

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingenierías

El fino arte de la impresión: Producción eficiente de etiquetas

Beatriz Francisca Paz Vergara

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de Ingeniería Industrial

Quito, 25 de mayo del 2022

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

El fino arte de la impresión: Producción eficiente de etiquetas

Beatriz Francisca Paz Vergara

Nombre del profesor, Título académico

Ximena Córdova PhD

Quito, 25 de mayo del 2022

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Beatriz Francisca Paz Vergara

Código: 00201119

Cédula de identidad: 1719053272

Lugar y fecha: Quito, 25 de mayo del 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour *et al.* (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour *et al.* (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La empresa Adhinflex se dedica a la producción de etiquetas para alimentos, fármacos, licores y artículos de limpieza. En este caso de estudio se aplicó la metodología DMAIC con el fin de entender las causas del aumento de tiempo de producción desde el 2020 hasta 2022 y proponer oportunidades de mejora. El estudio empezó con el uso de datos históricos del máquina y, mediante el análisis del cálculo de tiempo de producción, se evidenció la mala parametrización de las máquinas principales Gallus 410 y 430 en el sistema de producción. El sistema basaba su cálculo de tiempo en el parámetro costo. También se reveló que los tiempos de producción no eran los reales. Por ello, se realizó un estudio de tiempos para las actividades principales, basándose en parámetros de cantidad de colores utilizados, cantidad de acabados, cantidad de unidades. Con los datos recolectados, se clasificó y se promediaron los tiempos basados en los parámetros mencionados y se colocaron en el sistema para la parametrización correcta. Después, durante semanas, se analizaron los datos para identificar oportunidades de mejora. Debido a la mala organización de los implementos del área y la distancia que existía entre el área de tintas y las máquinas principales, el tiempo de la actividad de calce de color era uno de los más altos. Además, se efectuaron mejoras aplicando herramientas de la metodología dentro del proceso y en la planta. Como resultado principal, se obtuvo valores reales del tiempo de producción y del indicador de eficiencia de máquinas (OEE), el cual era de 38 % y ahora es de 63 %.

Palabras clave: DMAIC, etiquetas, Gallus 410 & 430, Lean, parametrización, tiempos reales.

ABSTRACT

The Adhinflex company dedicates to produce labels for food, drugs, liquor, and cleaning supplies. In this case study, the DMAIC methodology was applied to understand the causes of the increase in production time from 2020 to the current year 2022 and propose opportunities for improvement. The study began with the use of historical data. In the production time calculation analysis, the inadequate parameterization of the main Gallus 410 and 430 machines in the production system was evidenced. The method based its time calculation on the cost parameter. It was also evident that accurate production times were missing.

For this reason, a time study was carried out for the main activities, intensely in parameters of number of colors used, number of finishes, and number of units. The times based on the mentioned parameters were classified and averaged and placed in the system for the correct parameterization with the collected data. Afterward, for two weeks, the data was analyzed to identify opportunities for improvement. Due to the inadequate arrangement of the implements in the area and the distance between the ink area and the primary machines, the time of the color matching activity was one of the highest. Improvements were implemented by applying methodology tools within the process and at the plant. As a main result, absolute values of the production time and the machine efficiency indicator (OEE) were obtained, which was previously 38% and is now 63%.

Key words: DMAIC, labels, Gallus 410 & 430, Lean, parametrization, real time.

Tabla de contenido

1. Introducción	10
2. Revisión Literaria	11
3. Descripción del Proceso	13
4. Metodología utilizada.....	15
4.1 Definir	15
4.2 Medir	15
4.3 Analizar.....	16
4.4 Implementar	16
4.5 Controlar	17
5. Resultados	17
5.1 Definir	17
5.1.1 Proceso de preparación	17
5.1.2 Proceso de Impresión.....	18
5.1.3 Proceso de lavado	19
5.1.4 Voz del empleado	19
5.1.5 Project charter	20
6. Medir	21
6.1.1 Medir diferencia de tiempos de producción Febrero 2022 vs Febrero 2020	22
6.1.2 Estado del proceso febrero 2022.....	24
6.2 Segundo punto de medición.....	25
6.3 Tamaño de muestra	26
6.4 Estudio de tiempos– máquina 410	27
6.5 Estudio de tiempos – máquina 430	28
7. Analizar	28
7.1 Análisis causas raíz	28
7.2 Error del sistema	30
7.3 Problemas con las tintas.....	31
7.3.1 Calce de Material.....	32
7.3.2 Valor agregado análisis.....	32
8. Mejorar	33
8.1 Parametrizar – Error del sistema.....	33
8.2 Prueba de hipótesis t de dos muestras	34
8.3 Estado de la producción marzo	35
8.4 Problema con Tintas – Mejoras	36
8.4.1 Herramienta 5S	36

8.4.2	Propuesta de Rediseño de Layout.....	37
8.5	Calce de material.....	38
9.	Controlar.....	38
9.1	Plan de Control.....	39
10.	Conclusiones y recomendaciones.....	39
11.	Limitaciones.....	40
	Referencias.....	40
	Anexo 1.....	44
	Anexo 1.1.....	45
	Anexo 2.....	46
	Anexo 3.....	48
	Anexo 4.....	49
	Anexo 7.....	51
	Anexo 8.....	52
	Anexo 9.....	52
	Anexo 10.....	53
	Anexo 11.....	53
	Anexo 12.....	54
	Anexo 13.....	54
	Anexo 14.....	55
	Anexo 15.....	56
	Anexo 16.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Project charter</i>	21
<i>Tabla 2. 5W 1H Primer punto de medición</i>	22
<i>Tabla 3. Comparación tiempo de producción febrero 2022 vs 2020</i>	23
<i>Tabla 4. Órdenes totales por máquina período febrero 2020 & 2022</i>	23
<i>Tabla 5. Disponibilidad y rendimiento, calidad y índice de eficiencia de máquina 410 & 430– febrero 2022</i>	36
<i>Tabla 6. 5W 1H Segundo punto de medición</i>	26
<i>Tabla 7. Máquina 410 – estudio de tiempos - preparación</i>	27
<i>Tabla 8. Máquina 410 – estudio de tiempos - lavado</i>	27
<i>Tabla 9. Máquina 430 – estudio de tiempos - preparación</i>	28
<i>Tabla 10. Máquina 430 – estudio de tiempos –lavado</i>	28
<i>Tabla 11. Proceso desglosado de calce de material</i>	32
<i>Tabla 12. Órdenes recolectadas por período</i>	34
<i>Tabla 13. Disponibilidad y rendimiento, calidad y índice de eficiencia de máquina 410 & 430– marzo 2022</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de proceso de preparación</i>	18
<i>Figura 2. Diagrama de proceso de impresión</i>	19
<i>Figura 3. Diagrama de proceso de lavado</i>	19
<i>Figura 4. Diagrama de Ishikawa de posibles causas de incremento en tiempo</i>	29
<i>Figura 5. Diagrama de Pareto causas del incremento de tiempo</i>	29
<i>Figura 6. Tiempos erróneos emitidos por sistema</i>	291
<i>Figura 7. Diagrama de spaghetti área de tintas</i>	31
<i>Figura 8. 5S aplicado en área de tintas</i>	37
<i>Figura 9. Rediseño de layout</i>	38

1. Introducción

El alto crecimiento económico de los últimos años ha generado el aumento de productos de consumo masivo (Aspilcueta, 2020). Los millones de productos en todo el mundo han impuesto su punto diferenciador y se muestran a sus clientes por medio de etiquetas que cuentan con la marca (Wood, 2021). Etiquetar cada producto con sus componentes y forma de utilización es un factor valioso en el mercado porque mediante la etiqueta es posible identificar la marca y diferenciar el producto de otros similares. Así, las etiquetas, además de presentar el nombre de la empresa y el producto, constituyen el primer contacto con los clientes (Gordon y Rochelle, 2020).

El líder de la industria de etiquetas sostenibles, UMP Biofore Beyond Fossils, afirma que el aumento de la demanda de etiquetado está creciendo con rapidez, especialmente en Asia donde esperaban crecer un 10 % en todos los materiales de etiquetado (UPM, 2018). Asimismo, sostienen que las etiquetas son una parte valiosa de la cadena de suministro y con una gran responsabilidad hacia el cliente. En Ecuador, el etiquetado de productos se volvió significativo. En el «Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano», se establece que: todos los alimentos procesados para el consumo humano deben cumplir con un rotulado que contará con un sistema gráfico de barras de colores dispuestas de manera horizontal (parecido a un semáforo): rojo, amarillo y verde para indicar la concentración de sus componentes. Por ejemplo, la cantidad de azúcar, grasas saturadas y sal que contienen. (El Telégrafo, 2022).

Este estudio analizará el caso de la empresa ecuatoriana Adhiflex, dedicada a la producción de etiquetas. Sus principales productos son las etiquetas autoadhesivas, las fundas termoencogibles y los envases flexibles. Su principal mercado son empresas involucradas en las industrias de alimentos, elementos de limpieza, bebidas y de licores (Adhiflex, 2019).

La empresa tiene una producción continua, es decir que se trabaja durante las 24 horas del día, con turnos de trabajo de doce horas organizados en tres grupos de empleados con un supervisor a cargo. Cada grupo trabaja cuatro días seguidos en turnos de doce horas y con un descanso de dos días (Adhiflex, 2019).

Adhiflex ha aumentado su producción a medida que sus clientes han incrementado su demanda; especialmente, después de la emergencia sanitaria por la COVID-19 (Adhiflex, 2019). Actualmente, por una eliminación de datos de marzo del 2020 hasta enero del 2022, la empresa no ha logrado medir los cambios en el tiempo de producción y cuantificar el problema (Adhiflex, 2019).

Este problema ha generado que al momento de crear órdenes se tenga tiempos irreales de producción, lo que afecta a los empleados y a la empresa, ya que cada semana se genera un indicador de eficiencia de máquina (OEE) que, por el momento, es de 38 %. Con estos antecedentes, el propósito principal de este proyecto es establecer un tiempo real de producción en la impresión de etiquetas de la empresa Adhiflex, el cual debería ser al menos un 10% menor.

Para lograr este propósito, el estudio utilizará la filosofía Lean Six Sigma a través de la metodología DMAIC, cuyo enfoque es conocido por la identificación de las posibles causas de los problemas y la resolución de los mismos (de Mast y Lokkerbol, 2012). Sin embargo, el alcance de este estudio se concentrará en las primeras cuatro etapas, y parcialmente, en la última, puesto que el tiempo establecido para el proyecto es limitado.

2. Revisión Literaria

El proceso de etiquetado inició en la civilización fenicia, una de las primeras en desarrollar este oficio (Lino, 2006, p. 5). Por lo tanto, comenzar a usar contenedores para transportar alimentos y otros artículos generó la idea de etiquetar los productos para distinguirlos entre sí. Según Somoza (2020), en su libro «Packaging aprehender el envase

», las primeras etiquetas se hacían con papiro. Más tarde, se sabe que los romanos ya usaban etiquetas para productos y medicamentos (Gordon, 2020).

A lo largo de los años, la producción de etiquetas se ha ido innovando con el fin de generar una mejora continua de la mano de la tecnología (Bruce y Laroiya, 2006). Hoy en día, el proceso de etiquetado permite imprimir con las técnicas de serigrafía o láser. La primera se trata de un estampado que consiste en replicar un diseño sobre diferentes materiales (Sunderam, 2016). La segunda se aplica en trabajos que no tienen muchos detalles de acabado y se puede imprimir en segundos, en grandes máquinas de tinta a base de agua para un secado rápido (Smętkowska y Mrugalska, 2018). A modo de comparación, la serigrafía es más complicada porque consta de distintos procesos que pueden cambiar dependiendo de la orden de cada cliente.

Para generar un análisis de las causas raíz de los problemas que existen en la empresa, y entender mejor el proceso, se ha decidido aplicar la metodología DMAIC. La aplicación de la metodología DMAIC puede marcar la diferencia en la línea de producción, dado que la utilización de diferentes herramientas de la metodología ayudará a encontrar la causa de los problemas y solucionarlos (Kumar y Sosnoski, 2009). La utilización y aplicación de la DMAIC, dicho por Berardinelli (2012), se recomienda cuando un proceso se encuentra en etapa de mejora y se quiere descubrir qué está provocando los obstáculos para alcanzarla. Asimismo, comenta que DMAIC no es un método de implementación de mejores prácticas, sino que sirve para descubrir estas mejores prácticas en la planta de producción (Scheller et al., 2018). Además, se debe calcular la evolución antes, a la mitad y después de la aplicación de la metodología DMAIC (Serrat, 2017).

DMAIC se asemeja al aprendizaje continuo de Deming, PDCA: Plan – Do – Check - Act (Deming, 1993). La utilización de la ejecución correcta y eficaz del método de resolución de problemas asegura una iniciativa de mejora, puesto que trata de

investigar el proceso de la empresa y busca oportunidades de potenciación (Somoza y Gandman, 2020). Además, esta metodología está enfocada en llevar a cabo actividades de mejora, enfatizando la recopilación de datos antes de tomar cualquier decisión y cambio dentro del proceso de producción (Rahman et al., (2017). Esta metodología tiene cinco etapas principales: *definir, medir, analizar, mejorar y controlar*. A continuación, se describe cada una de estas etapas.

La etapa de definición involucra detallar los objetivos del proyecto, el rol del equipo, el alcance y conocer el proceso (Kumar y Sosnoski, 2009). Por otro lado, la etapa de medición incluye la recopilación de datos y el análisis del historial de datos de la empresa. En cuanto a la etapa de análisis, implica la determinación de las causas fundamentales de los defectos y el origen de la variabilidad (de Mast y Lokkerbol, 2012). En la etapa de mejora, el propósito es eliminar la mayor cantidad posible de causas raíz, aplicando herramientas como *Kaizen Event, 5S, Quality Control Plan* o *SPC*, para monitorear el comportamiento del proceso (Aspilcueta, 2020). La última etapa, la de control, es aquella donde el responsable puede examinar el nuevo desempeño del proyecto correspondiente. (Hariharan y Mohanasundaram, 2016)

3. Descripción del Proceso

En la empresa Adhinflex, la mayor producción de etiquetas se lleva a cabo mediante las tecnologías de serigrafía y láser. Para la producción mediante la técnica láser, se emplea la máquina HP Índigo 6900, que ofrece soluciones únicas que permiten elaborar etiquetas de banda estrecha y etiquetas envolventes o trabajos de cartones plegables (HP, 2020) y generar una cantidad masiva de etiquetas en menos tiempo. Esa máquina, si bien es parte del proceso de las mangas termoencogibles, en este caso no es objeto de estudio.

Para aplicar la técnica de serigrafía, Adhiflex tiene dos máquinas: Gallus 410 y Gallus 430. La máquina Gallus 430, tiene un total de 12 estaciones, donde en cada estación puede tener un color o un tipo de acabado particular. Esta máquina se caracteriza por generar procesos más difíciles, por lo tanto, su tiempo de producción es más alto que la 410 (Gallus Group, 2019). La máquina Gallus 410 utiliza un proceso de producción más sencillo y emplea un tiempo de producción más corto (Gallus Group, 2019); por ello, en esta máquina se elaboran etiquetas con dificultad media de impresión.

En la técnica de serigrafía se tienen tres formas principales de acabados: troquelado, estampado en caliente (*hot stamp*), y laminación en frío (*cold foil*). Díaz et al. (2018) establecen que el proceso de troquelado consiste en cortar las etiquetas en una forma específica, mientras que el proceso de estampado en caliente está basado en la impresión térmica con la cual se pueden crear detalles metálicos de un color específico sobre las etiquetas, pero genera más costos en el proceso ya que puede ser difícil de realizar. En la laminación en frío, la etiqueta se presiona sobre el material y, después de pasar por una luz ultravioleta, se ilumina la lámina, lo cual genera brillo en la etiqueta (Babkin y Zhdanova, 2016), cabe resaltar que este proceso es más rápido que el anterior. En Adhiflex, los procesos más utilizados son el troquelado y el estampado en frío.

Los empleados para el proceso de impresión son en total seis por turno. Se dividen los operadores principales y auxiliares por máquina (Gallus 430 y 410). Para cada máquina la empresa tiene asignados cuatro empleados: el operador principal y el operador auxiliar que comparten funciones y conocen las máquinas a la perfección. Comparten ambas máquinas el tintero y prensa, los cuales deben cumplir sus funciones en ambas máquinas. El tintero es la persona que se encarga de crear y llevar los tonos correctos por orden a las máquinas. La prensa toma las plantillas de diseño de acuerdo con la orden y calza estas plantillas en los cyreles donde su tamaño depende del orden.

Debido a que cada proceso es diferente y es necesario tener conocimiento del inicio y fin de cada producción; los procesos y técnicas de impresión dentro de la empresa Adhinflex pueden generar aumento o disminución del tiempo productivo, en dependencia de su complejidad y la experiencia de los operadores.

4. Metodología utilizada

La aplicación de la metodología DMAIC dentro del proyecto se divide en las cuatro fases principales:

4.1 Definir

Esta primera fase busca identificar el problema principal y determinar el alcance del proyecto. El objetivo es entender la situación actual del proceso de producción de etiquetas en la planta Adhinflex. Mediante las herramientas de *SIPOC* y *diagrama de flujo* se logrará conocer el primer proceso de manera general y después de manera más detallada. Para esto se debe separar el proceso en: tiempo de preparación, tiempo de impresión y tiempo de lavado. Después de entender el proceso, mediante entrevistas a la gerencia, se plantea la problemática la cual es el tiempo de producción alto. De acuerdo con la gerencia, actualmente, las órdenes toman más tiempo en cumplirse, pero se desconoce la variación del incremento.

4.2 Medir

La segunda fase medir, recopilará datos esenciales del proceso que ayuden a justificar la posible problemática. Para conocer el estado del proceso se calculará el índice de eficiencia de cada máquina (Gallus 410 y 430). Después se tiene como objetivo cuantificar y recolectar tiempos de producción durante febrero de 2020 a febrero de 2022 para analizar por máquina los tiempos totales. Al cuantificar el problema se obtuvo un incremento del 15 % del tiempo de producción. Sin embargo, la gerencia demostró su preocupación por el tiempo que se ocupa en cada actividad. Es decir, el tiempo que cada

proceso toma para llegar a la etapa final durante la operación de impresión. Por ende, se establecerá el tiempo estándar de cada actividad mediante una toma de datos que se establecerá durante marzo.

4.3 Analizar

Para la tercera fase, el tiempo de producción de impresión de etiquetas fue analizado. Y se descubrió la causa del incremento del tiempo de producción en la planta. Primero, mediante una lluvia de ideas, se realizó un diagrama de Ishikawa con las posibles causas. Segundo, se hizo un diagrama de Pareto de las causas del incremento del sistema escrito por los empleados en el mes de febrero. En consecuencia, el error del sistema fue el factor más importante; por tal motivo, para solucionar el problema de las tintas, el análisis se concentrará en ambos problemas. En cuanto a la dificultad de las tintas, se efectuó, en tercer lugar, un diagrama de Espaguetti de las distancias recorridas por parte del área de tintas, dado que es el área más lejana de la planta.

Los datos recolectados determinaron qué actividad supera el tiempo promedio, con el fin de analizar la actividad seleccionada y proponer mejoras en la siguiente fase.

4.4 Implementar

La cuarta fase, propone posibles soluciones para las causas raíz del problema. Para iniciar, se soluciona el error del sistema mediante una parametrización dentro del sistema, el cual establece los nuevos tiempos estándar y tiempos reales para las órdenes. Con la finalidad de analizar la solución, se efectúa una prueba de hipótesis para comprobar la diferencia significativa y calcular el índice de eficiencia de máquina con los tiempos recolectados del sistema después de la parametrización. Después, para solucionar el problema de tintas, mediante las 5S, se ordenará el rack de las tintas dado que estaba en desorden y sin estandarizar. En adición se propuso un nuevo layout el cual disminuirá las distancias recorridas para el tintero y optimizará la distribución. Para terminar con esta fase, se estandariza la actividad calce de material con una tabla de los cyreles más

utilizados con su distancia respectiva.

4.5 Controlar

La última parte se efectuará parcialmente para implementar un plan de control, el cual propondrá medidas, documentos y responsables del bosquejo. Se creó una lista de comprobación para estandarizar la fórmula que debe tener cada tinta al momento de crearse. De igual manera, se estandariza el proceso de calce de material mediante una capacitación para evitar errores por parte de los empleados.

5. Resultados

5.1 Definir

En esta etapa se define y delimita el problema y las oportunidades de mejora que se encuentren dentro de la línea de producción de etiquetas. Esta fase comenzó con la comprensión del proceso, por lo que se decidió recolectar la información desde el inicio al fin del procedimiento, para que cada lapso de la impresión de una orden de etiquetas. Del mismo modo, se analizaron los motivos por los cuales cada orden tiene diferente tiempo de producción y las causas que ocasionarían una variación en su duración. Para ello, se utilizó un diagrama de flujo del proceso de la etiqueta. El proceso comienza cuando se recibe un requerimiento de parte de un cliente.

5.1.1 Proceso de preparación

La impresión de las etiquetas comienza cuando se recibe una orden tanto para la máquina Gallus 410 o 430. En cada caso, los operadores verifican el tipo de material y colocan el rollo en la máquina. Después de calzar el material, la preprensa comenzará a seleccionar las plantillas de diseño y proceder a calzar las plantillas en los cyreles. Al seleccionar las plantillas, la persona encargada de las tintas comienza a seleccionar aquellas que se van a utilizar. Después de calzar el material, los operadores comienzan a montar los acabados; para luego realizar las calibraciones y registros. El paso final es que los operadores

monten los cilindros de impresión para generar una estampación correcta con la medida indicada. La persona de tintas al seleccionarlas debe decidir si existen tintas en el rack o no. De esta manera, la persona de tintas logrará saber si debe crear un nuevo color o buscar las tintas en el rack disponible.

Una vez que se ha obtenido la etiqueta deseada, esta va a aprobación del supervisor, para comenzar con la producción masiva. Todo este proceso pertenece al tiempo de preparación de impresión de etiquetas. A continuación, se muestra el diagrama de proceso de preparación el cual está dividido por los empleados que están a cargo de las actividades. (Figura 1)

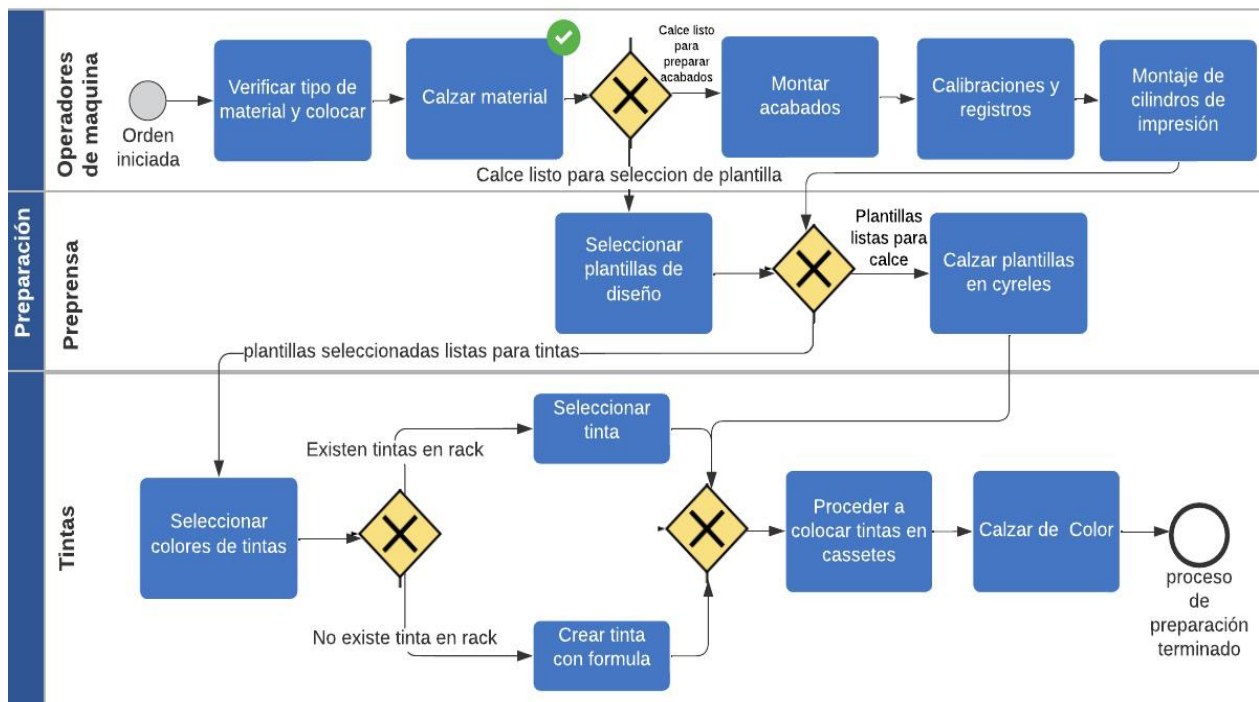


Figura 1. Diagrama de proceso de preparación

5.1.2 Proceso de Impresión

Durante el tiempo de impresión, los operadores tienen como responsabilidad programar la máquina para la impresión masiva. Después, deben verificar las etiquetas impresas y controlar que la máquina imprima de forma correcta. Para finalmente parar la máquina y finalizar el tiempo de impresión. A continuación, se muestra el diagrama de

proceso de impresión. (Figura 2)

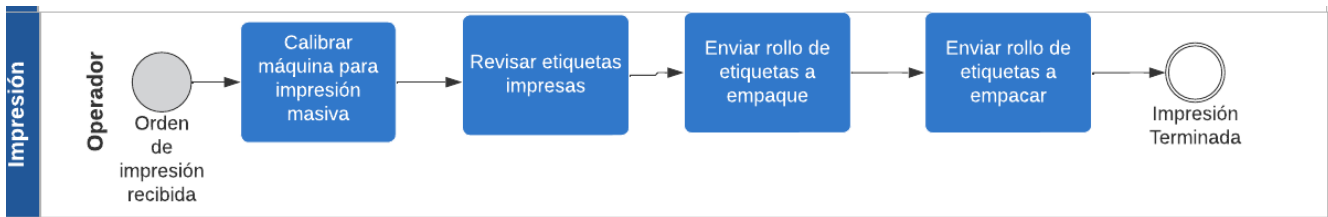


Figura 2. Diagrama de proceso impresión

5.1.3 Proceso de lavado

En el proceso de lavado los operadores comienzan a desmontar primero los cilindros de impresión utilizados, después desmontan el casete de tintas junto con los rodillos de tinta utilizados. Adicionalmente, deben desmontar los cyreles con plantas de diseño para el área de preprensa y desmontar la estación de acabados. Los operadores al desmontar todo deben comenzar a limpiar las plantillas con los cyreles. Además, la persona de tintas deberá limpiar los casetes de tintas y los rodillos utilizados. (Figura 3)

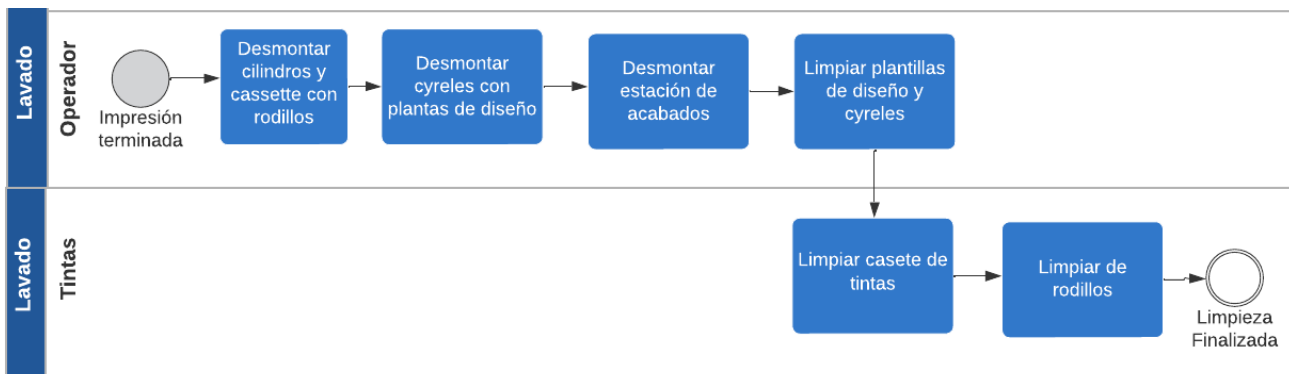


Figura 3. Diagrama de proceso de lavado

5.1.4 Voz del empleado

Una vez que se comprendió el proceso de la impresión de etiquetas se procede a investigar y entrevistar a la gerencia sobre cuál es su punto de vista frente a la problemática de la planta de la empresa AdhinFlex. Primero, la gerencia comienza

explicando un problema interno que ocurrió en la pandemia, donde, lastimosamente, se perdieron datos importantes de la empresa en este período. Además, resalta que, basado en la experiencia que tiene, ha analizado que actualmente los empleados tienden a utilizar más tiempo en acabar una orden. De igual manera, explica que en todo este tiempo no han logrado analizar los tiempos y, por ende, no pueden cuantificar el problema que posiblemente esté ocurriendo en la planta.

Del mismo modo, la gerencia resaltó que el sistema genera el tiempo de producción para cada orden. Y dada la experiencia de la gerencia, se ha analizado que puede existir un error dentro del sistema y esté generando tiempos incorrectos de producción. Por el otro lado, se creó una encuesta a los diez y ocho empleados que operan las máquinas Gallus 410 y Gallus 430 para conocer su perspectiva de la situación de la planta. Visualizar (Anexo 1 & 1.1) La información se recabó durante los tres turnos que maneja la empresa (seis personas por turno). En esta encuesta se preguntó, especialmente, qué problemas encuentran relevante en sus funciones. Visualizar (Anexo 2). Posteriormente, junto a la gerencia se analizó esta información y se concluyó que el problema es el tiempo de producción y la variabilidad que muestra en las órdenes.

5.1.5 Project charter

Para proponer un plan de proyecto y determinar fechas para cada etapa de la metodología DMAIC (ya que, como se mencionó en secciones anteriores, su enfoque se basa en la resolución de problemas e identificación de las posibles causas), se utilizó la herramienta *project charter*, mediante la cual se logró estipular el enunciado del problema, el alcance y un cronograma de las fechas límites para cada etapa de DMAIC (Tabla 1).

Planta de producción de etiquetas. – Project charter			
Lider del proyecto	Nombre del Proyecto	Fecha	
Beatriz Paz	Producción eficiente de etiquetas	3 de marzo del 2022	
Enunciado del problema			
Para el período de febrero del 2022 el tiempo de producción ha incrementado en la planta de Producción Adhinflex. En comparación con febrero del 2020 el tiempo de producción ha incrementado.			
Enunciado de la meta			
Reducir el tiempo de producción en la impresión de etiquetas en un 15% hasta mayo 2022.			
Plan del Proyecto			
Alcance		Fuera de alcance	
Impresión de Etiquetas mediante la metodología DMAIC, pero solo hasta la fase de mejorar.		Se excluye la Fase de Controlar parcialmente ya que solo se creará un plan de control.	
Cronograma de Fechas		Project Team	
Definir 17 de febrero al 28 de febrero Medir 1 de marzo al 31 de marzo Analizar 1 de abril al 14 de abril Mejorar 16 de abril al 25 de abril Controlar 26 de abril		Rol	Nombre
		<i>Project manager</i>	Beatriz Paz

Tabla 1. Project charter

6. Medir

En el caso de estudio se determinó que el problema es el tiempo alto de producción. Sin embargo, dado que no se ha cuantificado el problema, se propuso en esta fase recolectar datos históricos para evidenciar el incremento en el tiempo de producción. El objetivo de esta fase es cuantificar el desempeño del indicador clave, que en este caso es el tiempo de producción. Además, el tiempo de producción se divide en tiempo de preparación, impresión y lavado.

6.1 Primer punto de medición

Se creó un plan de medición en base a la herramienta 5W 1H que tiene el objetivo

de responder cinco preguntas para establecer el primer punto de medición para cuantificar el problema. Se responden las cinco preguntas del *por qué* y una pregunta *cómo*, con el propósito de recolectar tiempo de producción de datos históricos del año 2020 (antes de la pandemia) y datos actuales (2022) post pandemia (Tabla 2).

5W 1H Primer Punto de Medición				
Dónde	Cuando	Qué	Quién	Cómo
Área de producción de etiquetas	Dos meses Febrero 2020 Febrero 2022	Tiempo de producción total por orden Indicador de eficiencia de máquina	Tesista	Mediante Datos históricos
Porqué				
Para cuantificar la diferencia que existe en el tiempo de producción de febrero 2022 vs Febrero 2020				

Tabla 2. 5W 1H Primer punto de medición

6.1.1 Medir diferencia de tiempos de producción Febrero 2022 vs Febrero 2020

Dado que no se tenía en formato digital los datos de los tiempos por orden en el mes de febrero del 2022 se recolectó de manera manual las órdenes impresas colocadas en bodega.

Además, para febrero del 2020, se tenía un archivo de datos históricos; por lo tanto, se unió todos los datos recolectados para sumar el tiempo de producción total en horas y total de órdenes. Se obtuvo una diferencia al restar el tiempo total de ambos periodos y se convirtió esa diferencia en porcentaje para cuantificar el problema.

A continuación, tabla 3 de tiempos febrero 2020 y febrero 2022.

	Año 2020	Año 2022
Órdenes Totales febrero	165	138
Tiempo de Producción Total	651,4 h	748,6 h
Diferencia	97,2 h = 15%	

Tabla 3. Comparación tiempo de producción febrero 2022 vs 2020

Durante el período pos-COVID, el tiempo de producción ha incrementado en un 15 %. Y dado que en el 2020 se tenían más órdenes que en febrero del 2022 es posible determinar que la planta utiliza más tiempo para satisfacer una menor cantidad de órdenes.

Adicionalmente, para medir si la diferencia es significativa entre ambos períodos (febrero 2022 y febrero 2022) por máquina 410 G & 430 G, se aplicó una prueba de hipótesis t de dos muestras. Según el consejo Six Sigma (2018), las pruebas de hipótesis justifican de manera más apropiada las asunciones del problema. Se establece al nivel de significancia el cual será 0,05 y nivel de confianza 95 % porque, según Minitab (2019), plantea que ambos estadísticos han sido utilizados en varios estudios donde su valor ha logrado generar pruebas de hipótesis correctas y que cumplen con el objetivo de la prueba. Debido a que tenemos cierta cantidad de muestras diferentes para cada máquina, se aplicará la prueba t para la diferencia de dos muestras independientes, pues se desea probar si los tiempos medios de cada población se ha mantenido o no (Minitab, 2019). Se plantea:

H_0 : Los tiempos de producción de ambos periodos de la máquina 410 son iguales

H_a : Los tiempos de producción de ambos periodos de la máquina 410 son diferentes.

A continuación, tabla 4 por máquina de órdenes recolectadas.

	Feb año 2020	Feb año 2022
Órdenes Totales Máquina 410	98	82
Órdenes Totales Máquina 430	67	56

Tabla 4. Órdenes totales por máquina período febrero 2020 & 2022

Con la ayuda del programa informático Minitab, para la máquina 410, un valor p de 0,000; con el que es posible concluir que p es menor al nivel de significancia 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y significa que hay evidencia estadística para afirmar que los tiempos son diferentes. (Anexo 4).

Para la máquina 430 se estableció la misma prueba donde el valor de p fue de 0,004; con lo que se concluye que p es menor al nivel de significancia 0,05 por lo tanto los tiempos de producción son estadísticamente diferentes. (Anexo 5)

6.1.2 Estado del proceso febrero 2022

Después de haber obtenido una diferencia significativa de tiempos de los periodos pre y poscoronavirus, el objetivo ahora es conocer el estado de proceso de manera que mediante el indicador de eficiencia obtenido por el sistema calcularemos para la máquina 410 y para la máquina 430.

En el estudio de Infante y Figueredo (2021), para el cálculo de indicador de eficiencia por máquina se debe calcular la disponibilidad, rendimiento y calidad. La disponibilidad es una métrica la cual evalúa el rendimiento de tiempo utilizado en producción menos el tiempo que en verdad se utilizó para producir. El rendimiento, es una métrica que calcula la cantidad de piezas que se producirán dividida para las piezas que podrían haberse producido. La calidad es una métrica la cual calcula la cantidad de metros producidos dividido para la cantidad de metros no conformes. La multiplicación de calidad, rendimiento y disponibilidad da como resultado el indicador de eficiencia de máquina.

Obteniendo como resultado un índice de máquina bajo dado que el objetivo de la empresa es llegar al 60% del índice de eficiencia de máquina. A continuación la tabla 5 del cálculo de eficiencia de máquina.

- Cálculo de índice de eficiencia por el sistema – tiempos febrero 2022 - Máquina 410 & 430 Gallus

Máquina 410	Máquina 430
Disponibilidad	
$1 - \frac{\text{Tiempo total no productivo}}{\text{Tiempo disponible}}$	
$1 - \frac{11.984,0}{34.313,0} = 60,1\%$	$1 - \frac{12.141,0}{39.866,0} = 54,4\%$
Máquina 410	Máquina 430
Rendimiento	
$1 - \frac{\text{metros producidos}}{\text{Tiempo de producción (min)} * \text{velocidad promedio de maquina}}$	
$1 - \frac{153.040,0}{5.492,0 * 40} = 69,7\%$	$1 - \frac{165.221,0}{6.251,0 * 40} = 66,1\%$
Máquina 410	Máquina 430
Calidad	
$1 - \frac{\text{metros productor}}{\text{metros malos}}$	
$1 - \frac{126.744,0}{3.735,0} = 97,14\%$	$1 - \frac{153.040,0}{6.910,0} = 95,5\%$
<i>Índice de eficiencia de máquina: Disponibilidad × Rendimiento × Calidad</i>	
Máquina 410 $0,1\% \times 69,7\% \times 97,14 = 38\%$	Máquina 430 $54,4\% \times 66,1\% \times 95,5 = 35\%$

Tabla 5. Disponibilidad, rendimiento, calidad y índice de eficiencia de máquinas 410 & 430 febrero 2022

6.2 Segundo punto de medición

La gerencia, ahora que se ha cuantificado la problemática, explicó que el sistema solo da un tiempo general para cada tipo de tiempo (preparación, impresión, y lavado) pero para cada proceso se tiene ciertas actividades que deben ser realizadas y desconoce el tiempo que debe durar cada actividad, así como el tiempo real que duran las órdenes.

Por lo tanto, para el segundo punto de medición se realizará la toma de tiempos

durante el mes de marzo. Esta medición de toma de tiempo se realizará de manera manual para cada tarea dentro de cada proceso. Esto tiene como propósito generar un tiempo estándar. Las actividades para el proceso de preparación de ambas máquinas son muy similares solo se diferencian por el acabado de laminado en caliente que solo lo puede efectuar la máquina 430. (Anexo 6).

Por el otro lado, las actividades para el lavado, de igual manera, son muy similares solo cambia el desmontaje de laminado en caliente y la limpieza de bandejas dado que en la 430 no existe. (Anexo 7). Para impresión no se tiene actividades definidas, pues solo se debe controlar las etiquetas impresas, pero se resalta que el tiempo de impresión se calcula con la velocidad promedio y la cantidad de metros utilizados. Una vez que se definieron las actividades de cada proceso se procedió con la toma de tiempos la cual se efectuó utilizando la herramienta 5W 1H (Tabla 6)

5W 1H Segundo punto de medición				
Dónde	Cuando	Qué	Quién	Cómo
Área de producción de Etiquetas	Mes de Marzo 2022	Actividades ha realizar en Tiempo de Preparación, Lavado, Impresión Tiempo de producción por actividad por máquina (410 & 430)	Tesista	1. Medir tiempo por actividad de forma manual con cronometro.
¿Por qué?				
Se necesita conocer el tiempo real de cada actividad en el tiempo de preparación, impresión y lavado				

Tabla 6. 5W 1H Segundo punto de medición

6.3 Tamaño de muestra

El tiempo establecido para la toma de datos fue de un mes. En marzo, se recolectó mediante una hoja estandarizada la toma de tiempos de las actividades (Anexo 3). Nivel y Freivas recomiendan un total de 3 ciclos recolectados si el tiempo de ciclo es de 40 min o más (Nivel & Freivas, 2019), pero se procedió a tomar más ciclos para reducir el error. (Anexo 8) En total, durante marzo se recolectaron para la máquina 410 G un total de 61

órdenes y para la máquina 430 G se recolectaron un total de 41 órdenes. En cada orden se dispone el tiempo de preparación, impresión y lavado con su respectiva actividad. Al ser un número de muestras mayor a 30, se considera aceptable dado que minimiza el error tipo II y permite obtener una representación real del proceso. (Montgomery, 2017).

6.4 Estudio de tiempos– máquina 410

Después de haber efectuado la toma de tiempos en el segundo punto de medición de la fase medir. Se generó el tiempo estándar junto con su desviación estándar por cada proceso. La desviación estándar nos ayudará a tener un rango de dispersión de los datos. Al efectuar esta estandarización del tiempo la gerencia consideró no colocar una holgura en los tiempos estándar dado que considera que el estándar es el adecuado para cada actividad según la experiencia. A continuación, estudio de tiempos de máquina 410 tabla 7 y 8.

<i>Actividades de tiempo de preparación</i>	# ESTACIONES	T. MONTAJE (min)	T. CALCE (min)	T. TOTAL (min)
Montaje de cyreles	7	3 ± 0,21		21 ± 1,47
Montaje de cilindros de impresión	7	1 ± 0,08		7 ± 0,56
Montaje de anilox, cauchos, bandejas, tintas	7	1 ± 0,07		7 ± 0,49
Cuadre de material	8	4,01 ± 0,04	4,04 ± 0,06	64,64 ± 0,8
Calibraciones y registros.	7		1 ± 0,23	7 ± 1,61
Desmontaje de estacion flexo.	7	15 ± 0,10		105 ± 0,7
Cold foil.	7	30,05 ± 0,16	5 ± 0,04	35,09
Montaje de troquel.	1	5 ± 0,04	2 ± 0,04	7 ± 0,08
Calce de color	8		2,5 ± 0,04	20 ± 0,32
				256,69 ± 6,12

Tabla 7. Máquina 410 – estudio de tiempos - preparación

<i>Actividades de Tiempo de Lavado</i>			
Desmontaje de cilindros de impresión	7	1 ± 0,05	7 ± 0,35
Desmontaje de cyreles.	7	1,5 ± 0,02	10,5 ± 0,14
Limpieza de cyreles.	7	1,5 ± 0,25	10,5 ± 1,75
Desmontaje de anilox	7	1 ± 0,05	7 ± 0,35
Limpieza de anilox's	7	3 ± 0,12	21 ± 0,84
Limpieza de cauchos	7	2,01 ± 0,07	14,07 ± 0,21
Limpieza de bandejas	7	3 ± 0,04	21 ± 0,28
Limpieza de estacion - rodillos	7	1 ± 0,14	7 ± 0,98
Desmontaje de troquel.	1	2 ± 0,05	2 ± 0,05
Desmontaje del caucho de cold foil.	1	5 ± 0,12	5 ± 0,12
Montaje de la estacion flexo.	1	15 ± 0,03	15 ± 0,03
			55 ± 5,1

Tabla 8. Máquina 410 – estudio de tiempos - lavado

6.5 Estudio de tiempos – máquina 430

Para la máquina 430, se efectuó el mismo procedimiento donde el objetivo fue obtener un tiempo estándar para cada actividad en cada proceso. Del mismo modo, se añadió la desviación estándar para cada tiempo por actividad. A continuación, las actividades de preparación y lavado se muestran en las Tablas 9 y 10.

Actividades - Tiempo de preparación	ESTACIONES	T. MONTAJE (min)	T. CALCE (min)	T. TOTAL (min)
Montaje de cyreles	1	3 ± 0,02		3 ± 0,02
Montaje de cilindros de impresión	1	1 ± 0,07		1 ± 0,07
Montaje de anilox, bandejas, tintas	1	1 ± 0,05		1 ± 0,05
Cuadre de material	1	5 ± 0,24	6 ± 0,23	11 ± 0,47
Calibraciones y registros.	1		2 ± 0,14	2 ± 0,14
Cold foil.	1	30 ± 0,35	5 ± 0,17	35 ± 0,52
Montaje de estacion hot stamp.	1	20 ± 0,08		20 ± 0,08
Montaje de la placa hot.	1	20 ± 0,44		20 ± 0,44
Calce del hot stamp.	1		10 ± 0,23	10 ± 0,23
Montaje de troquel.	1	5 ± 0,01	4 ± 0,03	9 ± 0,04
Ajuste de color	12		2 ± 0,12	72 ± 1,44
				253 ± 3,5

Tabla 9. Máquina 430 – estudio de tiempos - preparación

Actividades de Tiempo de Lavado			
Desmontaje de cilindros de impresión	11	1 ± 0,03	11 ± 0,33
Desmontaje de cyreles.	11	1,2 ± 0,01	13,2 ± 0,11
Limpieza de cyreles.	11	2 ± 0,25	22 ± 2,75
Desmontaje de anilox	11	1 ± 0,01	11 ± 0,11
Limpieza de anilox's	11	3 ± 0,18	33 ± 1,98
Limpieza de bandejas	11	1 ± 0,05	11 ± 0,55
Limpieza de estacion - rodillos	11	1 ± 0,02	11 ± 0,22
Desmontaje de troquel.	1	2 ± 0,08	2 ± 0,08
Desmontaje de estacion hot stamp.	1	30 ± 0,11	30 ± 0,11
Desmontaje de Cold Foild	1	5 ± 0,18	5 ± 0,18
Montaje de estacion flexo.	1	10 ± 0,07	10 ± 0,07
			159,2 ± 6,49

Tabla 10. Máquina 430 – estudio de tiempos –lavado

7. Analizar

En esta fase se analizará los datos recolectados y se encontrará las causas raíz de la problemática.

7.1 Análisis causas raíz

Al recopilar las entrevistas con la gerencia se utilizó la herramienta del diagrama de Ishikawa (Figura 4) para mostrar las posibles causas y efecto del incremento del tiempo de producción. (Six Sigma Council, 2019).

De esta forma, se colocó las 4M donde se menciona a la máquina, al método utilizado en las actividades por los empleados, material y mano de obra. El diagrama se efectuó con la información recolectada por los empleados y la gerencia. La información resaltaba el error del sistema, falencias en las máquinas por mal manteniendo y mal método de limpieza de máquina efectuada por operarios. (Figura 4)

1. Diagrama de Ishikawa

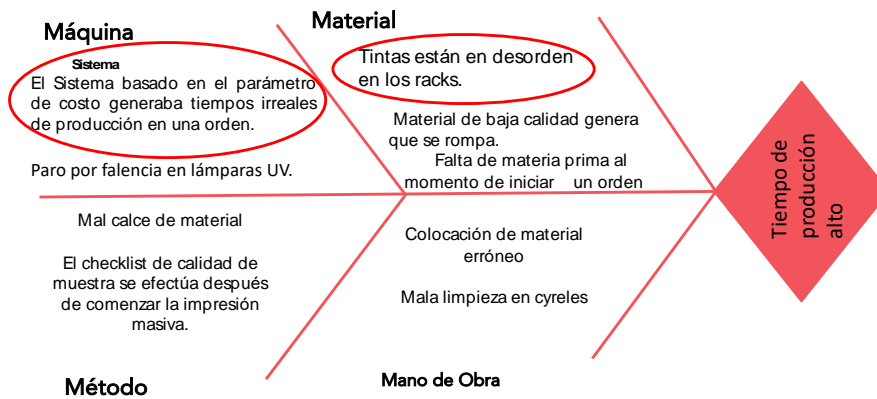


Figura 4. Diagrama de Ishikawa de posibles causas de incremento en tiempo

Si bien el diagrama de Ishikawa indica las posibles causas, con ayuda del diagrama de Pareto definiremos en qué causas se concentrará el estudio. En el diagrama de Pareto se clasificaron las causas por incremento de tiempo anotadas por empleados en febrero del 2022, esto con el objetivo de representar el 20 % de las causas que generan el 80 % de los efectos (Barroso, 2007). El Diagrama de Pareto de causas se muestra en la (Figura 5).

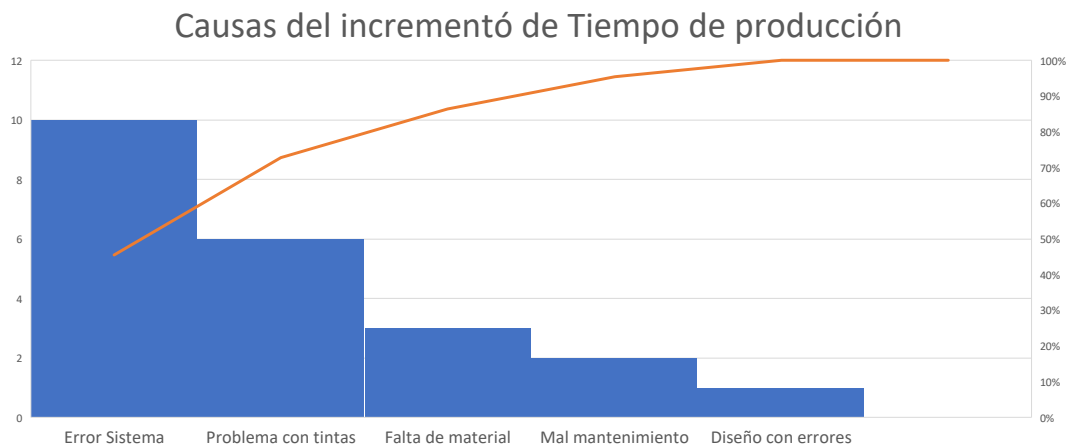


Figura 5. Diagrama de Pareto causas del incremento de tiempo

En este diagrama es posible analizar cómo el error del sistema fue la causa más frecuente en el incremento de tiempo de producción y el problema con tintas. Por lo tanto, se considera relevante en el estudio concentrarse en las dos causas principales.

7.2 Error del sistema

Principalmente es necesario definir qué se conoce como error del sistema. Los empleados durante algunas órdenes colocan comentarios de órdenes que contengan tiempos incorrectos para el cumplimiento de la orden. Dado que el sistema es el encargado de calcular el tiempo de producción para cada proceso, se le considera como error cuando el mismo genera un tiempo extremadamente largo a una orden simple (es decir que solo tiene un color y un acabado).

Para mantener una mejor comprensión a continuación, se muestran dos ejemplos de órdenes parecidas y el tiempo que dio el sistema para ambas. Si bien las dos tienen la misma cantidad de etiquetas, la cantidad de colores varía, pero el tiempo de preparación es igual mientras que el tiempo de lavado para la orden con menos colores dura más que la orden que tiene una mayor cantidad de colores. Esto es erróneo, considerando que siempre que una orden tenga menos cantidad de colores tendrá menor tiempo de lavado y de preparación. Ver figura 6.

• Febrero 19	• Febrero 25
Cantidad Colores: 2	Cantidad Colores: 7
Cantidad de acabados: 1	Cantidad de acabados: 1
Troquelado	Troquelado
Cantidad de etiquetas: 100 000	Cantidad de etiquetas: 100 000
Tiempo de preparación: 120 min	Tiempo de preparación: 120 min
Tiempo de impresión: 108 min	Tiempo de impresión: 108 min
Tiempo de lavado: 130min	Tiempo de lavado: 85min

Figura 6. Tiempos erróneos emitidos por sistema

En adición, el caso deseo analizar a profundidad en qué proceso habían ocurrido los errores del sistema y en qué cantidad por lo tanto se creó un gráfico con la información

recolectada. En el gráfico se observó que para el tiempo de preparación se tuvo un total de 6 errores por el sistema, 3 errores en el tiempo de lavado y 1 en el tiempo de impresión. Visualizar (Anexo 9).

7.3 Problemas con las tintas

En el problema de tintas, la actividad de calce de color y cuadro de material —los cuales deben ser efectuados por el personal de tintas (tintero)— duraba mayor tiempo que el estándar. En la máquina 410 para la actividad calce de color el tiempo que utilizaban los empleados era de 6,5 min y el tiempo estándar era de 2,5min. Además, para la máquina 430 la actividad calce de color los empleados se demoraban 11 min cuando el tiempo estándar es de 8 min. Analizando a profundidad del porqué estas actividades sobrepasaban el tiempo estándar de la empresa, se pudo observar que en el área de tintas estaban desorganizadas las tintas, por lo que era difícil que el tintero logre encontrar lo que buscaba en el tiempo establecido. Además, el área de tintas es la más lejana de todas las áreas, y para cuantificar la distancia recorrida se implementó un diagrama de Espagueti (Figura 7), el cual ayudará de manera rápida y fácil encontrar la distancia desde las máquinas hasta el área de tintas.

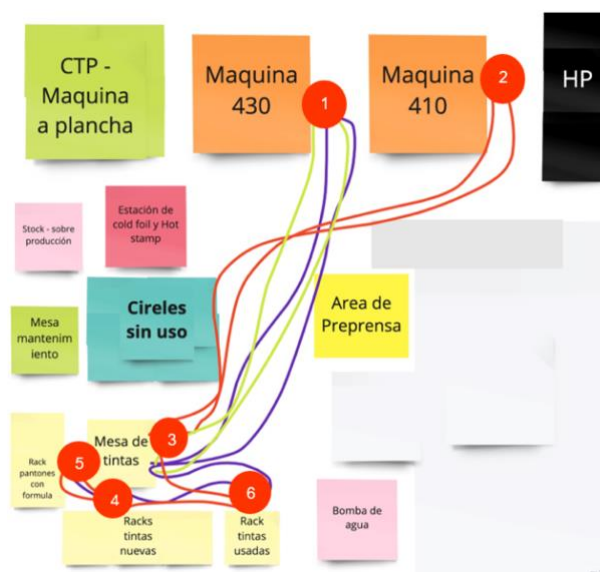


Figura 7. Diagrama de espagueti área de tintas

Se calculó que la distancia recorrida por el tintero es de 75m en total. Este recorrido comprende pasar por ambas máquinas 410 y 430 Gallus y llegar al área de tintas.

7.3.1 Calce de Material

Dentro del problema con tintas, el calce de material representa un problema, pues la actividad dura más tiempo que el tiempo estándar. Para analizar esta actividad se decidió analizarla con el porcentaje de valor agregado que contenía la actividad y determinar qué porcentaje de la tarea no agrega valor.

7.3.2 Valor agregado análisis

Al realizar un seguimiento del proceso, se enfocó en las actividades que realizan los empleados al momento de empezar una orden. Se analizó el tiempo utilizado para cada actividad y qué porcentaje de esa actividad tenía tiempo de valor agregado y no agregado.

Esto se estableció mediante el cálculo de tiempo de valor no agregado y agregado, que, según el estudio de Zamora (2017), comienza con el cálculo del tiempo total de la actividad y se resta el tiempo que se determinó que no agrega valor. Para visualizar el proceso de la actividad de calce de material se desglosa a continuación (Tabla 11). Las partes del proceso resaltadas en rojo es el tiempo que no aporta un valor agregado y las partes resaltadas en verde son las que agregan valor a la actividad.

Proceso desglosado de calce de material	Tiempo promedio
Mover el primer cirel, para ajustar el estampado del material	11,11 min
Ajustar la máquina para calzar dentro del rango y no se mueva.	7,2 min
Repetir este proceso dependiendo la cantidad de cyreles que dependen de la cantidad de colores.	

Tabla 11. Proceso desglosado de calce de material

El 71 % del tiempo de calce de material es valor no agregado dado que este tiempo puede ser eliminado si los empleados emplean un método que utilizan los empleados antiguos y dejan de utilizar el método que ellos emplean el cual genera más tiempo. (Anexo 13).

8. Mejorar

En esta fase se proponen mejoras para disminuir el tiempo de producción en la impresión de etiquetas. Por consiguiente, se abordan soluciones para los problemas mencionados en la fase analizar.

8.1 Parametrizar – Error del sistema

Como primer punto, la solución para el error del sistema fue reparametrizar el sistema, ya que se encontró que el sistema generaba tiempos erróneos basados en un parámetro erróneo. El caso de estudio estableció que el parámetro correcto para calcular el tiempo de producción debe ser el número de estaciones, que es igual al número de colores y número de acabados.

Por lo tanto, dentro del algoritmo del sistema se aplicó la lógica de multiplicar el tiempo estándar por actividad por el número de estaciones.

A continuación, se muestra la sumatoria de tiempos por máquina, la cual fue implementada en el algoritmo del sistema. (Ecuación 1,2,3 y 4)

- *tp = tiempo promedio de actividad*
- *i= # de estaciones*

$$\sum_{i=1}^8 (tp \times i)$$

Ecuación 1. Máquina 410 Tiempo de lavado

$$\sum_{i=1}^{12} (tp \times i)$$

Ecuación 2. Máquina 430 Tiempo de lavado

$$\sum_{i=1}^8 (tp \times i)$$

Ecuación 3. Máquina 410 tiempo de preparación

$$\sum_{i=1}^{12} (tp \times i)$$

Ecuación 4. Máquina 430 tiempo de preparación

La parametrización dentro de la empresa fue efectuada desde el 29 de abril hasta el 4 de mayo del 2022. Así, al momento de recolectar los datos después de ser efectuada la parametrización solo se recolectó una semana. Para comparar si existe una diferencia significativa dentro de los tiempos, después de la mejora efectuada, se decidió aplicar prueba de hipótesis t de dos muestras con nivel de significancia de 0,05 y nivel de confianza de 95 %.

8.2 Prueba de hipótesis t de dos muestras

Para efectuar la prueba de hipótesis se realizó una comparación con los datos recolectados de febrero del 2020 y los datos recolectados después de aplicar la parametrización en abril 2022. El planteamiento de la prueba para la máquina 410 consiste en:

H_0 : Los tiempos de producción de ambos periodos de la máquina 410 son iguales

H_a : Los tiempos de producción de ambos periodos de la máquina 410 son diferentes

A continuación, el número de órdenes recolectadas para cada período (tabla 12).

	Feb año 2020	Abril año 2022
Órdenes Totales Máquina 410	98	19
Órdenes Totales Máquina 430	67	15

Tabla 12. Órdenes recolectadas por período

Al aplicar la primera prueba para la máquina 410, se obtuvo que el valor p de 0,004 el cual es menor al nivel de significancia. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y al hacer la prueba estadística ya determina que pasa con la hipótesis.

Visualizar resultados de software Minitab (Anexo 10). Para la máquina 410 la media fue de 184,6 en abril del 2022 y en febrero del 2020 fue de 212,2; lo cual nos demuestra que hay una reducción del 13 % para la máquina 410 después de la parametrización.

Asimismo, se efectuó la misma prueba t de dos muestras para la máquina 430, colocando un nivel de significancia de 0,05 y nivel de confianza del 95%. Planteando la prueba de la siguiente manera:

H_0 : Los tiempos de producción de ambos periodos de la máquina 430 son iguales

H_a : Los tiempos de producción de ambos periodos de la máquina 430 son diferentes

Al aplicar la primera prueba de hipótesis se obtuvo el valor p de 0,04 el cual es menor al nivel de significancia 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, determinando que los tiempos son estadísticamente diferentes. Visualizar resultados de software Minitab (Anexo 11). Y al obtener la media de producción para la máquina 430 es de 287,5 para abril del 2022 y en febrero del 2020 fue de 312. Obteniendo una reducción del 8 % después de la parametrización.

8.3 Estado de la producción marzo

Después de analizar que la mejora ha sido exitosa, se decidió calcular el índice de eficiencia de máquina de los datos recolectados en el mes de marzo para evaluar a las máquinas con los tiempos correctos. Se aplicó las mismas fórmulas que fueron calculadas al comienzo del proyecto obteniendo por máquina la tabla 13 a continuación:

- Cálculo de índice de eficiencia por el sistema – tiempos marzo 2022 - Máquina 410 & 430 Gallus

Máquina 410	Máquina 430
Disponibilidad	
$1 - \frac{(\text{Tiempo total no productivo})}{\text{Tiempo Disponible}}$	
$1 - \frac{7.984,0}{32.453,0} = 76,6\%$	$1 - \frac{12.141,0}{32.466,0} = 46,6$
Rendimiento	
$1 - \frac{\text{metros producidos}}{\text{Tiempo de producción (min)} * \text{velocidad promedio de maquina}}$	
$1 - \frac{173.040,0}{4.372,0 * 40} = 83,3\%$	$1 - \frac{185.221,0}{5.325,0 * 40} = 87,1\%$
Calidad	
$1 - \frac{\text{metros producidos}}{\text{metros malos}}$	
$1 - \frac{173.040,0}{2.735,0} = 98,2\%$	$1 - \frac{185.221,0}{4.910,0} = 95,5\%$
<i>Índice de eficiencia de máquina: Disponibilidad × Rendimiento × Calidad</i>	
Máquina 410	Máquina 410
$76,6\% \times 83,3\% \times 98,2 = 60\%$	$46,6\% \times 87,1\% \times 95,5 = 59\%$

Tabla 13. Disponibilidad, rendimiento, calidad y índice de eficiencia de máquina 410 – marzo 2022

Con los tiempos reales, el índice de eficiencia de máquina obtenido para la 410 G fue de 60% y para la máquina 430 es de 59% logrando llegar al objetivo planteado por la empresa.

8.4 Problema con Tintas – Mejoras

8.4.1 Herramienta 5S

Puesto que se visualizó que en el área de tintas el primer problema es el desorden se propuso utilizar el método 5S dentro de esta área. Este método es conocido por mantener y mejorar las condiciones de organización, limpieza y orden además de mejorar las condiciones de trabajo y seguridad. (Enviras, 2019). Por lo tanto, la primera fase la cual es *Seiri* (clasificar), el caso clasificó por color las tintas y algunas tintas especiales

fueron clasificadas por cliente. Después en Seiton (ordenar), el orden se estableció por color de tintas donde cada piso del rack le pertenecía a un color en específico. En la siguiente fase *limpiar*, se desechó tintas sin uso y el barril de tintas vacías. Se generó una estandarización para que cada tinta tenga su fórmula donde se especifican los colores que deben mezclar para llegar al tono y mantener la disciplina que al crear una tinta se anote la fórmula en un archivo Excel del área de tintas. A continuación, la herramienta 5S (figura 8), y figura de antes y después ver en (Anexo 17).



Figura 8. 5S aplicado en área de tintas

8.4.2 Propuesta de Rediseño de Layout.

Para reorganizar los espacios de la planta se propone reducir las distancias recorridas en el área de tintas. El objetivo de esta mejora es mover el espacio de tintas para que sea el más cercano a las máquinas. Además, se agrandará el área de mantenimiento dejando más espacio para los artefactos como llaves y repuestos de las máquinas. La herramienta *systematic layout planning* propone un cuadro de relaciones entre los departamentos de la empresa, resaltando el nivel de importancia de dos departamentos juntos que en este caso será área de tintas con área de máquinas. Como indica Tompkins (2010), cada área deberá tener un valor asignado, como se muestra en el (Anexo 15). Estas relaciones se lograrán mediante un modelo matemático donde la metodología considera la distancia horizontal y vertical en departamentos según el libro

de Tompkins (2010). La gerencia comunicó que posiblemente implementará la mejora luego de un análisis interno. Visualizar en el anexo 13 el diseño de planta actual.

Finalmente, al realizar la herramienta *Sistematic Layout Planning* se obtuvo el siguiente *layout* visualizado en la Figura 9. Con una reducción de distancia recorrida de 75 m a 45m.

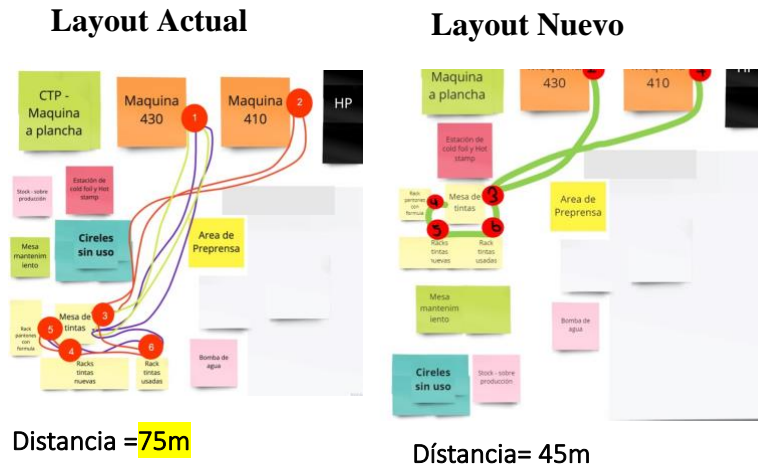


Figura 9. Rediseño de layout.

8.5 Calce de material

Para la actividad *calce de material* se decidió eliminar las partes que no brindaban un valor agregado a la actividad. Se estandariza el método utilizado por empleados antiguos. El método comienza cuando se coloca el rollo; en este momento se mide la distancia de la esquina del rollo hasta que se acaba el cilindro (Ver Anexo 14). Este mismo paso ocurre en el lado contrario del rollo. De esta manera se colocan las plantillas a la misma distancia en los cilindros, evitando que el operador deba volver a calzar cilindro por cilindro. Además, se creó una tabla con los tres cilindros más utilizados con sus respectivas distancias en cada x. Ver (Anexo 14)

9. Controlar

En esta etapa se propone un plan de control para las mejoras implementadas asignando responsabilidades a los empleados con mayor experiencia.

9.1 Plan de Control

Dado que la mejora de parametrización fue efectuada casi al final del proyecto para esta fase se cumplió parcialmente dado que sólo se propone un plan de control junto con sus responsables. La fase control dependerá de la importancia que la empresa coloque en el proyecto dado que ellos continuarán con el plan de control a largo plazo. Se propone en el plan llevar un control de las tintas mediante un archivo de excel donde semanalmente se verifique las tintas nuevas hayan sido colocadas en el archivo junto con la fórmula de color. Además para controlar que cumplan con el tiempo estándar se creó un archivo de fórmulas de excel el cual logrará resaltar a los valores que sobrepasen el tiempo establecido y el turno responsable. Finalmente al observar el proceso de la actividad calce de material el supervisor deberá controlar que utilicen la tabla creada y el método enseñado. Visualizar plan de control (Ver Anexo 16)

10. Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, la metodología DMAIC ayudó a generar soluciones y mejorar procesos dentro de la planta Adhiflex. Para la implementación de la metodología fue exitosa generando que en cada etapa cumpla el objetivo de cada fase establecido. En la fase de analizar fue posible encontrar las causas raíz del incremento de tiempo de producción y fueron la mala parametrización en el sistema y un problema de método en las actividades de calce de color y calce de material. De igual manera se encontró desorganización en el área de tintas. Sin embargo, se identificaron otras causas como el método de las actividades y la distribución de espacios en la planta. Y si bien no eran las principales influyen en el tiempo total de producción. En la fase de implementar fue posible analizar estadísticamente la diferencia de tiempos de producción entre el mes de febrero del 2020 y abril 2022 y como son significativamente diferentes después de aplicar la parametrización dentro del sistema se demostró el cambio que generó la

parametrización. Esta mejora generó una reducción total del 11% del tiempo de producción en comparación con el tiempo de febrero del 2020 y abril del 2022 con el sistema parametrizado. En la fase mejorar es posible proponer mejoras las cuales tendrán un gran impacto, pero queda a discreción de la gerencia cuándo se aplicarían dado su impacto económico. Con respecto, a las mejoras del área de tintas para el nuevo diseño de layout, se esperaba reducir la distancia recorrida por parte del tintero y tener una mejor distribución de espacios. Además, al organizar los estantes de tintas se optimizó el tiempo que utilizaba la persona de tintas al buscar las tintas y al estandarizar el proceso se generó disciplina para mantener todas las tintas con su respectiva fórmula de cómo crear el tono de la misma. Es importante recordar que el plan de control dentro del proyecto deberá continuar dado que ayudará a controlar las mejoras implementadas.

Como recomendación, el sistema deberá ser controlado y analizado para que se comience una investigación si ocurre un imprevisto en el mismo. Finalmente, ahora la empresa deberá centrarse en objetivos más ambiciosos que logren disminuir más los tiempos y aumentar de manera más significativa el indicador de eficiencia de máquina.

11. Limitaciones

Desde el comienzo del proyecto la falta de datos históricos generó una problemática dado que no se podía estudiar qué ocurrió durante el periodo de la pandemia. Además, el no tener los tiempos en archivo digital demoró la toma de datos dado que se realizó de manera manual para analizar el estado en que se encontraba la planta. Por otro lado, la parte más limitante fue aplicar la mejora de parametrización en el sistema en el tiempo establecido dado a demoras por parte de la empresa por ende no fue posible recolectar más datos que respalden de manera más segura a la mejora generada. Finalmente, se resalta el tiempo establecido para el proyecto, el mismo fue muy corto para investigar a profundidad una planta de producción que funciona 24 horas.

Referencias

- Adhinflex. (2019). *Productos*. Obtenido de Inmold- Adhinflex: <https://adhinflex.com/productos/inmold/>
- Aspilcueta, A. (2020). *Gestión de Aprovisionamiento adaptado a MyPEs Comercializadoras de Productos de Consumo Masivo para incrementar las Utilidades Operacionales en Lima, Perú*. Recuperado el 19 de marzo de 2022, de Newman Business Review: <https://journals.epneumann.edu.pe/index.php/NBR/article/view/188>
- Babkin, O., y Zhdanova , A. (2016). The effect of oligomers and monomers on the properties of UV-curable adhesive for cold embossing of foil. *Polymer Science, Series D*, 260-266. doi: doi.org/10.1134/S1995421216030035
- Barroso, F. (2007). *La regla 80-20 (Pareto)*. Recuperado el 2022 de marzo de 22, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/315767915_La_regla_80-20_Pareto
- Berardinelli, C. (2012). *TO DMAIC or Not to DMAIC?* Recuperado el 11 de abril de 2022, de ProQuest: <https://www.proquest.com/openview/b3c577516acae1f7cc96dee05d30c023/1?q-origsite=gscholar&cbl=34671>
- de Mast, J., y Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 604-614. doi: doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035
- Deming, W. (1993). *The New Economics for Industry, Government, Education, Second Edition*. The MIT Press.
- Díaz, A., Veliz , P., Rivas-Mariño, G., Mafla, C., Martínez , L., y Vaca, C. (2017). *Etiquetado de alimentos en Ecuador: implementación, resultados y acciones pendientes*. Obtenido de Pan American Journal of Public Health: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34059/v41a542017.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- El Telégrafo. (2022). *El 91% de cantones en el Ecuador están en semáforo verde y amarillo*. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/coe-nacional-modifica-restricciones-por-covid-19>

- Gallus Group. (2019). *Gallus EM 410 S raises the bar*. Obtenido de Latest News : <https://www.gallus-group.com/archiv/gallus/news-detail/gallus-em-410-s-raises-the-bar.html>
- Gallus Group. (2019). *Gallus RCS 430 / 570*. Obtenido de Gallus: <https://www.gallus-group.com/en/labelprinting/products/gallus-rcs-330-430>
- Gordon, A., y Williams, R. (2020). *The role and importance of packaging and labeling in assuring food safety, quality and regulatory compliance of export products II: Packaging & labeling considerations*. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/340728185_The_role_and_importance_of_packaging_and_labeling_in_assuring_food_safety_quality_and_regulatory_compliance_of_export_products_II_Packaging_labeling_considerations
- Hariharan y Mohanasundaram, K. (2016). *Academic Project Charter of Six Sigma DMAIC Method — The New change in Basic Assumptions of Educational Research*. Recuperado el 11 de abril de 2022, de https://www.academia.edu/29658721/ACADEMIC_PROJECT_CHARTER_OF_SIX_SIGMA_DMAIC_METHOD_THE_NEW_PARADIGM_SHIFT_OF_EDUCATIONAL_RESEARCH_IJIFR_V4_E2_063_
- HP. (2020). *Informe técnico: Prensa digital HP Indigo 6900*. Recuperado el 11 de abril de 2022, de HP: <https://www8.hp.com/h20195/v2/GetPDF.aspx/4AA7-2154ESE.pdf>
- Infante, R., y Figueredo, C. (2021). Procedimiento para el pronóstico del tiempo perdido en la industria azucarera cubana. *Universidad y Sociedad*, 13(2), 119- 133. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000200119
- Kumar, S., y Sosnoski, M. (2009). Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(3), 254-273.
- Lino, M. (2006). *Reorganización y distribución de bodega de la compañía Amcor Pet Packaging del Ecuador [Tesis de grado]*. Recuperado el 11 de abril de 2022, de Repositorio Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58159>

- Minitab. (2019). *Hipótesis para t de 2 muestras*. Obtenido de Soporte Minitab 19: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/how-to/2-sample-t/before-you-start/hypotheses/>
- Rahman, A., Chowdhury, S., Kumar, S., Zahed, M., Kamrul, S., Mandal, R., y Islam, U. (2017). A Case Study of Six Sigma Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) Methodology in Garment Sector. *Independent Journal of Management & Production*, 8(4), 1309- 1323. doi:<https://doi.org/10.14807/ijmp.v8i4.650>
- Scheller, A., Sousa-Zomer, T., y Cauchick, P. (2018). Lean Six Sigma in developing countries: evidence from a large Brazilian manufacturing firm. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(1), 3- 22. doi:<https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2016-0047>
- Serrat, O. (2017). *The Five Whys Technique*. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/318013490_The_Five_Whys_Technique
- Smętkowska, M., y Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590-596. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Somoza, E., y Gandman, A. (2020). *Packaging: Aprender el envase*. Nobuko.
- Sunderam, M. (2016). *Hot vs. Cold Foil Printing: 5 Points to Consider*. Recuperado el 20 de marzo de 2022, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/hot-vs-cold-foil-printing-5-points-consider-mohan-sunderam/>
- UPM Biofore Beyond Fossils. (2018). *Demand for labelling materials is growing rapidly, especially in Asia*. Recuperado el 19 de marzo de 2022, de UPM: <https://www.upm.com/news-and-stories/articles/2018/05/demand-for-labelling-materials-is-growing-rapidly-especially-in-asia/>
- Wood, G. (2021). *Consumer Demand High in September as Economy Continues to Grow*. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de For Construction Pros: <https://www.forconstructionpros.com/business/article/21747650/consumer-demand-high-as-economy-continues-to-grow>

Anexo 1

Encuesta de Satisfacción Laboral

A que maquinaria pertenece

- 1. 410
- 2. 430
- 3. Karville Selladora
- 4. Cartes
- 5. HP
- 6. Karville Cortadora
- 7. Despachos
- 8. Pauchadora
- 9. Laminadora
- 10. CTP
- 11. Bodega
- 12. Prerensa
- 13. Tintas
- 14. Smag
- 15. Mantenimiento

¿Cuál creé que es el principal problema en su posición?

¿Alguna vez ha cometido un error el cual estaba consciente de sus consecuencias?

- 1. Si
- 2. NO

Si, respondió si o posiblemente explique brevemente que puede hacer la empresa para disminuir las probabilidades que ocurra ese error.

Califique del 1 - 5 su satisfacción laboral

Considerando el 1 como más bajo y 5 como más alto	1	2	3	4	5
Trabajo en equipo					
Tiempo destinado para sus actividades					
Maquinaria utilizada					
Apoyo de compañeros					
Ayuda o solución del supervisor					

Creé que existe competencia dentro de su grupo de trabajo?

- SI
- NO

Que clase de competencia creé que es?

- Sana
- Dañina

Explique las causas:

¿Consideraría que su relación con el supervisor es buena?

- Si
- Tal vez
- No

Explique brevemente él porque de la respuesta de la pregunta

Que pensaría de efectuar ciertas reuniones con su supervisor y jefe de planta para conversar de nuevas ideas o mejoras.

- Si
- No

Anexo 1.1

Conoce todas las actividades que requiere su puesto?

- Si
- No

Sugiera algunos cambios para las actividades a la que esta a cargo

Considerarías que el turno de 12 h es adecuado para que des el 100% de tu rendimiento

- Si
- No

Explique porque

¿Considerarías que necesitas una o más capacitaciones, para desenvolverte mejor en tu puesto?

- SI
- NO

Porque?

Estas a gusto en tu puesto, o considerarias que te desenvolverías mejor en otra área? Si es así que área escogerías.

¿Conoce los incentivos y penalidades que con lleva realizar bien o mal su trabajo?

- Si
- No

¿Conoces el efecto financiero que causa tus errores dentro de la empresa?

- SI
- No

Anexo 2

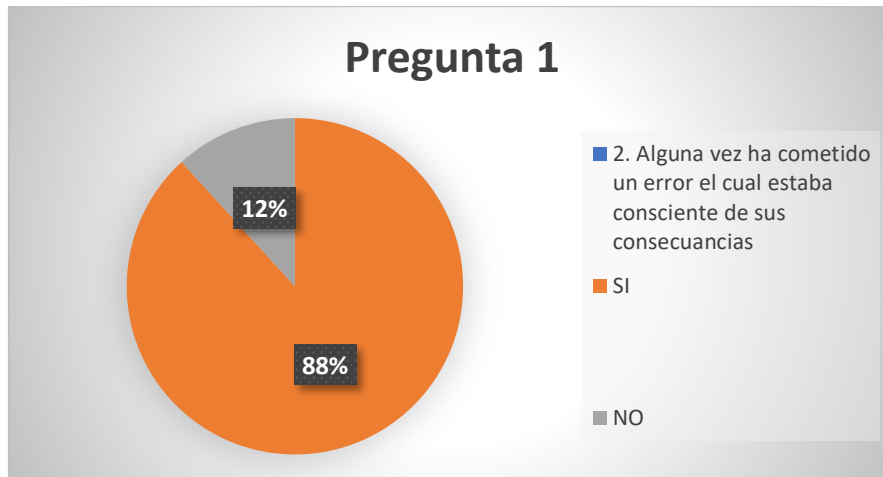


Grafico 1. Pregunta 1

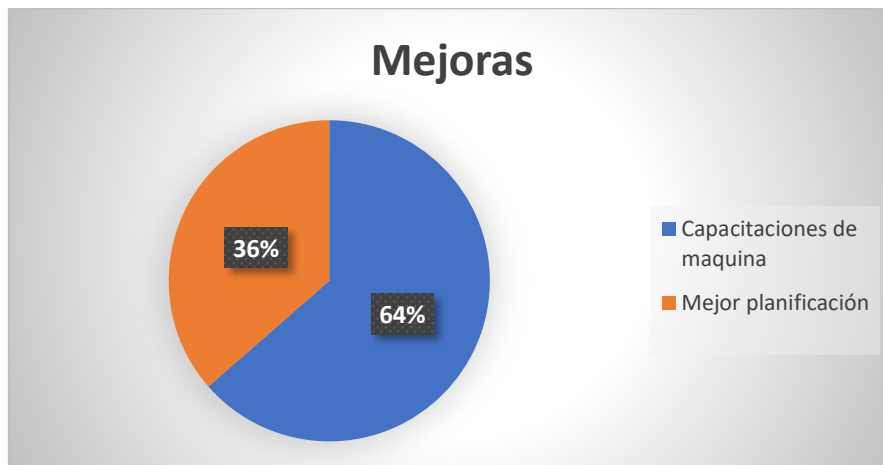
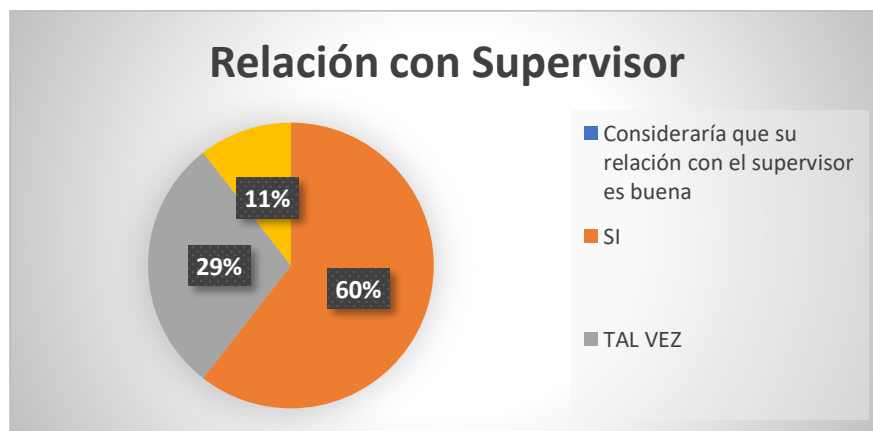
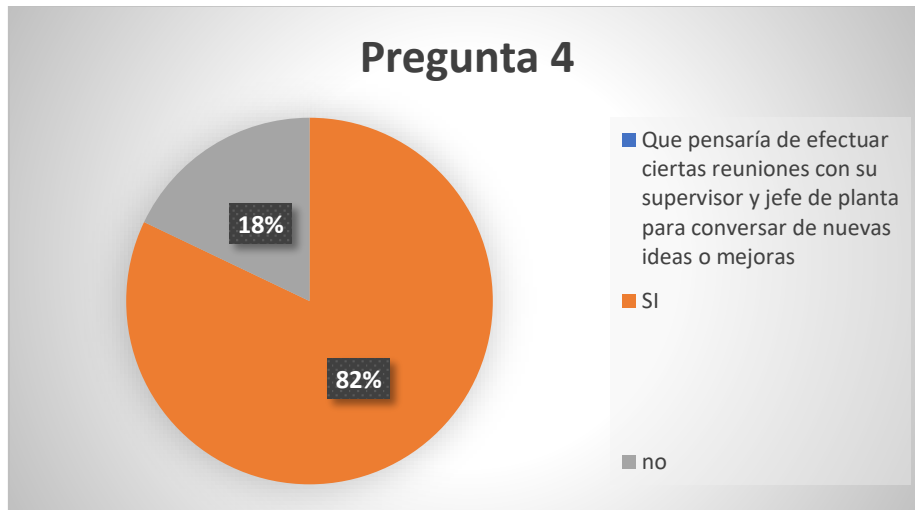


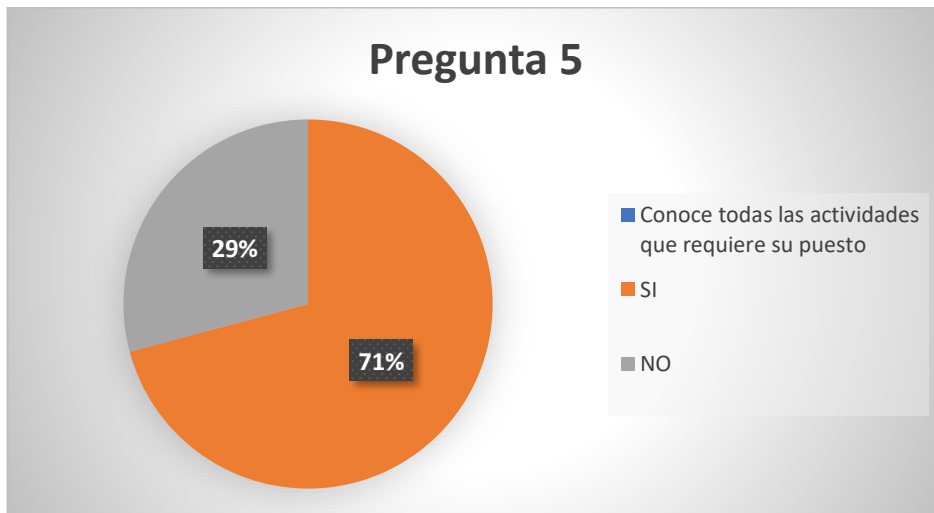
Gráfico 2. Pregunta de mejoras



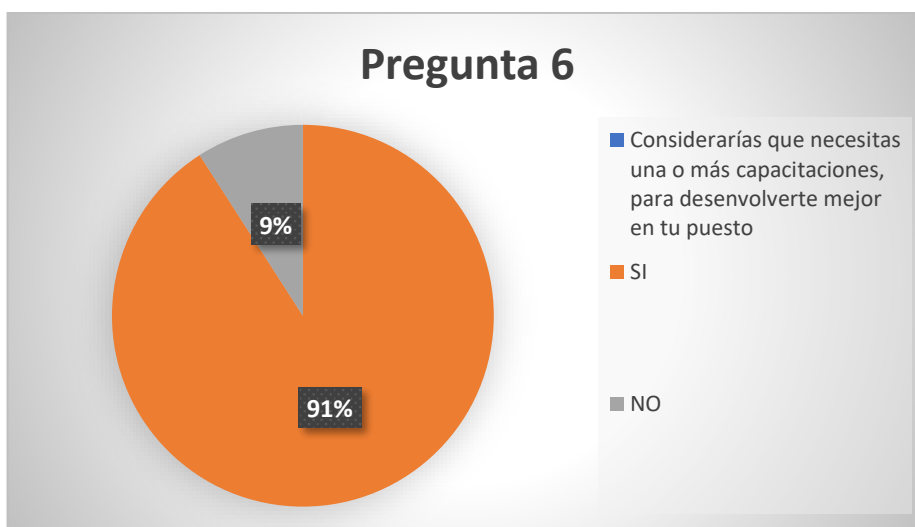
Pregunta 3. Relación con Supervisor



Pregunta 4. Mejora de Reuniones con Jefe de planta



Pregunta 5. Conocimiento de las actividades y responsabilidades de cada actividad



Pregunta 6. Aplicar más capacitaciones para mejorar desempeño

PARAMETRIZACIÓN PRENSAS GALLUS

OF:	633624	Número de unidades:	3000
FECHA:	06/03/22	FRONTAL	adhesivo Acabado en línea
SUPERVISOR:	1621 D	CANT COLORES	8
PRENSA:	430		Laminación Bioglos Laminación Troquel
DESP. INICIAL(cuadre material):	150mt.		
Promedio de cambio de rollo:	150mt. / 10m / 5m.		
longitud media del rollo:	553 / 1500		PROMEDIO DESPERDICIO CAMBIO DE ROLLO
desperdicio por cada cambio de rollo en mts:	1483		
	150mt. / 100mt.		
Pre-calibración por estación	15.		t. en minutos.
Prender lamparas:	10		t. en minutos.
Calce cyreles			t. en minutos.

Calce (por color)		Lavado (por color)	
tiempo (hh:mm)	desp. (mts)	tiempo (hh:mm)	

Desperdicio final (merma) mts 132

Velocidad de Impresión m/min 30

TROQUELADO

Colocación de cilindro para troquelado:	t. minutos: 3
Colocación de plancha magnética:	t. minutos: 3
	t. minutos: 5
Cuadrar el troquel con la impresión:	Desp. Mts 10
	t. minutos:
Desmontaje troquel (plancha magnetica)	t. minutos:
Desmontaje de cilindro para troquelado:	t. minutos:

HOT STAMP

Colocación de estación para hot:	t. minutos:
Colocación de placa:	t. minutos:
	t. minutos:
Controlador de temperatura:	t. minutos:
	Desp. Mts
Cuadrar el hot con la impresión:	t. minutos:
	Desp. Mts
Cuadrar el hot con la impresión:	t. minutos:
	Desp. Mts
Desmontaje de estación para hot:	t. minutos:

SERIGRAFÍA

Colocación de estación serigráfica:	t. minutos:
	t. minutos:
Colocación de malla:	t. minutos:
	t. minutos:
Cuadrar la serigrafía con la impresión:	Desp. Mts
	t. minutos:
Cuadrar la serigrafía con la impresión:	t. minutos:
	t. minutos:
Desmontaje de estación serigráfica:	t. minutos:

COLD FOIL

Colocación de base (caucho y rodillos):	t. minutos:
	t. minutos:
Colocación del cold foil:	t. minutos:
	t. minutos:
Cuadrar el cold foil con la impresión:	Desp. Mts
	t. minutos:
Cuadrar el cold foil con la impresión:	t. minutos:
	t. minutos:
Desmontaje de base (caucho y rodillos):	t. minutos:

LAMINACION BOPP

Colocación de base (caucho):	t. minutos:
	t. minutos:
Colocación del BOPP:	t. minutos:
	t. minutos:
Cuadrar el BOPP con la impresión:	Desp. Mts
	t. minutos:
Cuadrar el BOPP foil con la impresión:	t. minutos:

LAMINACION BIOGLOS

Colocación de base (caucho):	t. minutos: 5
	t. minutos:
Colocación del bioglos:	t. minutos: 5
	t. minutos:
Cuadrar la laminac. con la impresión:	Desp. Mts 10
	t. minutos:
Cuadrar la laminac. con la impresión:	t. minutos: 15

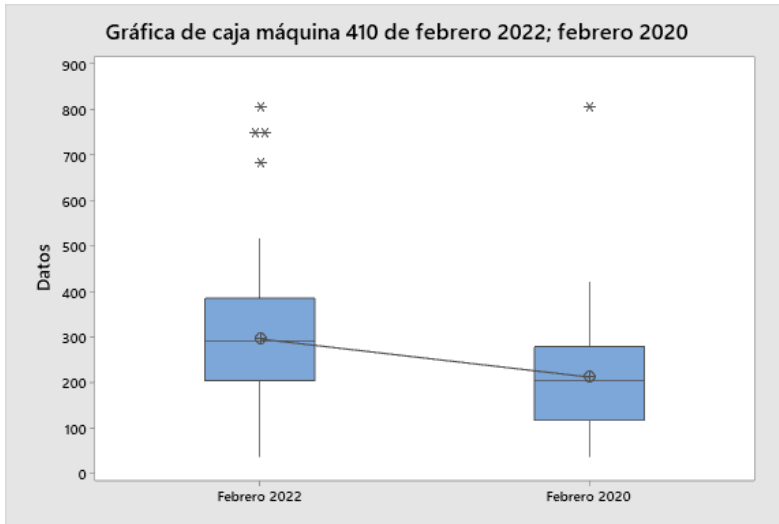
Anexo 4

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Febrero 2022	82	296	160	18
Febrero 2020	98	212	121	12

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$
<u>Valor T</u>	<u>GL</u> <u>Valor p</u>
3,90	148 0,000



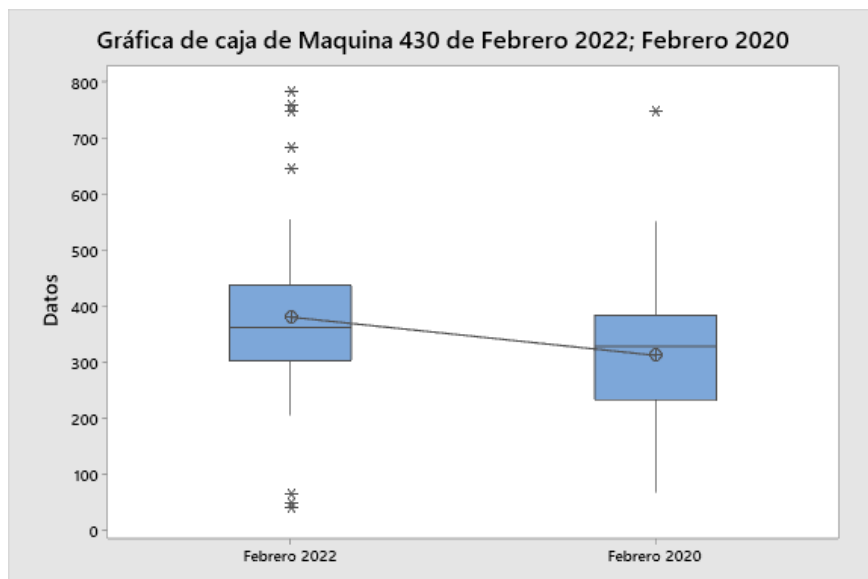
Anexo 5

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Febrero 2022	56	380	152	20
Febrero 2020	67	312	125	15

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$
<u>Valor T</u>	<u>GL</u> <u>Valor p</u>
2,69	106 0,004



Anexo 6

Actividades ha realizar en Tiempo de Preparación
Montaje de cyreles
Montaje de cilindros de impresión
Montaje de anilox, cauchos, bandejas, tintas
Cuadre de material
Calibraciones y registros.
Montaje de Cold foil.
Montaje de estacion hot stamp.
Montaje de la placa hot.
Calce del hot stamp.
Montaje de troquel.
Ajuste de color

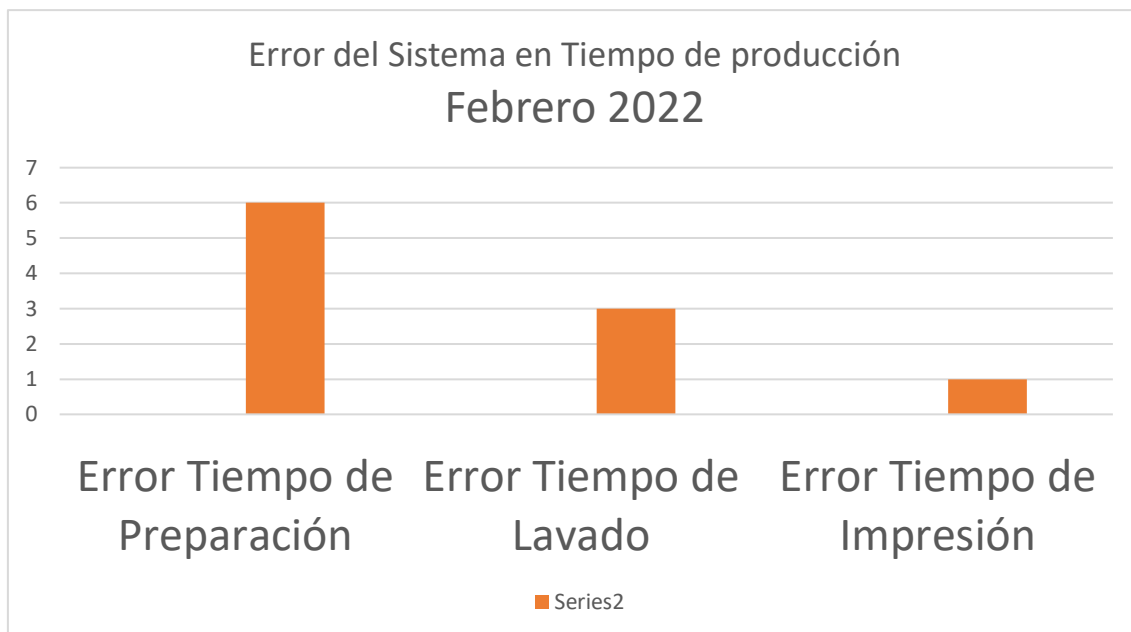
Anexo 7

Actividades que realizar en Tiempo de lavado
Desmontaje de cilindros de impresión
Desmontaje de cyreles.
Limpieza de cyreles.
Desmontaje de anilox
Limpieza de anilox's
Limpieza de bandejas
Limpieza de estacion - rodillos
Desmontaje de troquel.
Desmontaje de estacion hot stamp.
Desmontaje de Cold Foild

Anexo 8

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Anexo 9



Anexo 10

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

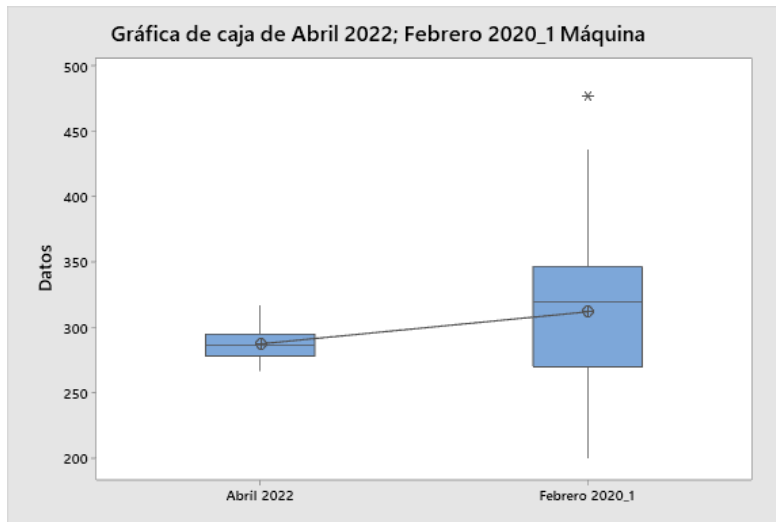
Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-3,09 79 0,003

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Abril 2022	15	287,5	13,0	3,3
Febrero 2020_1	67	312,0	59,0	7,2



Anexo 11

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Abril 2022	19	184,6	28,8	6,6
Febrero 2020	98	212,1	63,9	6,5

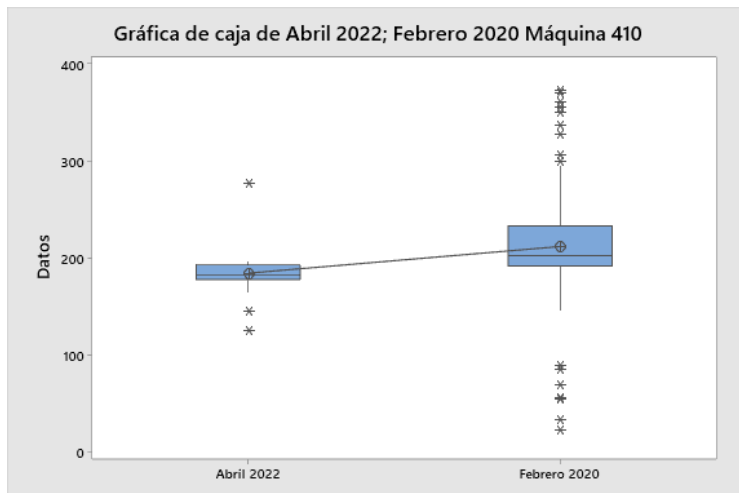
Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-2,98 58 0,004

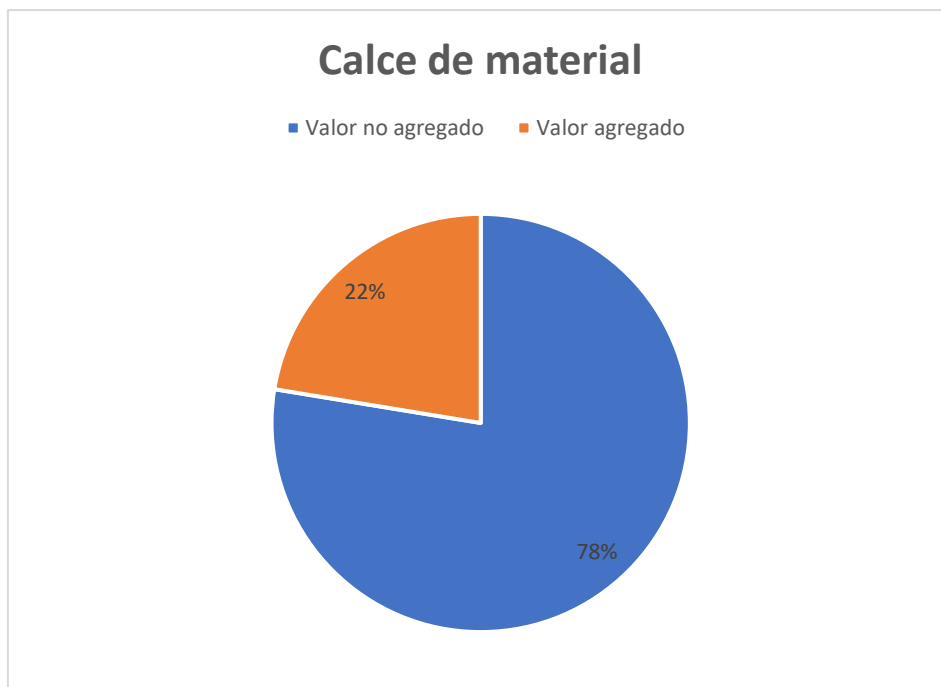


Anexo 12

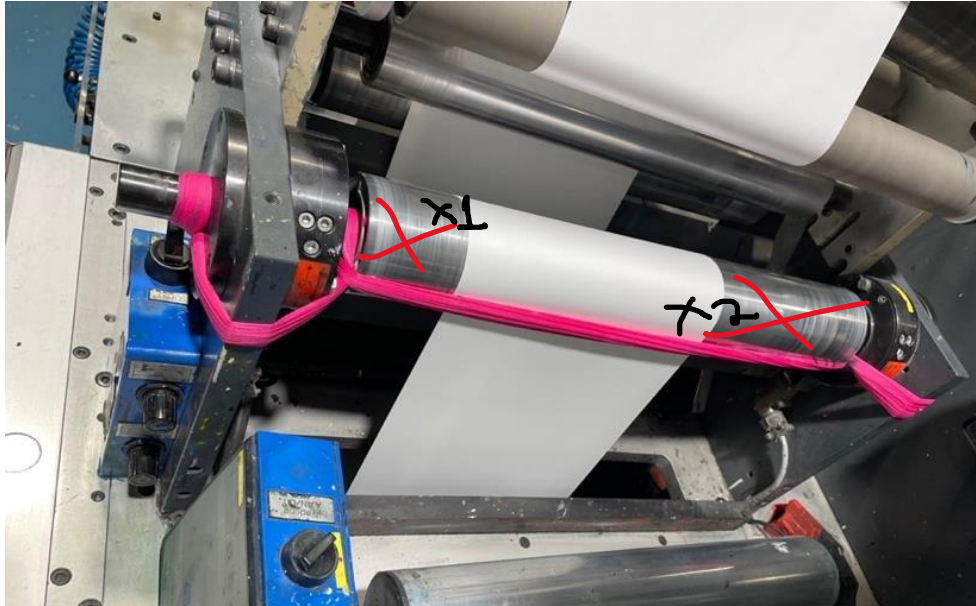
REDUCCIÓN DEL TIEMPO del 17%

Febrero 2022 – Tiempo de Producción 748,6 horas		Marzo 2022 – Tiempo de Producción 621 horas	
Máquina 410	319 horas	Máquina 410	286,2 horas
Máquina 430	396,8 horas	Máquina 430	335,8 horas

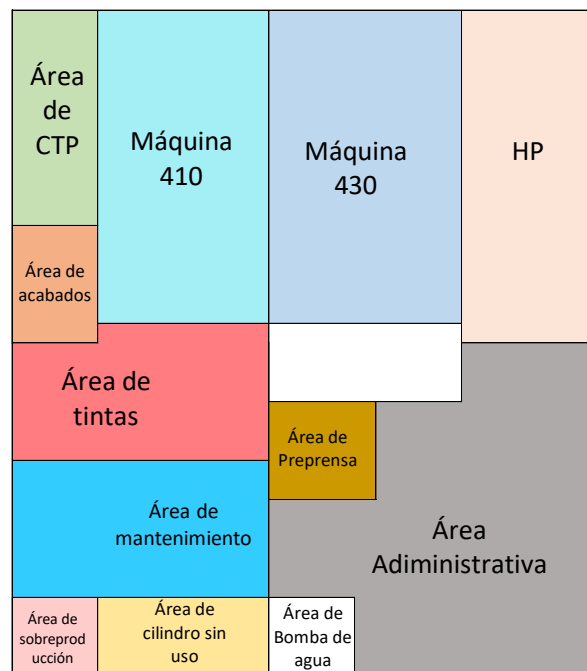
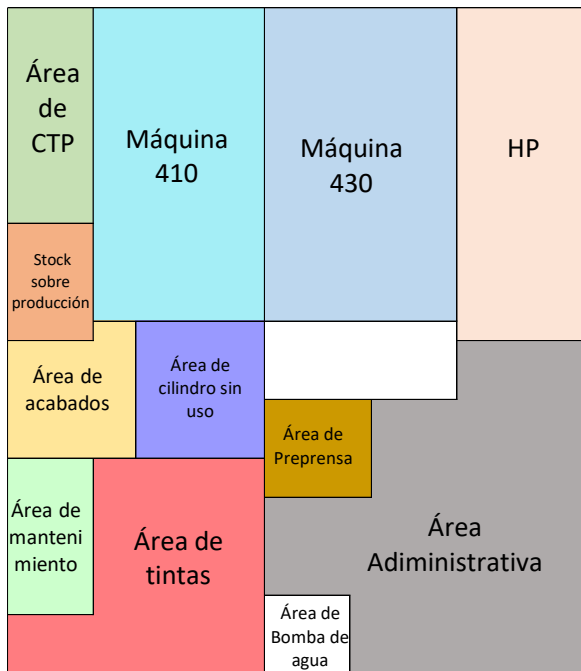
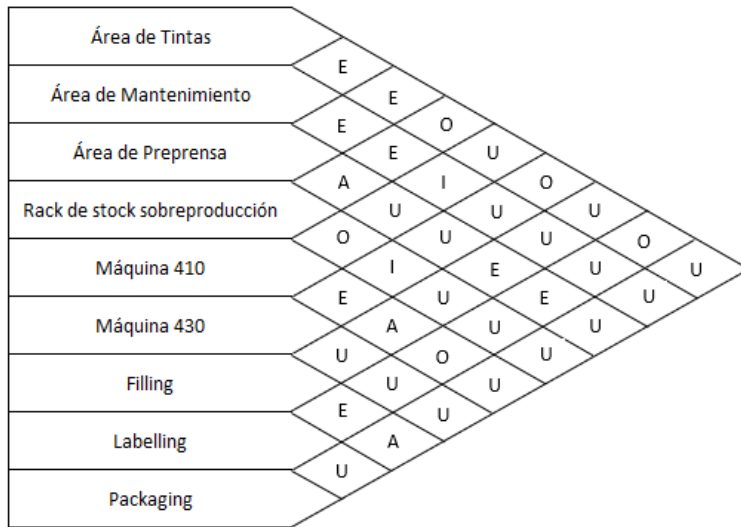
Anexo 13



Anexo 14



Anexo 15



Distribución Actual		Distribución Propuesta	
d	75	d	45

Anexo 16

¿Qué Controlar?	Documentos	Persona Responsable
Botes de Tintas Nuevos	Formula del color de la tinta al crearse.	Edwin Sánchez (Tintero con más experiencia)
Tiempo de actividad	Archivo de Excel resalta actividades que superaron el tiempo promedio asignado.	Área de Calidad
Actividad Calzar el Material	Seguir tabla de medidas para cilindros con mayor uso.	Supervisor
Lista de tintas con formula	Al final de cada semana revisar si las tintas creadas han colocado la formula en el documento de Excel.	Supervisor.

Anexo 17

• ANTES



• DESPUÉS

