVADO	60	110
COLOR PASTEL	➡	BLANCO O BASE	SI	VER STD DE LAVADO	60	90
BLANCO O BASE BLANCA	➡	COLOR INTERMEDIO O FUERTE	SI	VER STD DE LAVADO	60	60
BLANCO O BASE BLANCA	➡	BASE ACCENT (TRANSPARENTE)	SI	VER STD DE LAVADO	60	80
SI EN LA LINEA ENVASADORA NO SE CONTINUARA CON PRODUCTO A ENVASAR SE DEBE REALIZAR LAVADO COMPLETO						
PRODUCTOS QUE LLEVEN ARENAS, CUARZO Y/O FIBRAS NO SE ENVASAN POR LAS LINEAS DE ENVASADO (PINTUCO FILL, KORAZA ELASTOMERICA, PINTURA PARA CANCHAS Y /O SIMILARES)						

Tabla 6
Tabla de lavado de cada uno de los colores fuertes o intermedios

COLOR	CANTIDAD MAXIMA DE AGUA A UTILIZAR (LITROS)
TRANSPARENTE	40
BLANCO	70
ALMENDRA	110
GRIS	150
AMARILLO	120
NARANJADO	130
ROJO	180
AZUL	180
VERDE	160
CAFÉ	160
NEGRO	190
¡RECUERDE UTILIZAR SIEMPRE AGUA DE LAVADO BLANCA PARA NEUTRALIZAR LOS COLORES FUERTES!	
¡MUCHAS GRACIAS!	

F. Análisis de resultados

En las *Ilustraciones 15, 16 y 17* se evidencia una disminución significativa, tanto en lo ingresado a la planta de tratamiento (a excepción de los últimos dos meses) como en costos de tercerización y almacenamiento. En el mes de julio se evidencia grandes cantidades de aguas almacenadas, y esto se da debido a fuentes externas, es decir, daños en la planta de tratamiento que disminuyeron la capacidad de la planta y se evidenció en el aumento del almacenamiento

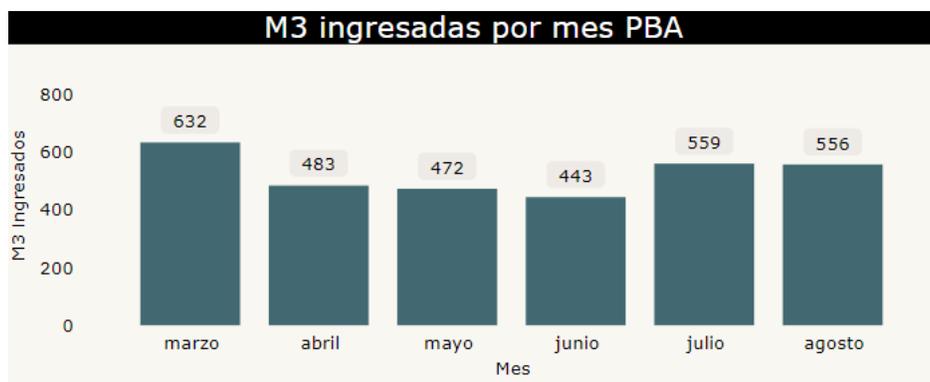


Ilustración 15 Cantidad de aguas ingresadas a partir de marzo en PBA.

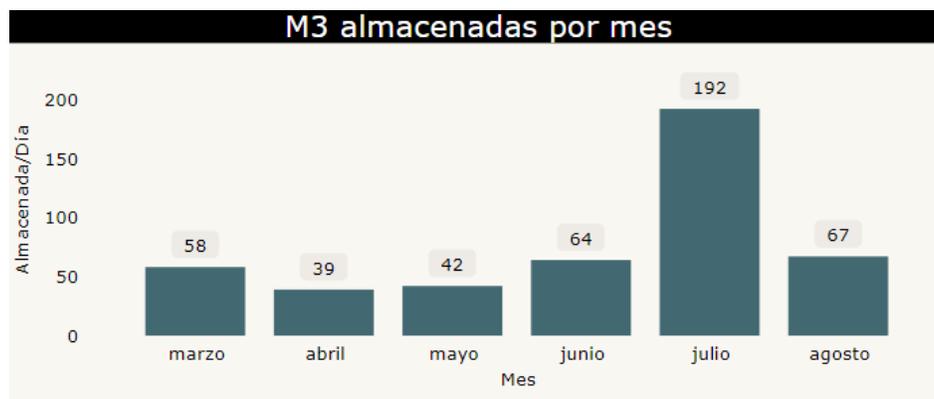


Ilustración 16 Cantidad de aguas almacenadas a partir de marzo en PBA.

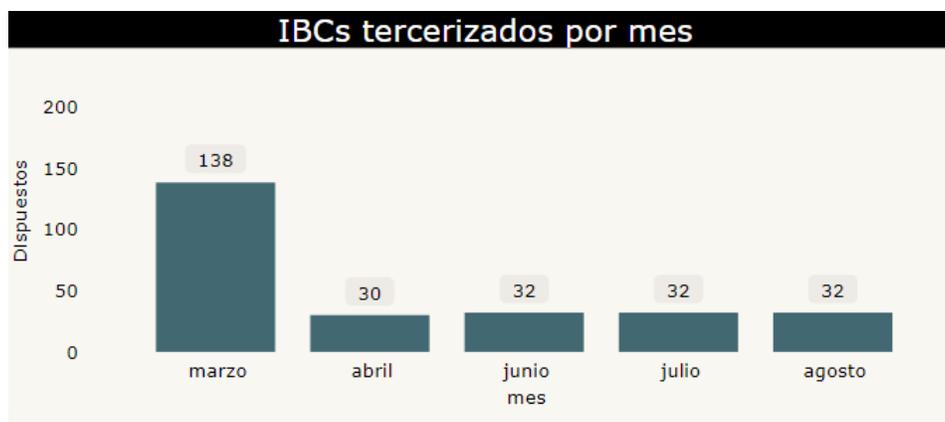


Ilustración 17 Cantidad de aguas tercerizadas a partir de marzo en PBA.

Para una visión más clara de los resultados obtenidos luego de la implementación de las mejoras realizadas y la estandarización del proceso, se decide crear indicadores que permitan medir de la manera adecuada estos resultados.

El primer indicador mide la cantidad de litros de agua relativa de lavado utilizada en el proceso según los galones producidos en la planta. Este indicador es calculado mes a mes y es necesario ya que, dependiendo de la cantidad de producción en el mes en la planta, el consumo de agua de lavado es mayor o menor.

Para la creación de este indicador es importante tener en cuenta las siguientes variables:

ATT = Agua total tratada en PBA

TP = Total galones producidos en PBA

ARB = Total agua reutilizada en blancos en PBA

$$\text{Ecuación 1 Consumo relativo de agua de lavado en PBA} = \frac{ATT+ARB}{TP}$$

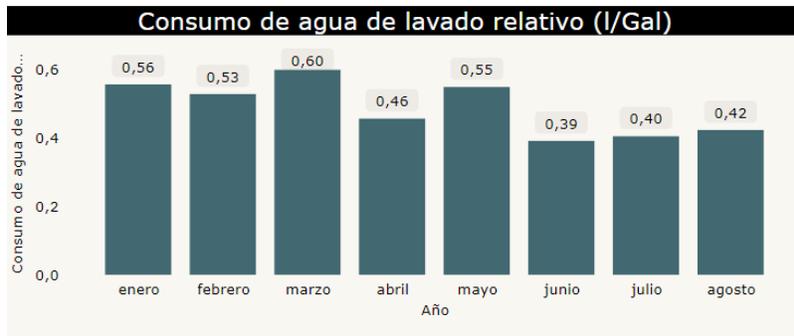


Ilustración 18 Indicador consumo relativo de agua de lavado.

Como se mencionó anteriormente, este indicador nos dice cuántos litros de agua fue gastado por cada galón de producto producido en la planta mes a mes. En este se observa una mejoría representativa a partir del mes de junio logrando bajar hasta 0.16 litros por galón.

Además, se busca complementar el anterior indicador, buscando calcular el porcentaje de agua de lavado utilizada sobre el total de agua que se gasta en el proceso completo. Al igual que el anterior indicador, este es calculado mes a mes y se busca reducir el porcentaje de agua de lavado utilizado.

Para la creación de este indicador es importante tener en cuenta las siguientes variables:

ATT = Agua total tratada en PBA

ARB = Total agua reutilizada en blancos en PBA

ATF = Agua total utilizada en fórmulas en PBA

Ecuación 2 Porcentaje del agua de lavado sobre el total de PBAado del total =

$$\frac{(ATT+ARB)}{(ATT+ARB+ATF)}$$

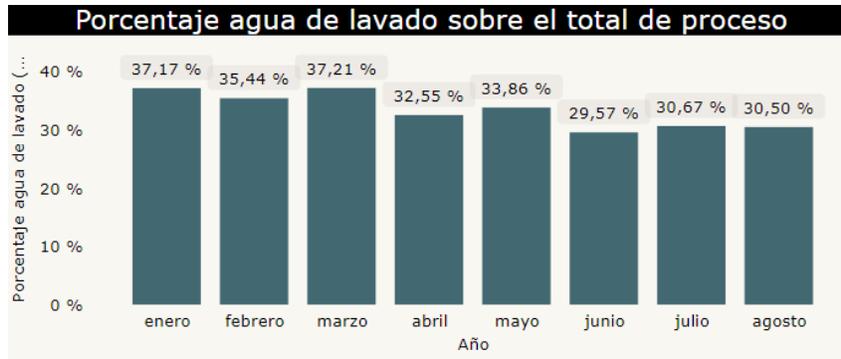


Ilustración 19 Indicador porcentaje de agua de lavado sobre el total de agua en PBA.

Al igual que en el anterior indicador, se evidencia una mejoría en los últimos meses en el porcentaje de agua de lavado utilizada, logrando disminuir en algunos puntos porcentuales, obteniendo con estos el resultado esperado para la compañía en el área de envasado.

VII. CONCLUSIONES

Para la correcta identificación del problema e intervenir los puntos críticos, se realizó el análisis tanto cuantitativo como cualitativo arrojando los resultados esperados que permitieron abordar la dificultad presentada en la Planta Base Agua de la manera adecuada. El diagrama causa efecto dió la visión necesaria que llevó a enfocarse en el área de envasado, mientras que el análisis gráfico y descriptivo mostró los resultados que se esperaban al final del proyecto.

La creación de los diagramas de flujo para la descripción del proceso de lavado en cada una de las líneas de envasado de vinilo permitió obtener una visión holística del proceso para lograr identificar las restricciones del problema. De estos surgieron las herramientas necesarias para el ahorro del consumo de agua y llegar al cumplimiento del objetivo planteado al inicio del proyecto.

Con la implementación de las hidrolavadoras y el cambio de las mangueras de neumático en cada una de las Líneas de envasado, se llega a un ahorro significativo del consumo de agua a través de cambios simples alineados con el personal operativo de la planta. Es de suma importancia tener en cuenta al personal operativo en cada una de las mejoras y cambios que se realicen en la planta o el área específica, pues de ellos depende el éxito de los proyectos realizados.

A pesar de no haber sido ejecutado el proyecto de reúso de aguas clarificadas, se deja en el informe la viabilidad de la implementación de este plan, el cual permite eliminar completamente los costos de tercerización y atacar directamente el cuello de botella de la compañía, el cual es la poca capacidad que tiene la planta de tratar las aguas clarificadas.

Con la estandarización del proceso de lavado y la cantidad de agua a utilizar por cada uno de estos, se logró disminuir la variabilidad de consumo en cada uno de los lavados, se consiguió eliminar la cultura del “cada uno lava a su manera” y todo encaminado en la reducción y ahorro de las aguas de lavado. La creación de las matrices, LUP, y formatos de registros fue la clave para llegar a los operarios y poder llevar a cabo la ejecución del proyecto.

Con la realización de los estándares, cambios de herramientas, mejoras de prácticas realizadas en el proceso de lavado y el análisis correspondiente de los datos obtenidos, se evidenció en la creación de los indicadores una mejora significativa en los consumos. Estos valores, siendo consecuentes con la cultura de mejora continua de la compañía, se esperas que sigan disminuyendo con el tiempo y de esta manera lograr llegar a un punto de equilibrio perfecto que asegure el tratamiento completo de todas las aguas residuales generadas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jaimes, L., Luzardo, M., & Rojas, M. D. (2018). Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información Tecnológica*, 29(5), 175–186.
- [2] Herrera, M. K. I. F., Portillo, M. T. E., López, R. R., & Gómez, J. A. H. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115–133.
- [3] Simonassi, L. E. (2009). Capacitación laboral: análisis con el diagrama de causas y efecto. *Temas de Management*, 7, 18-22.
- [4] LUCA, L., PASARE, M., & STANCIOIU, A. (2017). Study to Determine a New Model of the Ishikawa Diagram for Quality Improvement. *Fiability & Durability / Fiabilitate Si Durabilitate*, 1, 249–254.
- [5] Fajardo, C. E. V., Vaca, L. M. F., Fajardo, X. A. V., Núñez, D. W. T., Arroyo, F. G. M., Toalombo, R. A. E., & Hinojosa, D. J. M. (2019). Key Performance Indicator (Kpi) “La Satisfacción Del Cliente” Y La Competitividad en Las Operadoras De Transporte Terrestre Intraprovincial De Pasajeros. *Investigación Operacional*, 40(5), 652–657.
- [6] PÎRLOG, R., & BALINT, A. O. (2016). An Analyze upon the Influence of the Key Performance Indicators (KPI) on the Decision Process within Small and Medium-Sized Enterprises (SME). *Hyperion International Journal of Econophysics & New Economy*, 9(1), 173–185.
- [7] FUENTES, F. E. (2012). Apunte sobre métodos y tiempos. Universidad De Talca Facultad De Ingeniería Apunte, 32.

- [8] Tejada Díaz, N.L., Gisbert Soler, V. y Pérez Molina, A.I. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, Edición Especial, 39-49.
- [9] Díez, J., & Abreu, J. L. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos. *International Journal of good conscience*, 113-139.
- [10] Pérez Zurita, M. M. (2014). Estandarización de procesos de la empresa textiles técnicos (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización).
- [11] Alcaldía de Medellín. (2019). ESTUDIO DE MERCADO: fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas de imprenta y masillas (págs. 22-24). Medellín: Creame Incubadora de empresas.
- [12] DNP. (3 de agosto de 2018). Recuperado el 25 de agosto de 2021, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/485.pdf>
- [13] Pintuco SA (2020). Informe de sostenibilidad 2019 (págs. 8-10). Colombia. Obtenido de <https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/10/informe-de-sostenibilidad-pintuco-2019.pdf>
- [14] Toro, J. G., & Rivera, X. (2013). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales (ptari) de la empresa jugos hit de la ciudad de pereira (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Química).
- [15] Arboleda Valencia, J. (2000). Control del proceso de coagulación-floculación. Teoría y práctica de la purificación del agua, 163-170.
- [16] Rodríguez, C., 1995. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua, Santafé de Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- [17] Parra, J. A. P. (1986). Manual de potabilización del agua. Universidad Nacional de Colombia, Facultad Nacional de Minas, Departamento de Ingeniería Civil.

- [18] Fresneda Obonaga, D. P., Herazo López, D. P., Soto Balanta, L. M., Torres Saac, M., & Valencia Murillo, S. P. Diseño e implementación de un programa de bienestar social a través de productos y servicios que permitan una vida laboral más confortable en nuestros colaboradores ya su vez permita el mejoramiento de su calidad de vida, 8-12.
- [19] Fernández Castañeda, S. M. (2014). Diagnóstico y Mejora de las Reclasificaciones de la Materia Prima Cárnica y de los errores de etiquetado para el entrenamiento y capacitación desde Calidad al personal involucrado de la empresa Alimentos Cárnicos SAS Planta Envigado (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista), 27-30.
- [20] Carbonell, J. C. (2011). Pinturas y recubrimientos.: Introducción a su tecnología. Ediciones Díaz de Santos.
- [21] Manene, L. M. (2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. *Recopilado el, 22, 09-18.*

IX. ANEXOS

A. Anexo 1: Diagrama de flujo Línea Canecas

Diagrama de flujo- Lavado línea canecas

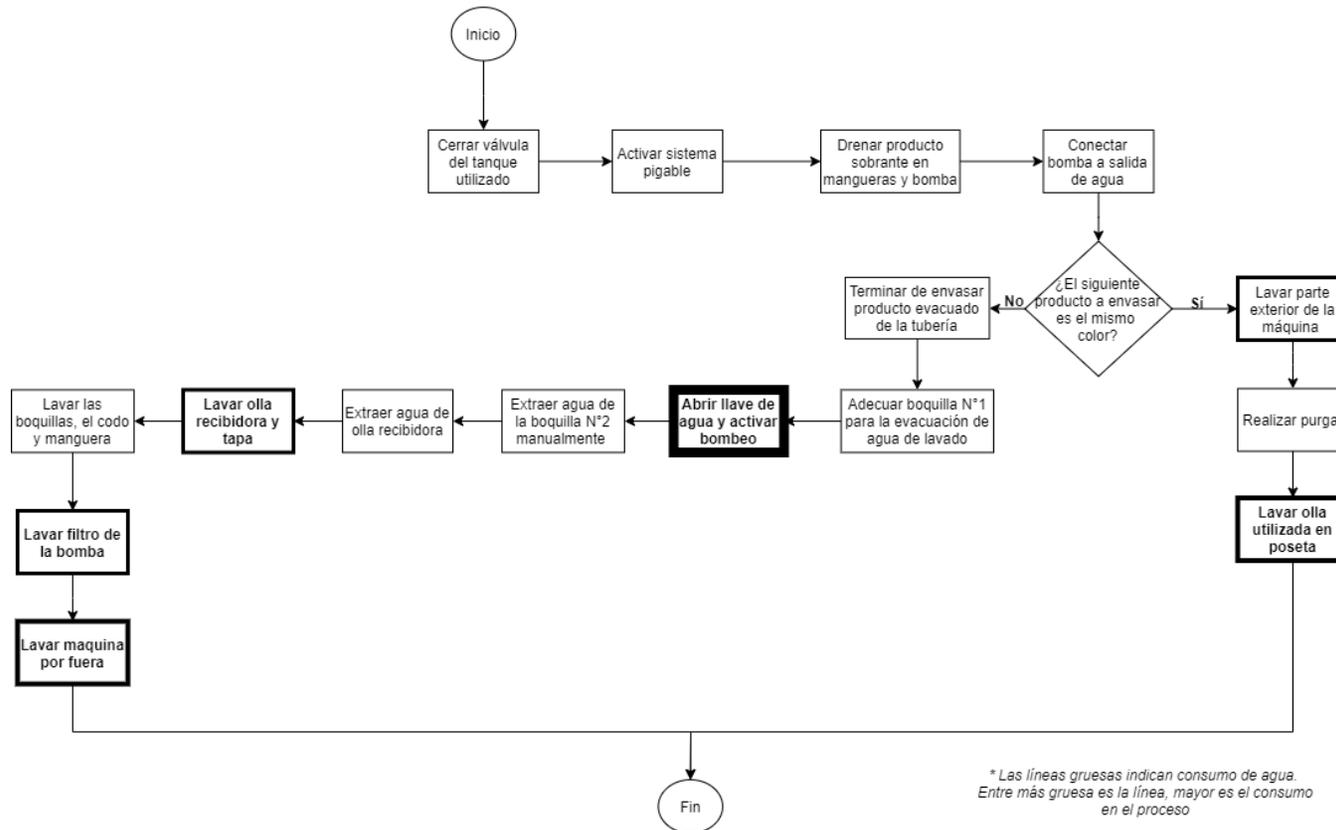


Ilustración 20 Diagrama de flujo proceso de lavado Línea Canecas.

B. Anexo 2: Diagrama de flujo Línea Galón

Diagrama de flujo- Lavado línea galón

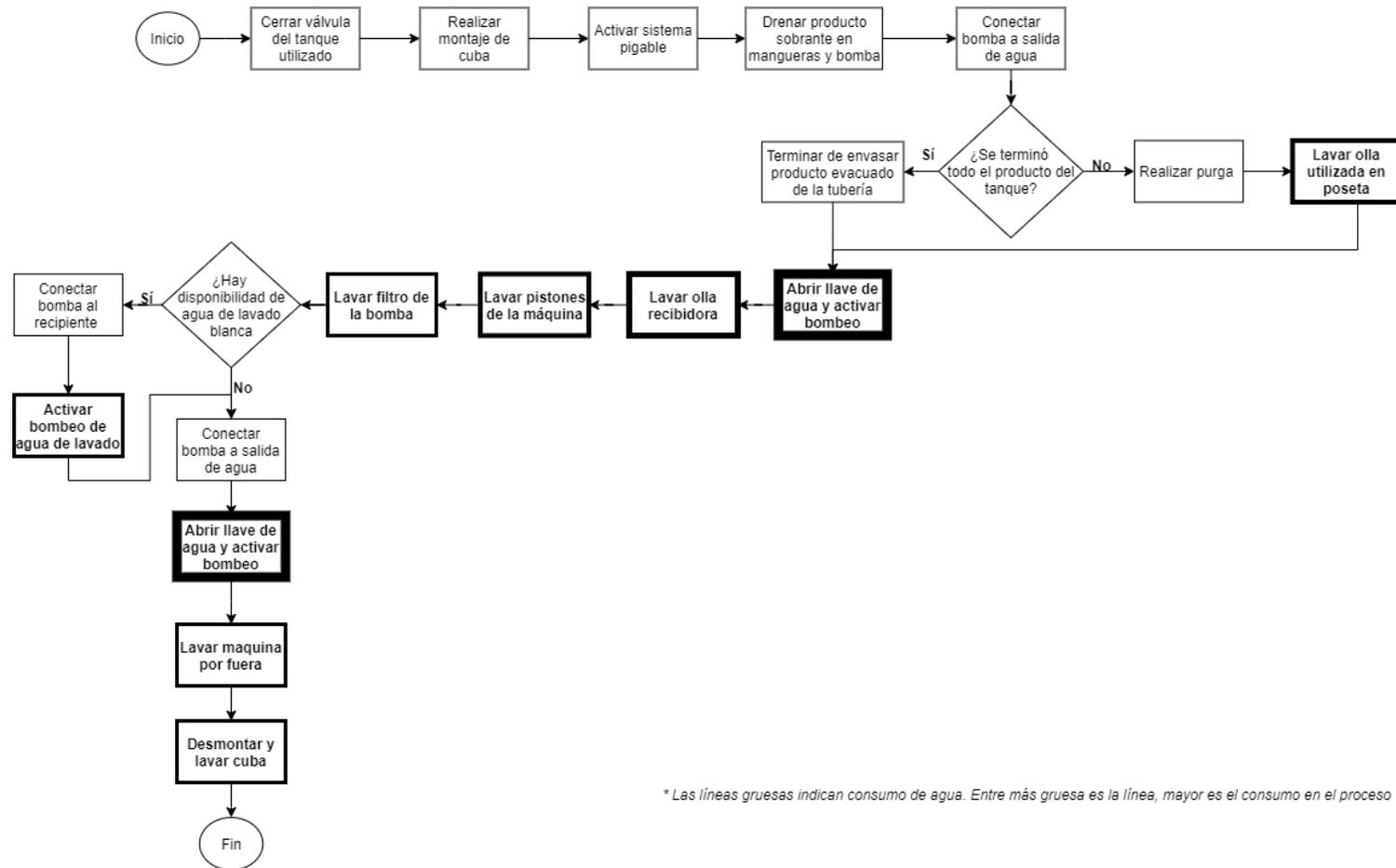


Ilustración 21 Diagrama de flujo proceso de lavado Línea Galón.

C. Anexo 3: Diagrama de flujo Línea Cuartos y Línea 4 Boquillas

Diagrama de flujo- Lavado línea cuartos y 4 Boquillas

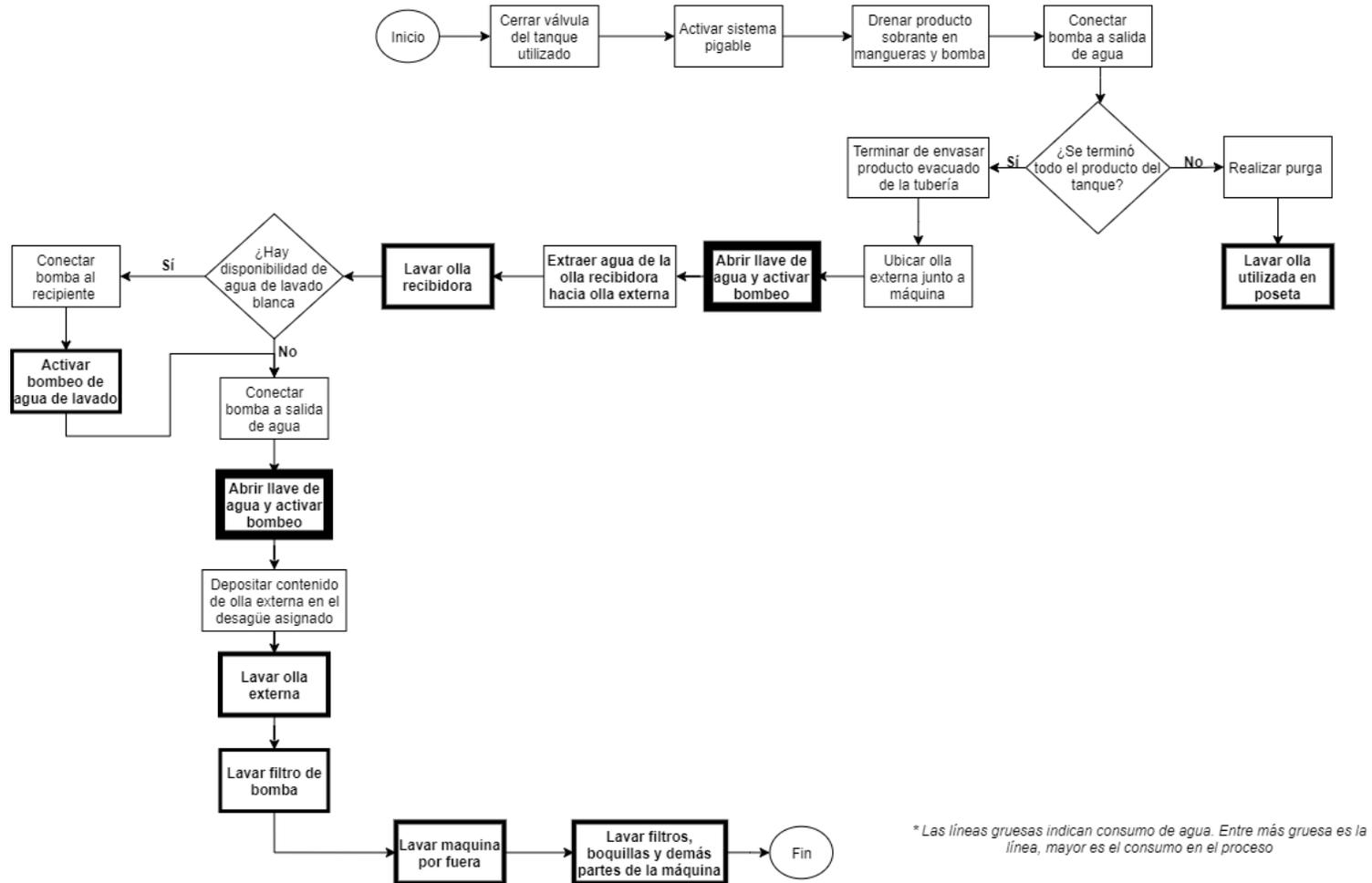


Ilustración 22 Diagrama de flujo proceso de lavado Línea Cuartos y 4Boquillas.

D. Anexo 4: Método y tiempo de lavado Línea Galón

					
PLANTA		BASE AGUA			
ÁREA		ENVASE			
CATEGORÍA		ENVASADO			
OFICIO		LAVADO Y AJUSTADO			
DESCRIPCIÓN DEL OFICIO		LAVADO Y AJUSTADO DE LA LÍNEA GALÓN AUTOMÁTICA DE ENVASE			
HERRAMIENTAS Y AYUDAS MECANICAS UTILIZADAS		Movilizador Hidraulico, Montacargas.			
TIEMPO TOTAL		MINUTOS	60	HORAS	1,00
N°	ILUSTRACIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO (min)
1		Cerrar la válvula del equipo	Después de terminar el envasado del equipo los operarios de envase se dirigen al equipo cierran la válvula y desconectan la manguera de la bomba, por seguridad esta actividad debe ser realizada por los dos operarios	Operario 1 y 2	2
2		Lanzar y devolver el PIG para barrido	En el panel de la envasadora, el operario 1 acciona el mecanismo para lanzar el PIG para hacer el arrastre del remanente de pintura que queda en la tubería; el operario 2 lleva el balde al final del sistema pigable para evitar el reguero. NOTA: se finaliza el envasado.	Operario 1 y 2	2
3		Realizar el montaje de la cuba	Se monta la cuba a envasadora para terminar de sacar el producto. NOTA: Si el tanque no va envasado en una sola presentación, se saca el producto que queda en la bomba y en las mangueras y el sobrante se devuelve al tanque	Operario 1	2
4		Drenar contenido de mangueras y bomba	Se levanta la manguera de la bomba y se prende para que el producto salga totalmente.	Operario 1 y Operario 2	2
5		Conectar manguera al agua	El operario conecta la manguera de la bomba a la tubería del agua para hacer barrido	Operario 2	1
6		Añadir agua y drenar manguera	El operario 2 abre la válvula del agua mientras el operario 1 prende la bomba a usar en el lavado. NOTA: la cantidad de agua utilizada depende del tipo y el color de la pintura.	Operario 2	2
7		Añadir agua de lavado	si el producto envasado fue un color intermedio o fuerte y el color siguiente es blanco o base, se adiciona de 30 a 40 galones de agua de lavado blanco para mermar intensidad de color	Operario 1 y 2	6
8		Lavar olla recipientes y pistones	El operario lava la olla recipientes de la envasadora, baja los pistones de la línea y los lava con la manguera manual	Operario 1	10
9		Lavar filtro de la bomba	Destapar, sacar, llevar hasta el área de lavado y lavar el filtro de la bomba, montarlo de nuevo.	Operario 2	7
10		Añadir de agua	El operario 2 abre la válvula del agua mientras el operario 1 prende la bomba a usar en el lavado para terminar de lavar.	Operario 1 y Operario 2	2
11		Lavar máquina por fuera	Después de tener la olla recipientes lavada y pistones se procede a lavar por fuera la envasadora y finalmente se lava el piso.	Operario 1	3
12		Desmontar y lavar cuba	El operario 1 retira la cuba, la manguera y las lava seguidamente.	Operario 1	3
13		Diligenciar del check list	El operario diligencia el check list previamente para verificar que las condiciones del envasado están dadas; luego actualiza la información en el panel de la máquina para empezar con el producto siguiente.	Operario 2	3

E. Anexo 5: Método y tiempo de lavado Línea Canecas

					
PLANTA		BASE AGUA			
ÁREA		ENVASE			
CATEGORÍA		ENVASADO			
OFICIO		LAVADO Y AJUSTAMIENTO			
DESCRIPCIÓN DEL OFICIO		PROCESO MEDIANTE EL CUAL SE REALIZA EL LAVADO Y AJUSTAMIENTO DE LA LÍNEA N°1 DE CANECAS			
HERRAMIENTAS Y AYUDAS MECANICAS UTILIZADAS		Movilizador Hidraulico, Montacargas.			
TIEMPO TOTAL		MINUTOS	60	HORAS	1,00
N°	ILUSTRACIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO (min)
1		Cerrar la válvula del equipo	Después de terminar el envasado del equipo los operarios de envase se dirigen al equipo cierran la válvula y desconectan la manguera de la bomba, por seguridad esta actividad debe ser realizada por los dos operarios	Operario 1 y 2	2
2		Lanzar y devolver el PIG para barrido	En el panel de la envasadora, el operario 1 acciona el mecanismo para lanzar el PIG para hacer el arrastre del remanente de pintura que queda en la tubería; el operario 2 lleva el balde al final del sistema pigable para evitar el reguero. NOTA: se finaliza el envasado.	Operario 1 y 2	1
3		Conectar la manguera al agua	El operario conecta la manguera de la bomba a la tubería del agua para iniciar el lavado.	Operario 2	1
4		Realizar montaje, conexión de codo y manguera a boquilla N° 1	El operario monta el codo y manguera a boquilla N°1 y termina de sacar el producto. NOTA: Si el tanque no va envasado en una sola presentación, se saca el producto que queda en la bomba y en las mangueras para ser devuelto al diluidor.	Operario 1	5
5		Añadir agua y drenar manguera	El operario 2 abre la válvula del agua mientras el operario 1 prende la bomba a usar en el lavado. NOTA: la cantidad de agua utilizada depende del tipo y el color de la pintura.	Operario 1 y 2	2
6		Activar pantalla en modo manual	Accionar el modo manual de la boquilla N° 1 y activar la bomba N° 1 para evacuar el agua.	Operario 1	2
7		Realizar lanzamiento de PIG para lavado.	En el panel de la envasadora, el operario de envase acciona el mecanismo para lanzar el PIG que arrastra el agua para hacer el lavado hasta la olla recibidora.	Operario 1	1
8		Extraer el agua de la boquilla N°2.	El operario 1 saca agua manualmente por la boquilla N°2 para lavar bomba y boquilla.	Operario 1	2
9		Extraer agua de la olla recibidora.	Se evacúa el agua de la olla de la lavado. Si es color, esta agua va a la planta de tratamiento; si es blanco, se sube para recuperar en procesos.	Operario 2	6
10		Lavar olla recibidora y tapa	Se lava la olla, tapa y piso con manguera manual. La criticidad depende del tipo y color del producto.	Operario 2	8
11		Lavar las boquillas, el codo y la manguera.	El operario desmonta las boquillas, el codo y manguera y las lava manualmente. Posterior a ello, monta las boquillas nuevamente.	Operario 1	10
12		Lavar el filtro y reemplazarlo.	El filtro es reemplazado por uno limpio de reserva. El que se estaba usando se lava en el área de lavado de envase.	Operario 2	7
13		Conectar la bomba al otro diluidor.	Los operarios transportan la bomba hasta el diluidor que sigue y realizan la conexión.	Operario 1 y 2	2
14		Purga y emparejamiento.	El operario abre la válvula del equipo para hacer el procedimiento de purga, el cual consiste en vaciar de 25 a 30 galones.	Operario 1	3
15		Ajuste de derrame y tiempo de vuelo Boquilla N°1	Se ajustan la presión de salida del producto entre 1,5 y 6 Bares y el tiempo de llenado entre 2 y 4 s.	Operario 1	1
16		Diligenciamiento del check list	El operario diligencia el check list previamente para verificar que las condiciones del envasado están dadas; luego actualiza la información en el panel de la máquina para empezar con el producto siguiente.	Operario 2	3

Ilustración 24 Método y tiempo de lavado línea canecas. Fuente: Elaboración propia

F. Anexo 6: Método y tiempo de lavado Línea Cuartos y 4 Boquillas

					
PLANTA	BASE AGUJA				
ÁREA	ENVASE				
CATEGORÍA	ENVASADO				
OFICIO	LAVADO Y ALISTAMIENTO				
DESCRIPCIÓN DEL OFICIO	PROCESO MEDIANTE EL CUAL SE REALIZA EL LAVADO Y ALISTAMIENTO DE LA LÍNEA CUARTOS Y 4 BOQUILLAS				
HERRAMIENTAS Y AYUDAS MECÁNICAS UTILIZADAS	Movilizador Hidráulico, Montacargas.				
TIEMPO TOTAL	MINUTOS	69		HORAS	1,15
N°	ILUSTRACIÓN	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO (min)
1		Cerrar la válvula del equipo	Los operarios de envase se dirigen al diluidor correspondiente, cierran la válvula del diluidor y desconectan la manguera de la bomba.	Operario 1 y 2	2
2		Conectar manguera al agua	El operario conecta la manguera de la bomba de la envasadora a la tubería del agua para iniciar el lavado.	Operario 2	1
3		Realizar lanzamiento y devolución del PIG para barrido	En el panel de la envasadora, el operario 1 acciona el mecanismo para lanzar el PIG para hacer el arrastre del remanente de pintura que queda en la tubería; el operario 2 lleva el balde al final del sistema pigable para evitar el reguero.	Operario 1 y 2	2
4		Drenar manguera y bomba	Los operarios abren la válvula de la bomba, levantan la manguera la drenan a una caneca y prenden la bomba para finalizar envasado	Operario 1 y 2	2
5		Iniciar lavado de olla recibidora	Se lava la olla recibidora con manguera manual de agua. La criticidad y la cantidad de agua depende del tipo y color del producto.	Operario 2	10
6		Lavar de boquillas	El operario desmonta las boquillas, las lava manualmente en el área de lavado. Posterior a ello, monta las boquillas nuevamente.	Operario 2	8
7		Lavar filtros	El operario 1 Desmonta los filtros que van en la entrada de la olla recibidora, los lava y posteriormente los monta de nuevo.	Operario 1	2
8		Posicionar olla y conexión de manguera	El operario trae la olla de lavado y la ubica en la envasadora para iniciar con el lavado	Operario 1	3
9		Adicionar de agua	El operario 2 abre la válvula del agua mientras el operario 1 prende la bomba a usar en el lavado. NOTA: la cantidad de agua utilizada depende del tipo y el color de la pintura.	Operario 1 y 2	1
10		Realizar lanzamiento de PIG para lavado.	En el panel de la envasadora, el operario de envase acciona el mecanismo para lanzar el PIG que arrastra el agua para hacer el lavado hasta la olla recibidora.	Operario 1	1
11		Activar modo manual	El operario acciona el modo manual de la boquillas para evacuar el agua de lavado	Operario 1	2
12		Adicionar agua Blanca	El operario 2 conecta la bomba de la envasadora al tambor del agua reutilizada blanca con el fin de disminuir el color y la bombea a la olla recibidora, esto si se trata de un color. Mientras el operario 1 prende la bomba a usar en el lavado. NOTA: la cantidad de agua reutilizada depende del tipo y el color de la pintura.	Operario 1 y Operario 2	2
13		Extraer agua de la olla recibidora.	Se evacúa el agua de la olla de lavado. Si es color, esta agua va a la planta de tratamiento; si es blanco, se sube para recuperar en procesos.	Operario 1	3
14		Finalizar lavado de olla recibidora	Se termina de lavar la olla recibidora por dentro y por fuera con manguera manual. La criticidad depende del tipo y color del producto.	Operario 2	4
15		Lavar de filtro de la bomba	Se saca el filtro de la envasadora, se lleva hasta el área de lavado, se lava y posteriormente se instala de nuevo	Operario 2	7
16		Agregar agua limpia	El operario 2 abre la válvula del agua mientras el operario 1 prende la bomba a usar en el lavado. Para terminar con el lavado NOTA: la cantidad de agua utilizada depende del tipo y el color de la pintura.	Operario 1 y 2	1

G. Anexo 7: Lección de un punto (LUP) correcto uso de la hidrolavadora.

		LECCION DE UN PUNTO - LUP					
TEMA:	Correcta utilización de la hidrolavadora				LUP #	FECHA ELABORACIÓN	
SECCIÓN:	Envasado PBA					23-ago-21	
ELABORADO POR:	Practicante Ingeniería de Procesos				REVISADO POR:		
CLASIFICACIÓN:	Conocimientos Básicos	X	Caso de Problema		Caso de Mejora		

Ten en cuenta los siguientes pasos al momento de utilizar la hidrolavadora.

1. Identificar en cual línea se encuentra ubicada la hidrolavadora a usar.
2. Transportar el equipo a la línea donde se desea utilizar.
3. Realizar conexión rápida de la manguera ubicada en cada uno de los grifos.
4. Abrir el grifo del agua.
5. Conectar el equipo a la energía.
6. Prender la hidrolavadora.
7. Iniciar con el lavado .

Recuerda que al finalizar el lavado, debes apagar y desconectar la hidrolavadora tanto de la energía, como del agua.
¡LA CORRECTA UTILIZACIÓN DE LA HIDROLAVADORA NOS PERMITIRÁ TENER UN EQUIPO MÁS ÓPTIMO Y DURADERO, ASÍ CONTRIBUIMOS CON EL OBJETIVO DEL AHORRO DE AGUA EN LA PLANTA!

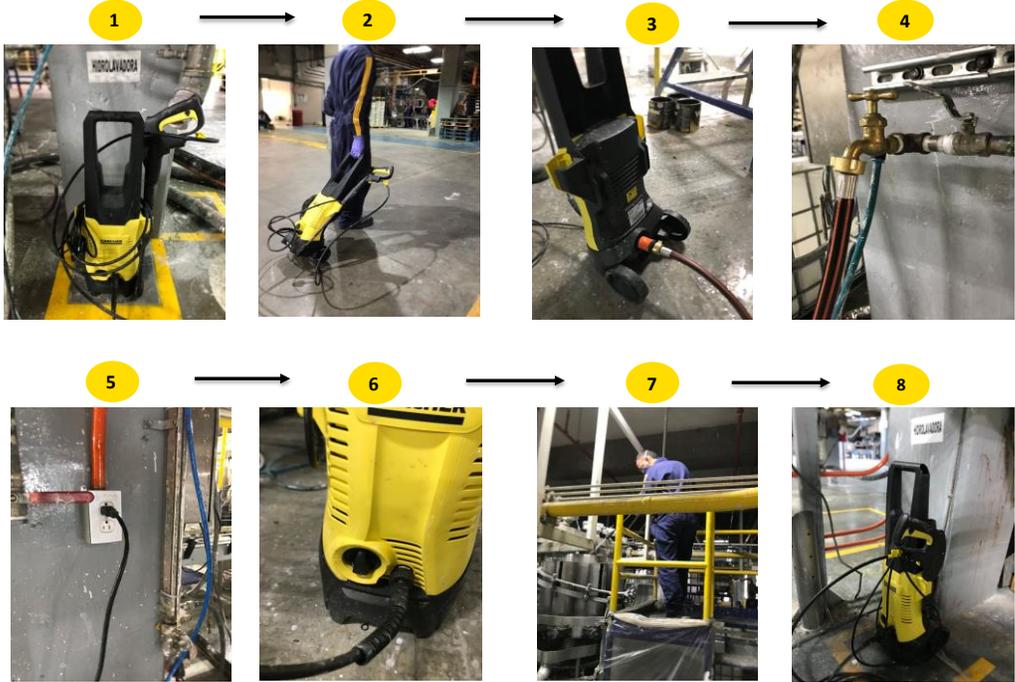


Ilustración 26 LUP correcta utilización de hidrolavadora.

H. Anexo 8: Lección de un punto (LUP) identificación del consumo de agua de lavado.

		LECCION DE UN PUNTO - LUP					
TEMA:	Identificación del consumo de agua de lavado				LUP #	FECHA ELABORACIÓN	
SECCIÓN:	Envasado PBA					11-ago-21	
ELABORADO POR:	Practicante Ingeniería de Procesos				REVISADO POR:		
CLASIFICACIÓN:	Conocimientos Básicos	X	Caso de Problema		Caso de Mejora		

En la planta estamos consumiendo grandes volúmenes de agua en el lavado de los equipos debido al poco control que existe sobre estos. Es importante generar conciencia del total de agua que se consume aprendiendo a identificar estos gastos en los medidores ubicados en cada una de las salidas de agua.

Para la correcta lectura de la cantidad de agua utilizada es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Punto MG (Medida General)** = Cada unidad representa 1000 litros.
- Punto A** = Cada unidad representa 10 litros.
- Punto B** = Cada unidad representa 100 litros.
- Punto C** = Cada unidad representa 1 litro.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante interpretar tanto el punto A, punto B y C a la hora de registrar la cantidad de agua utilizada en los lavados.

1. Conectar la manguera de la bomba a la salida correspondiente de agua.
2. Identificar donde se ubica la aguja de medición en el punto A, B y C.
3. Iniciar con el registro una vez que se abre la válvula de salida (NO antes).

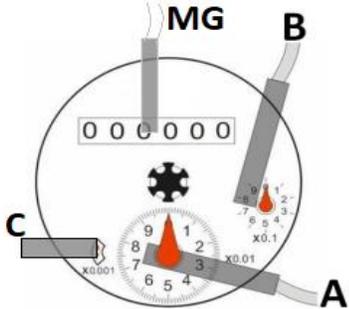


Ilustración 27 LUP identificación del consumo de agua de lavado.

