



Implementación de la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die) para el mejoramiento de la productividad de la impresora flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.

Óscar David Calderón Romero

Informe de práctica presentado para optar el título de Administrador de Empresas

Asesor

Jorge Amado Rentería Vera

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Contaduría Pública
Apartadó, Antioquia, Colombia
2023

Contenido

Índice de tablas	4
Índice de grafico	4
Resumen	5
Contexto de la organización	6
Objeto social.....	6
Reseña Histórica.....	7
Estructura organizacional	8
Misión.....	9
Visión	10
Valores	10
Área que impactará el proyecto.....	10
Planteamiento del problema	11
Pregunta de investigación.....	12
Objetivos	13
General	13
Específicos	13
Justificación.....	14
Antecedentes	16
Marco Teórico	25
Marco conceptual	31
Diseño Metodológico	36
3.1 Tipo de investigación	36
3.2 Fuentes, Técnicas e Instrumentos.....	36

3.3 Fases Metodológicas	38
Fase 1	38
Fase 2	38
Fase 3	38
3.4 Cronograma de actividades	39
3.5 Presupuesto.....	40
Resultados	41
Fase 1: Diagnóstico	41
Fase 2: Clasificación	45
Fase 3: Conversión	46
Conclusión.....	53
Recomendaciones.....	54
REFERENCIAS	55

Índice de tablas

Tabla 1	37
Tabla 2	39
Tabla 3	47
Tabla 4	51

Índice de grafico

Figura 1	8
Figura 2	9
Figura 3	26
Figura 4	30
Figura 5	43
Figura 6	52

Resumen

El presente escrito tiene como tema central la implementación de la metodología SMED en el proceso productivo de una impresora flexográfica, con el fin de disminuir los tiempos de Setup o tiempos de cambio en esta máquina, debido a que es la principal causa de tiempo muerto en el proceso productivo de sellos autoadhesivos, en donde a su vez afecta el indicador OEE en la parte de disponibilidad de la máquina.

Por medio de la Metodología SMED, planteada por Shigeo Shingo, y que hace parte de la filosofía de trabajo lean Manufacturing, se logró una reducción teórica del tiempo de Setup, por medio de la implementación de 3 fases que permitieron el diagnóstico del proceso productivo, clasificación y conversión de actividades.

Cabe destacar que por temas de confidencialidad no se muestran datos especificados del proceso y de la organización, por otro lado, se plantean sugerencias que permitan a la organización aprovechar la variedad de beneficios que trae consigo la implementación correcta de las herramientas y técnicas de mejora continua.

Implementación de la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die) para el mejoramiento de la productividad de la impresora flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.

La presente práctica tienen lugar en la empresa Corrugados del Darién, específicamente en el área de mejoramiento continuo, área transversal a toda la organización y encargada de monitorear los niveles de productividad de las líneas de producción y de encontrar oportunidades de mejora en sus procesos productivos, administrativos, logísticos y dentro de la organización, por medio del manejo de datos, gestión de indicadores y aplicación de metodologías de mejora continua como TPM (Total Productive Maintenance), 5'S, RCM (Reliability Centered Maintenance) y SMED (Single -Minute Exchange of Die).

Contexto de la organización

Corrugados del Darién S.A.S es una empresa ubicada a las afueras del municipio de Apartadó, Antioquia; más específicamente sobre la vía principal, kilómetro 2 vía Apartadó-Turbo. Esta empresa hace parte del sector agroindustrial y brinda soluciones de empaque para el sector hortofrutícola, para la exportación de Banano, Plátano y Flores desde 1967. Cuenta con tres líneas de producción: Cajas de Cartón, Esquineros de cartón y etiquetas autoadhesivas, estos son sus principales servicios, caracterizados por la alta calidad, soluciones y entregas a tiempo y asistencia en sitio.

Objeto social

Corrugados del Darién S.A.S, fábrica productora de cajas de cartón corrugado etiquetas autoadhesivas y esquineros, tiene como objetivo ofrecer productos y servicios de la más alta calidad, alcanzando operaciones de bajo impacto ambiental y orientando sus actividades para que cumplan con los requisitos técnicos y legales aplicables a las exigencias de las partes interesadas y la satisfacción del cliente, apoyando el cumplimiento a través de objetivos, metas, planes y programas.

Corrugados del Darién S.A.S promueve el mejoramiento continuo, buscando el uso racional de los recursos naturales, fortaleciendo acciones de prevención de la contaminación, optimizando

los procesos para la gestión de la calidad, e igualmente implementando acciones de mejora para el bienestar de los empleados, con miras a incrementar la rentabilidad y el crecimiento de la Organización.

Reseña Histórica

Corrugados del Darién, se fundó en 1967 como planta de cartón de tipo agrícola bajo la razón social de Cartón Colombia por la multinacional Smurfit Kappa, luego en 1987, las comercializadoras Banacol y Proban, (actualmente Uniban) crearon una alianza estratégica para la compra del 100% de los derechos de propiedad de la planta de cartón, posteriormente la planta cambiaría su razón social a Corrugados del Darién S.A.S.

En el año 2002, entra en funcionamiento la planta de etiquetas autoadhesivas con tecnología moderna permitiendo a la organización ampliar su portafolio de servicios. Para el año 2017, se disuelve la alianza y sociedad entre Uniban y Banacol, dejando a Banacol como único dueño y propietario de la planta de cartón, en el siguiente año, Banacol se asocia y crea alianzas con las comercializadoras C.I Tropical y Banafрут, las cuales poseen un porcentaje de acciones de la planta de cartón, por último, en el 2019, se da inicio a la producción de esquineros mediante la compra de equipos de última generación, completando las líneas de producción que se mantienen hasta el día de hoy.

Estructura organizacional

En Corrugados del Darién, cuentan con una estructura organizacional funcional centralizada, la cual agrupa y divide en grupos de trabajo especializados a los trabajadores, donde la toma de decisiones es llevada a cabo por cada jefe de área, además, se evidencia de forma clara la cadena de mando y la jerarquía establecida. Tal como se muestra a continuación:

Figura 1

Estructura Organizacional

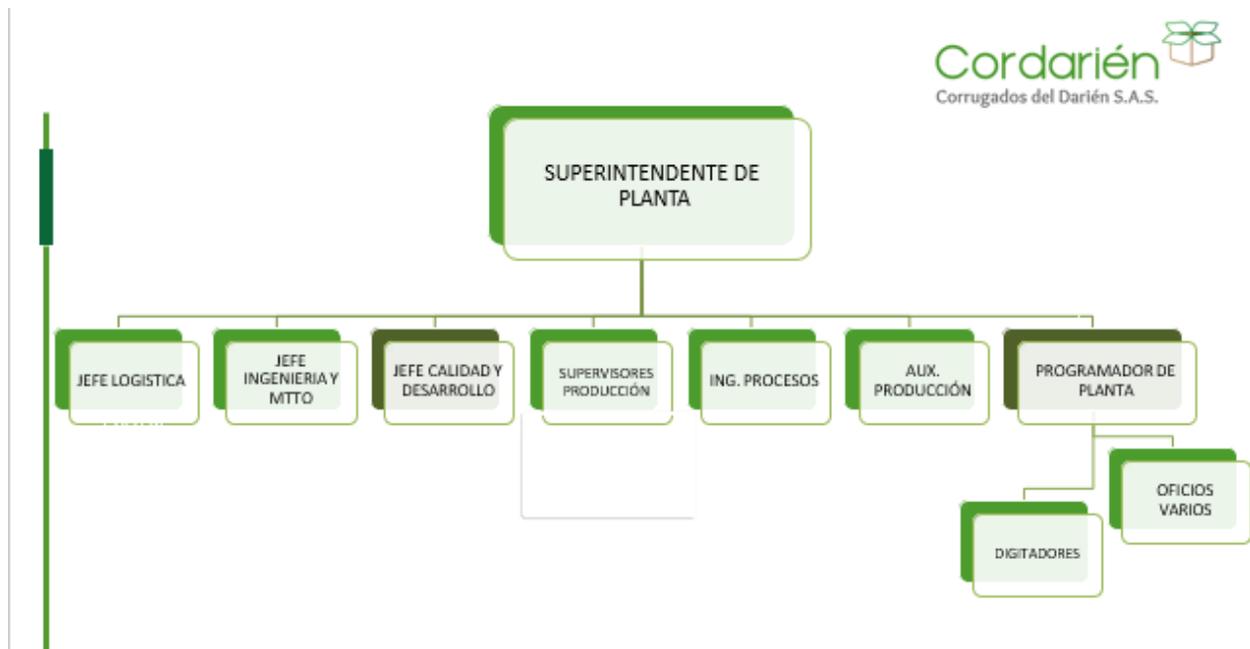


Corrugados del Darién. (2023). Estructura organizacional [Diagrama]. Presentación corporativa.

Ahora bien, de cada uno de los departamentos o áreas mostrados anteriormente, se desprenden otras pequeñas sub áreas o cargos según la necesidad de la compañía. Para este caso solo ampliaremos el área de producción o superintendencia de planta, ya que el proyecto tiene incidencia directa en esta área. Como se muestra de la siguiente manera:

Figura 2

Estructura organizacional



Corrugados del Darién. (2023). Estructura organizacional [Diagrama]. Presentación corporativa.

Misión

Somos una gran empresa fabricante de cajas de cartón corrugado y etiquetas, de la más alta calidad. Servimos a los clientes que tienen la necesidad de proteger y presentar adecuadamente sus productos.

Garantizamos el cumplimiento de los requerimientos del cliente basados en la efectividad de los procesos, las mejores materias primas, la idoneidad del talento humano, excelente servicio y alta responsabilidad.

Innovamos constantemente para superar las expectativas del mercado, garantizar la permanencia exitosa y crecimiento de la organización, generamos bienestar a nuestros socios, empleados y la comunidad y respetamos el medio ambiente. (Presentación corporativa, 2023)

Visión

“Ser la mejor opción de empaques para la industria agrícola.” (Comunicación personal 2023)

Valores

Dentro de la cultura organizacional de Corrugados del Darién, se tiene un grupo de valores que guían el comportamiento y comprometen a los colaboradores con los objetivos de la organización.

- Aprendizaje
- Trabajo en equipo
- Sentido de pertenencia
- Equidad
- Liderazgo
- Respeto
- Disciplina
- Creatividad
- Honestidad
- Autocuidado
- Responsabilidad (Comunicación personal 2023)

Área que impactará el proyecto

El área tendrá impacto en las áreas de producción y mejora continua. Debido a que la formulación y estrategia tendrá lugar en el departamento de mejora continua, pero la aplicación será en la línea de etiquetas autoadhesivas, que hacen parte del departamento de producción.

Planteamiento del problema

Gracias a los avances tecnológicos, la disponibilidad de información y las relaciones internacionales entre países se han impulsado a nivel mundial mercados más dinámicos y cambiantes, en donde cada organización busca un estado de alta eficiencia y calidad en los procesos que aportan valor a su organización que les permita tener la capacidad de adaptarse a los cambios, ser rentables y satisfacer las necesidades del mercado, las cuales giran en torno a las necesidades que presenten o exijan los consumidores. (Castells, s.f.)

Este escenario es el mismo para cualquier tipo de empresa que se encuentre en cualquier nivel de economía, ya sea de transformación, explotación, manufactura, tecnológica o de servicios, cada una de estas está en la obligación de incorporar metodologías y técnicas de mejora continua, que les permita reconocer oportunidades tanto dentro de mercado como dentro de su organización, con la finalidad de ser más competitivos y mantenerse en el tiempo.

En el caso de las empresas manufactureras, deben prestar especial atención a los procesos que intervienen directamente con la cadena de suministro, puesto que es aquí, es donde se pueden generar ventajas competitivas, dándole a esta organización una propuesta de valor más completa y más acertada en cuanto a las exigencias del mercado. (Tundidor Diaz, y otros, 2018)

Este es el caso de Corrugados del Darién, una empresa ubicada en el departamento de Antioquia, más específicamente en la ciudad de Apartadó, dentro de la subregión de Urabá. Es la encargada de la fabricación de empaques a base de cartón para el sector hortofrutícola, entre sus líneas de producción tiene la línea de cajas de cartón, la línea de esquineros y la línea de etiquetas autoadhesivas. La mayoría de sus productos son comprados por las comercializadoras más importantes de la región que venden sus productos al mercado internacional, y estas son a su vez, socios y clientes.

Cabe destacar que por petición expresa de la organización no se expondrán datos específicos en cuanto a temas de costos, equipos, desperdicios, producción entre otros, debido a que prefieren no divulgar abiertamente esta información, por ende, se mantendrá la confidencialidad de la información que la empresa pueda suministrar.

Dicha organización, en la línea de autoadhesivos, adquirió recientemente una impresora Flexográfica de etiquetas autoadhesivas en busca de una renovación tecnológica en sus máquinas y procesos, aunado a esto se logra dar cumplimiento con la demanda del mercado, aumentar la calidad de impresión de sellos y etiquetas y aumentar la capacidad de producción. Aunque su programación y manejo son sencillos, se evidenció un problema en el proceso de alistamiento (*SETUP*), puesto que el tiempo empleado para este proceso es alto, y esto afecta el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness o en español, Eficacia global de equipos productivos) de la máquina y la línea de autoadhesivos. Este indicador está compuesto de tres factores como lo son la Disponibilidad, el rendimiento y la calidad de la máquina durante el tiempo de producción, el primero, se ve afectado directamente por el tiempo utilizado en el alistamiento o *SETUP* de la máquina, ya que el tiempo que debería producir la máquina se está utilizando para el alistamiento de esta. El segundo y tercer factor es por temas de calidad en la materia prima, por defectos en los productos terminados, entre otras cosas.

Disminuye la productividad de la máquina, puesto que a pesar de que esta cuenta con una capacidad productiva en cierto tiempo de producción, este último, se ve afectado cuando se dedica más tiempo del esperado en los alistamientos de la máquina, tiempo que puede emplearse para producir sellos.

Aumentan los costos de producción, debido al costo de oportunidad que representa la máquina al estar en reposo o en funcionamiento, ya que cuando la máquina se encuentra en reposo no agrega valor a la cadena de suministro y, por el contrario, logra un tiempo muerto donde se deja de percibir un beneficio de ella que repercute directamente en la producción.

Con base a lo anterior, es necesaria la aplicación de una metodología, técnica o práctica que contribuya a la reducción de estos tiempos de alistamiento, dando lugar a mayor tiempo de disponibilidad de la máquina y aumento de capacidad de producción, generando un aumento del indicador OEE y permitiendo así, a la compañía, gestionar los tiempos muertos y desperdicios, además de, alcanzar estándares de calidad y competitividad.

Pregunta de investigación

¿Cómo implementar la Metodología SMED que permita el mejoramiento de la productividad de la impresora Flexográfica de la línea de autoadhesivos en Corrugados del Darién?

Objetivos

General

Aplicar la metodología SMED que permita el mejoramiento de la productividad de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.

Específicos

- Diagnosticar el nivel de operatividad de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.
- Caracterizar las actividades para la generación de valor en el proceso de alistamiento de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.
- Determinar o definir las técnicas para la eliminación, combinación, reducción o simplificación teórica (ECRS) de las actividades en la generación de valor del proceso de alistamiento de la impresora Flexográfica.

Justificación

Si en una organización se aplica la metodología SMED (Single -Minute Exchange of Die) en sus procesos, máquinas o líneas de producción, y se cuenta con personal capacitado, apoyo de la alta gerencia, apoyo económico para gestionar mejoras y con talento humano abierto al cambio, todo terminara en la consecución de beneficios para la organización y su creación de valor para el cliente, tales como los que menciona (Garcia, 2013) a continuación:

- Reducir el tiempo de cambio.
- Incrementar la disponibilidad de la máquina.
- Posibilitar la fabricación de lotes pequeños, sin encarecer el producto.
- Reducir stocks y facilitar el control de inventario.
- Incrementar el espacio disponible.
- Disminuir los desplazamientos, manipulaciones, etc.
- Reducir el tiempo de respuesta.
- Disminuir las obsolescencias, defectuoso en operaciones auxiliares, etc.
- Incrementar el compromiso de la persona con su trabajo.
- Fomentar la puesta en común de los conocimientos de los implicados.
- Utilizar la creatividad de las personas.

Cabe destacar que el beneficio principal es la conversión de tiempo muerto o improductivo en tiempo productivo, que, si es aprovechado, puede ser convertido en tiempo operativo y generar beneficios económicos para la organización, pues en teoría, se produciría más cantidad del producto o servicio en cuestión.

En general, las ganancias para una organización al utilizar la herramienta SMED, son de mucho valor, ya que alcanza dimensiones tan grande que incluso pueden repercutir en otras áreas con beneficios financieros y de recursos, por ejemplo, al flexibilizar la línea productiva, se dinamiza y recorta el nivel de inventarios, logrando que el capital tenga un flujo más rápido y no se estanque, permitiendo tener recursos disponibles para otras situaciones que se presenten en las empresas, o gestionando continuamente una cultura de mejora que les permita ser más competitivos en sus áreas o industrias.

El proyecto que se presenta tiene como objetivo aplicar la metodología SMED en la línea de autoadhesivos, en donde se producen sellos y etiquetas para identificación y trazabilidad de productos agrícolas de exportación, para que la organización Corrugados del Darién. S.A.S goce de beneficios como un aumento en la disponibilidad de la máquina, lo cual genera paralelamente un incremento productividad y en el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Posteriormente, permitirá a la organización, reducir los costos de producción, por un lado, por la transformación de tiempos muertos en tiempos productivos y por otro lado porque al ser más eficiente es probable que los tiempos de trabajo sean más cortos, lo cual se evidencia en la reducción de costos de mano de obra. Además de esto, la empresa podrá flexibilizar la producción, con esto se ganan dos cosas, la primera, manufactura de lotes más pequeños de sellos autoadhesivos lo cual le permitirá adaptarse más fácil a los cambios de consumo del mercado. la segunda, una disminución en la cantidad de inventario, lo que genera un ahorro tanto en la inversión como en el mantenimiento de productos en stock.

Dando por resultado una correcta gestión de tiempos muertos que posee esta organización en su línea de producción al momento de alistar o preparar la impresora Flexográfica para la producción, a partir de la generación de acciones encaminadas a la mejora en sus actividades y procesos.

Antecedentes

La metodología SMED (Single -Minute Exchange of Die) fue creada y perfeccionada por Shigeo Shingo entre los años 1950-1970 para el sistema de fabricación Toyota en donde fue contratado como consultor. Desde entonces se ha propagado por todo el mundo esta metodología y ha sido empleada en diferentes empresas con objetos sociales diferentes, desde Asia hasta Latinoamérica se ha tratado de seguir los procedimientos pertinentes para obtener beneficios similares a los obtenidos por Shigeo en su momento.

Por ejemplo, en Europa, más específicamente en España esta metodología fue implementada en una empresa que fabrica componentes de automoción en el proceso de estampación y perfilado. Ibáñez (2019) en su trabajo de grado “Implantación metodología lean management en empresa de fabricación de componentes de automoción. una aplicación de 5s y SMED”, trajo consigo estos resultados: Incremento del indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) para cada línea, disminución de los tiempos medios de preparación y cambios de bobina, además de haber ganado tiempo disponible de la máquina que se traduce en beneficios económicos.

Dichos resultados, se obtuvieron gracias a la utilización de las herramientas SMED y 5’S, metodologías pertenecientes a la filosofía Lean Management, con el fin de eliminar toda tarea que no añada valor a sus productos. Además de este objetivo, la principal razón de trabajo fue:

El principal objetivo general del trabajo es poner en práctica la aportación de los conocimientos y herramientas Lean Management aplicados a una empresa del sector de la automoción, tratando en primer lugar, la base teórica de las herramientas y prácticas Lean en general y, posteriormente, llevando a cabo la aplicación de dichas herramientas en el caso concreto de dos procesos productivos esenciales en la actividad de la empresa. (Ibáñez, 2019)

La metodología seguida para la ejecución de este proyecto fueron las etapas propuestas por estas herramientas en la teoría y adaptadas en la práctica a este caso de estudio específico para facilitar el diagnóstico de la situación actual, generación del plan de acción para la implementación de las herramientas de la filosofía Lean, identificación de mejoras y evaluación del proceso post aplicación de SMED y 5’S.

Además de presentarse la implementación de esta metodología en la industria automotriz, también se pueden implementar sus herramientas por aparte como se realizó en una empresa manufacturera de cigarros en Cantabria, España, por parte de Martínez (2016) en su proyecto “Análisis y minimización del tiempo de cambios de formato siguiendo el método SMED (Single Minute Exchange of Die) de la zona de envasado de la Fábrica Altadis Imperial Tobacco de Cantabria”.

La aplicación de la herramienta SMED tuvo lugar en el proceso de envasado, como menciona el autor:

El proceso de envasado es el que sufre más cambios de formato debido a las diferentes legislaciones que rigen el ámbito tabaquero de los distintos países a los que se exportan los productos fabricados, por ende, interesa reducir al mínimo exponente estos tiempos. (Martínez, 2016)

Con base a esta razón, lo que buscó con la ejecución del proyecto fue la reducción de los tiempos de cambio de formato en el proceso de envase de los cigarros. Martínez, se apoyó en las etapas planteadas en la herramienta SMED para realizar el proceso metodológico de su proyecto, gracias a esta correcta implementación y el apoyo con dos operarios para el cambio de formato, se logró una disminución de tiempo del 54%, es decir, el tiempo de cambio de formato paso de 150 minutos a 69 minutos.

Por su parte, Calles (2019), en su trabajo de grado “Diseño del método SMED en un proceso de troquelado”, se trazó la reducción de los tiempos de preparación en las máquinas de troquelado a 25 minutos y la elaboración de un estándar de trabajo en la empresa San Cayetano dedicada en la fabricación de envases y embalajes para la industria alimentaria.

La metodología seleccionada por la autora es la misma que la sugerida por la herramienta SMED, realiza las 5 etapas, Análisis de las actividades, Separar las actividades en internas y externas, Organizar las actividades externas, convertir lo interno en externo y reducir los tiempos de las actividades internas.

De esta forma Calles, logra reducir el tiempo de preparación de 45 minutos a 25 minutos a lo largo de un año, la disponibilidad de la máquina troqueladora aumento de 62.24% al 73.95, la

eficiencia de la producción Aumento de 93.75% a 97.32% generando así, un aumento del indicador OEE del 58.34% al 71.81 %. (Calles, 2019)

Como se ha visto anteriormente, la empleabilidad de la herramienta SMED aunado a otras variables o características tanto de la zona y de las organizaciones, como lo son la gestión del talento humano, la experticia de los operadores, el apoyo de la alta gerencia con los temas de mejora continua y la metodología seleccionada, son algunas de las variables que complementan y ayudan a que la aplicación de la metodología SMED tenga resultados positivos dentro de los procesos en donde se implementa, en los 3 casos expuestos anteriormente, se lograron los objetivos y las empresas obtuvieron ahorro en costos, incremento en la disponibilidad y mejora continua en sus procesos.

Ahora bien, en Latinoamérica, también ha tenido impacto de manera positiva la creación de Shigeo Shingo, como lo demuestra Astúa (2018) en su trabajo de graduación “Reducción del tiempo en el cambio de molde segmentado mediante el método DMAIC y la herramienta SMED en la empresa Bridgestone Costa Rica”. En este trabajo, el autor plantea el siguiente problema:

En el 2017 la empresa tuvo un promedio de 1.703 llantas no producidas por día debido a los tiempos no operativos que se manejaron. De esta cantidad, el 11% pertenece a los cambios de molde, lo que equivale a una pérdida diaria de 188 llantas. (Astúa, 2018)

Por ende, estableció que el objetivo de su trabajo sería la disminución de los tiempos de cambio de molde de la máquina de marca Kobelco, la cual presenta el mayor número de cambios de molde y, por ende, el de mayores tiempos muertos. Ayudándose de las metodologías DMAIC y SMED, la primera para la identificación del problema y generación de posibles soluciones, la segunda, para la implementación de las mejoras establecidas.

Con base en lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados mencionados por Astúa:

El objetivo planteado al inicio del proyecto fue obtener una mejora en los tiempos de cambio de molde de entre el 30% y 40%. Los resultados fueron realmente positivos, ya que se logró reducir más de dos de horas de cambio, equivalente a un 60% de mejoría (...). Se

logró descifrar cuáles eran las actividades que estaban generando la mayor cantidad de demoras dentro del proceso, fueron seis actividades que abarcaban el 43% del tiempo y, junto con la herramienta SMED, se determinó si estas actividades eran externas o interna. Las seis actividades eran internas, por lo cual, si se buscaba bajar los tiempos de manera significativa, se debía comenzar por esas. (Astúa, 2018)

Esto permite evidenciar que la aplicación de la metodología SMED en la empresa Bridgestone de Costa Rica sobrepasó las expectativas que se tenían logrando más del porcentaje esperado en la disminución del tiempo de cambio de molde.

Por otro lado, en Chile, Romo (2009), obtuvo resultados similares, pues logró una disminución de más del 50% en la línea de laminación, además, permitió aumentar el tiempo disponible de la línea, lo que traduce en más tiempo para producir.

La investigación tenía como objetivo general; “disminuir el tiempo de set up de los equipos de la línea Laminación al menos en un 50 por ciento mediante la aplicación de la técnica del Lean Manufacturing llamada SMED”. (Romo, 2009)

Este era el objetivo central de su trabajo de titulación “Aplicación de la técnica SMED para set up de cambio rápido en línea Laminación de la empresa Promasa s.a. Planta Puertas”, de donde se puede destacar que logró reducir en un 63.4 % los tiempos de cambio de la línea de laminación, de tal modo, que alcanzó con creces el objetivo propuesto, también, destaca que la flexibilidad y la holgura en los programas de producción son dos beneficios que se consiguen luego de implementar la herramienta lo que permite responder adecuadamente a los requerimientos del mercado.

Ahora, se evidenciará cómo se comporta dicha metodología en la industria de los cosméticos, gracias al aporte de Buleje (2020) con su trabajo de suficiencia profesional denominado “Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de fabricación de cremas mh 5tn en una empresa de cosméticos” que tuvo lugar en el distrito de Lurín en Perú.

La metodología usada por Buleje fue la metodología de la herramienta SMED, elaborada en 5 etapas que guían el proceso desde la concepción del proceso actual hasta la estandarización

de los nuevos procesos y capacitación de los trabajadores. El problema de la línea de fabricación de cremas es:

Se analizó el área de fabricación de semisólidos, porque tenía baja productividad, según el sistema de la empresa nos muestra los indicadores de las cuatro líneas de producción de cremas que está conformado por cuatro MH (Mezclador homogenizado) y son de 250kg, 1TN (Tonelada), 3TN (Toneladas) y 5 TN (Toneladas), en donde se observa que la MH 5TN, es la que produce más y tiene mucho tiempo de cambio de formato, se realiza un diagnóstico para detectar las fallas de su baja productividad y nos da como resultado que se debe aplicar el SMED. (Buleje, 2020)

Dicha problemática fue abordada por el grupo de trabajo y mediante la aplicación de la metodología SMED, los resultados obtenidos fueron satisfactorios, debido a que:

1. La eficiencia de la línea de cremas paso de 7 horas y 16 minutos a 4 horas y 30 minutos.
2. La productividad de la línea de semisólidos, paso de 23.49% al 52.55%.
3. La cantidad producida por la línea paso de 87.573Kg a 163.772 Kg.

Basados en lo anterior, se puede deducir que la empresa se volvió más rentable en el área de producción, puesto que la disponibilidad de la línea aumento y consigo la productividad.

Cabe mencionar que a nivel nacional también se han generado investigaciones basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, por su parte, Rodríguez (2021) utilizó la metodología planteada en 4 etapas por Shigeo Shingo para la implementación de la herramienta SMED, las etapas de diferenciación, separación, conversión y perfección de las actividades tanto internas como externas del proceso de laminación de tableros de ciclo corto 2.

Menciona Rodríguez en su trabajo de grado “Disminución de los tiempos de set up por medio de la metodología SMED y estandarización de procesos, en la línea de producción de tableros laminados de ciclo corto 2” que el objetivo central es el de reducir los tiempos de set up de la línea de laminación de tableros de 1.83 y 2.15 de ciclo corto, a partir de la aplicación del SMED en los cambios de platos de la prensa. En este artículo se estipula que la idea de fondo es lograr la reducción del tiempo estándar de cambio a menos de 20 minutos, permitiendo la mejora en sus procesos productivos.

Los resultados obtenidos fueron:

Luego de aplicar la metodología SMED, se logra aumentar la disponibilidad del equipo y a su vez la productividad en un 38% en el tiempo de cambio de platos; es decir, se pasó 30 minutos reportados a 18,8 minutos estándar (...).El estudio impacta de manera significativa los tiempos de preparación, como se menciona de manera previa en el estudio, comparado con el reporte real del año 2020, se obtendría una reducción del 38% por cada cambio de plato; esto se traduce en \$600 millones de pesos anuales de ahorro monetario que obtendría la empresa por pasar de 30 minutos por cambio de platos a 19 minutos aproximadamente. (Rodríguez, 2021)

Con base en lo anterior, es pertinente destacar que los beneficios post aplicación de la Metodología SMED se pueden cuantificar y llegar a ser una motivación extra para que la gerencia de las organizaciones se decida por el apoyo y utilización de estas estrategias de manufactura esbelta.

Por último, existe el aporte de Cortés (2020), con su tesis de investigación “Estandarización y optimización del proceso de cambio de molde, mediante las metodologías SMED y mtm en la empresa Cardonaplast s.a.u.”

En la cual, señala que es menester optimizar y estandarizar el proceso de cambio de molde en la empresa CARDONAPLAST para poder dar respuesta rápida a las demandas del mercado, agilizar los procesos productivos y disminuir la cantidad de inventario. Por ende, se decidió por combinar las metodologías de SMED y MTM (Methods – Time Measurement) las cuales permitirán reducir el tiempo de preparación de la línea y establecer los tiempos estándar de ejecución de las actividades respectivamente. Además, definió 6 etapas en las cuales se basa la tesis y estas son: Conceptualización del proceso, Valoración del proceso actual, Aplicación de metodologías SMED y MTM al proceso, Formación del personal, Optimización del proceso y Elaboración de la documentación.

La suma de los factores anteriormente mencionados generó las conclusiones descritos a continuación:

Se logra optimizar el tiempo del proceso de cambio de molde en un 54%, pasando de 108,5 a 49 min. Se estandarizan las operaciones del proceso, definiendo una secuencia que permite reducir los desplazamientos e implementar los formatos para su auditoria y seguimiento.

El plan de acciones permitió el registro, análisis y planificación de todas las no conformidades observadas en el proceso, resolviendo la falta de herramientas, mejorar el carro para el transporte de estas, reubicar moldes cercanos a máquinas, etc.

Es evidente que la mala administración de inventarios para una empresa puede hacerla colapsar, ya que estos no permiten conocer la rentabilidad real debido a las fluctuaciones del mercado. Idealmente, se debe tener una empresa que vaya sobre pedido, sin embargo, esto demanda una alta capacidad de recursos. (Cortés, 2020)

Anteriormente se mostró la incidencia que ha tenido la metodología SMED en diferentes partes del mundo, como en España, Chile, Costa rica, Perú, entre otras, y las diferentes industrias donde se ha aplicado como la cosmética, la automotriz, la tabaquera, y la de empaques y envases. Ahora, se expondrán algunos antecedentes de la implementación de esta herramienta en procesos de impresión flexográfica.

Como menciona Sarango (2001) en su trabajo “Implantación del sistema SMED en un proceso de Impresión Flexográfica”, que realizó en la empresa ecuatoriana, Expoplast C.A, en el área de impresión flexográfica de película de polietileno. El objetivo de este trabajo fue el de disminuir el tiempo de las operaciones de cambio para aumentar la capacidad instalada de la línea de impresión flexográfica.

La metodología utilizada para alcanzar dicho objetivo fue primero, medir y establecer los tiempos estándar de las operaciones, luego siguió con la implementación de las etapas de SMED, como lo son El diagnostico de las actividades, separación de las preparaciones internas y externas, conversión de actividades preparatorias y por último perfeccionar las operaciones.

La ejecución de estas etapas, permitieron generarlos siguientes resultados, primero, se redujo el tiempo estándar de cambio de trabajo en un 75%, segundo, se replicó la implementación de SMED en las demás líneas de producción y se logró una disminución en el nivel de inventario en un 70%. (Sarango, 2001)

Por su parte, Abril (2019), en su trabajo “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfica para la reducción de tiempos de Setup en una industria productora de envases plásticos flexibles” se trazó como objetivo disminuir en una impresora flexográfica los tiempos de Setup mediante el uso de las metodologías 5´S y SMED, esta última, para la generación de un plan de acción para la reducción de los tiempos de cambio de formato y mejorar la productividad.

Este proceso se planteó debido a que, en esta línea de producción, el 34% del tiempo disponible utilizado en los cambios de formato, lo cual no agrega valor a la producción, volviendo este tiempo improductivo. El resultado obtenido, posterior a la aplicación de la herramienta del lean Manufacturing fue una reducción del 32% en el tiempo de Setup en la impresora flexográfica generando una mejora en la productividad y en la disponibilidad de la máquina. (Abril, 2019)

Por último, Asto (2022), en su Tesis “Implementación de lean Six sigma para reducir el tiempo de set up en la línea flexográfica empresa Trupal sa” definió en sus objetivos la implementación de diferentes herramientas para la disminución de tiempos de preparación de actividades específicas como el lavado de modulo y regulación de la tinta en el proceso de impresión flexográfica. Mediante el uso de la metodología Lean Six Sigma, SMED y la herramienta Poka-Yoke, logró la reducción del tiempo de Setup en 34.28%, reducción d ellos tiempos de lavado de modulo en un 50% y en los tiempos de regulación de tinta en un 68.4% y una reducción en la colocación de troquel de un 27.27% respectivamente. (Asto, 2022)

Cabe aclarar, que, aunque en este caso no se aplicó la herramienta SMED para reducir el tiempo de Setup, fue aplicada en otros procesos menores y generó beneficios en la reducción de tiempo, lo cual de manera directa permite convertir el tiempo muerto o de cambio de formatos en tiempo disponible de la impresora flexográfica.

Con base en lo anterior, se puede evidenciar que existen diferentes metodologías, técnicas y herramientas para permitir la mejora continua en los procesos productivos de las empresas independientes dela industria a la que pertenezca, además, existen diferentes variables que también juegan un papel importante a la hora de obtener resultados esperados, por ende, es imprescindible

tener un plan de acción basado en una visión holística de la organización y una correcta metodología para implementar y cumplir con los objetivos propuestos en los proyectos. Es por esto que la metodología a utilizar en este proyecto será la Metodología SMED con el fin de lograr reducirlos tiempos de alistamiento de la impresora flexográfica, basados en los casos exitosos citados anteriormente a nivel mundial y particularmente en procesos de impresión flexográfica.

Marco Teórico

La Herramienta SMED hace parte del mundo de la mejora continua pero también hace parte de la filosofía Lean Manufacturing o manufactura esbelta como la conocen en la parte occidental del mundo.

La filosofía Lean es definida así:

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. (Hernández & Vizán, 2013)

Otro autor lo define como:

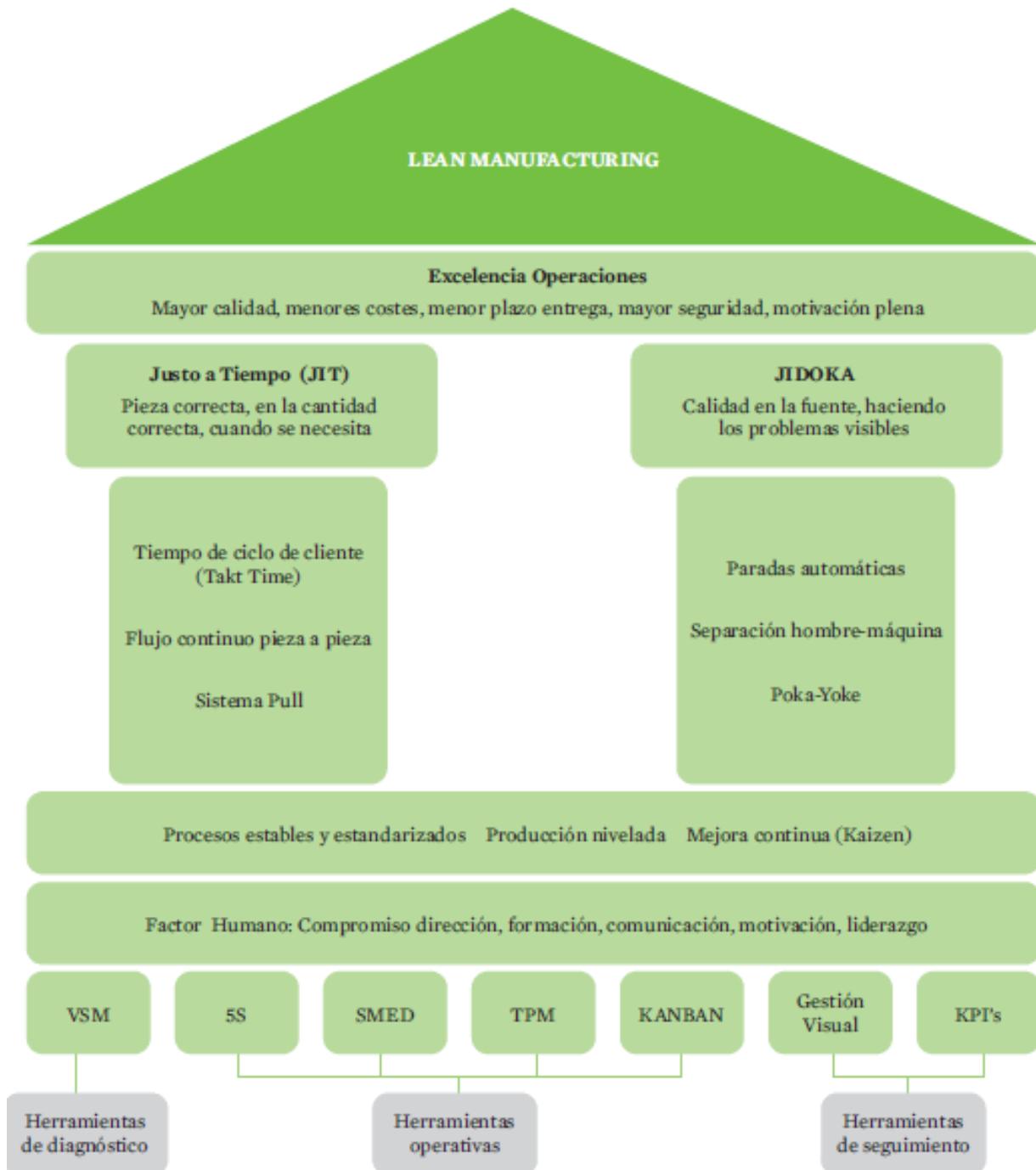
Una filosofía/sistema de gestión sobre cómo operar un negocio. Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos. (Buzón, 2019)

Con base a estas definiciones se puede evidenciar, que el lean Manufacturing es una filosofía que funda sus bases en el uso de herramientas o técnicas para la eliminación de los desperdicios ocasionados en sus procesos productivos, además de esto, sus principales razones para hacerlo son el enfoque en la mejora continua de su talento humano, su calidad, procesos y la reducción de costos, logrando así, que cada procedimiento o acción que se ejecute dentro de la cadena de suministro aporte valor para el cliente.

Esta metodología está enmarcada dentro del sistema de producción de Toyota, el cual tiene un diseño en forma de casa, como se muestra a continuación, haciendo una metáfora, en donde cada herramienta y técnica hace parte fundamental de la casa y estas le brindan las bases y soportes para dar firmeza y calidad al sistema de producción.

Figura 3

Casa sistema de producción Toyota



Hernández, M, J. C. & Vizán, I. A. (2013). Casa Sistema de producción Toyota [Diagrama]. *Escuela de organización industrial*. Lean Manufacturing, Conceptos, técnicas e implantación.

Ahora bien, dentro de esta filosofía se enmarca 7 tipos de desperdicios o mudas, los cuales son objeto de reducción y en lo posible de eliminación. Cada uno de estos desperdicios tiene diferentes orígenes y características y se pueden generar en las distintas etapas de un proceso productivo o en la cadena de suministro. Estas 7 mudas son:

Muda de sobreproducción, muda de sobre inventario, muda de productos defectuosos, muda de transporte de materiales y herramientas, muda de procesos innecesarios, muda de espera y muda de movimientos innecesarios del trabajador. (Socconini, 2019)

Para cada una de estas mudas, la filosofía Lean Manufacturing tiene una herramienta en particular la cual permite hacer gestión sobre uno o varios desperdicios, es decir, que existen diferentes formas para realizar la gestión del desperdicio, todo depende del origen de la muda para identificar la herramienta a utilizar y realizar la correcta gestión sobre la misma.

En este caso, en particular, se hondará en la herramienta SMED, con la finalidad de hacer gestión principalmente en la muda o desperdicio de espera de tiempo, pero también permite gestionar las mudas de transporte de materiales y herramientas y la muda de movimientos innecesarios del trabajador.

Single-Minute Exchange Die es el nombre de pila de la herramienta, abreviada por sus iniciales; SMED, consiste en realizar el cambio de utillaje, herramientas y materias primas de un proceso/máquina en menos de 10 minutos, es decir, que el tiempo empleado para realizar las operaciones de alistamiento o preparación de la maquina será inferior a 10 minutos.

Además de esto, permite alcanzar mejoras en otras partes del proceso:

Cuando de cambio de herramientas o tiempos de preparación se trata, no sólo cuenta el efecto que ello tiene en los costos vinculados con dichas tareas específicas, los tiempos muertos de producción, el tamaño de los lotes, los excesos de inventarios de productos en procesos y productos terminados, los plazos de entrega y tiempo del ciclo, sino también el prestar mejores servicios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva. (Lefcovich, 2005)

Estos beneficios se pueden tomar como efectos secundarios de la aplicación de la herramienta, debido a que la incidencia directa de esta es la reducción o eliminación de las mudas de transporte y desperdicio de tiempo.

En síntesis, es una técnica que permite hacer gestión de las actividades de alistamiento que se dan en el tiempo de cambio, es decir, desde el último producto del lote A hasta el primero del lote B, eso sí, estos deben cumplir con las especificaciones o requisitos pedidos por el cliente.

Cabe aclarar que, este tiempo, se puede dar al inicio del turno de producción o se puede dar varias veces a lo largo del turno, depende de la cantidad de referencias o productos diferentes a producir y por otra parte, la reducción de tiempo puede que no tenga lugar en el marco de menos de 10 minutos, esto depende del proceso y la máquina a intervenir.

Ahora bien, la reducción de este tiempo de cambio se da por medio de la implantación de una serie de pasos o etapas, que permiten la identificación del proceso y actividades que influyen en él.

La etapa preliminar consiste en la identificación y conocimiento de las actividades de que se realizan durante el proceso de cambio o tiempo de Setup. Es necesario conocer que variables intervienen en este proceso para su posterior análisis, en esta parte se puede acudir a la utilización de técnicas o herramientas como la grabación de un video donde se pueda apreciar de manera clara la mayor cantidad de actividades y movimientos realizados durante este tiempo por el operario.

En la siguiente etapa, se debe realizar una clasificación de las actividades previamente identificadas, estas, se separarán entre actividades internas y actividades externas, las primeras son aquellas que se tienen que hacer con las maquina parada mientras que las segundas son las que se pueden realizar con la maquina en marcha. Este, es el filtro pertinente para la correcta separación de las actividades de cambio.

La tercera etapa sugiere la conversión de actividades internas en externas, se trata de eliminar toda actividad que no agrega valor al proceso de cambio de moldes o herramientas, es decir, se realizara un análisis para determinar cuáles actividades pueden realizarse con la maquina

en marcha y cuales no deben realizarse durante el tiempo de Setup, con el fin, de convertirlas o eliminarlas respectivamente. Esto ayudara a conservar únicamente las actividades que agregan valor tanto para el cliente como para la organización, además, permite conocer cuáles son las actividades que obligatoriamente deben realizarse con las maquina parada, para su adecuada gestión y optimización del tiempo.

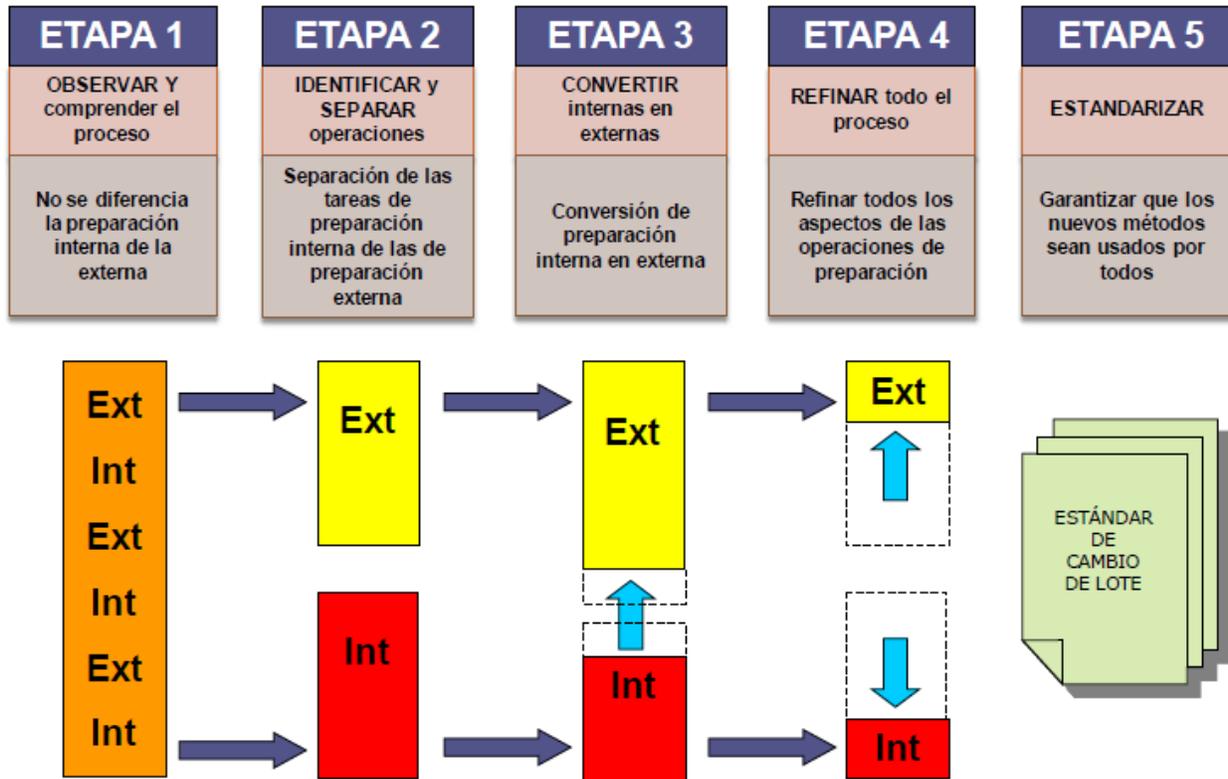
Por último, la cuarta etapa, consiste en el perfeccionamiento y mejora continua de las actividades que integran el proceso de Setup, se busca optimizar las actividades para que el tiempo, recorridos o elementos empleados sean mínimos o que estén disponibles y cercanos respectivamente. Para esto es posible necesitar de la elaboración de dispositivos, técnicas o herramientas que generen las condiciones para la optimización de las actividades tanto internas como externas. (San Antonio, Gisbert, & Pérez, 2018)

Cabe destacar que otros autores, hablan de una quinta etapa o paso adicional, que se trata de la Estandarización de procesos, donde se puede apoyar en la generación de documentos donde explica el proceso a seguir para obtener los beneficios de la herramienta aplicada, que en este caso es la herramienta SMED, estos ayudan a que se mantengan los cambios realizados y se adopten como parte del proceso diario, y pasa a ser el estándar del proceso de cambio con el cual se materializan los beneficios ofrecidos por la metodología SMED.

Este es el caso de Francisco Espín quien elaboro el siguiente diagrama donde muestra de manera clara las etapas de la metodología SMED.

Figura 4

Etapas de SMED



Espín, C. F. (2013). Etapas del SMED [Diagrama]. *3ciencias*. <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>

En síntesis, la herramienta SMED consta de 4 etapas las cuales, desarrolladas de forma crítica y correcta, generarán beneficios en el corto plazo, y si, posteriormente se busca la mejora de las mejoras obtenidas, se obtendrán beneficios en el largo plazo para cualquier línea de producción.

Marco conceptual

Es necesario, conocer y manejar conceptos claros respecto a los temas o conceptos tratados por este proyecto, para facilitar la congruencia en las miradas y pensamientos del autor del presente proyecto con sus futuros lectores, por esto, se definirán de acuerdo con referentes teóricos algunos conceptos para que se comprenda y dimensiona de la mejor manera el objetivo del presente proyecto.

Como primero se debe tener claro que las empresas se organizan de tal manera que a través de procesos productivos generan y agregan valor, que muchas veces se materializa en un producto tangible o en un servicio que posteriormente se utilizara para la satisfacción de algún grupo de interés asociado a dicha organización.

Estos procesos son definidos como:

El proceso productivo permite transformar los recursos utilizados en productos o servicios, y para realizarlo involucra a todas las áreas funcionales de la entidad, incluyendo la estructura organizacional, dándose una relación ínter, intra y transfuncional en la organización.

El proceso productivo, tomando en cuenta las exigencias del mercado para satisfacer las necesidades del usuario, es el eje dinamizador, sobre el cual giran directa o indirectamente todas las actividades de la organización para alcanzar los objetivos predeterminados. (Rodríguez, y otros, 2002)

Para este caso particular, el proceso de transformación que se lleva a cabo en la línea de autoadhesivos es el de impresión flexográfica, en donde, materias primas como papel esmaltado y tintas de diferentes colores, se mezclan para la elaboración de sellos y etiquetas autoadhesivas.

El proceso de impresión flexográfica es definido de la siguiente manera:

Es un método de impresión directo, que se basa en la transferencia de tinta de un sustrato a otro. En un cilindro metálico se coloca una plancha de caucho o foto polímero (clisé), le cual toma tinta de un rodillo de dosificación (anilox) y la transmite posteriormente a un sustrato. Por cada vuelta que da el rodillo con la plancha, se produce una imagen completa sobre el sustrato. (Sarango, 2001):

El sustrato del que habla Sarango es un material que permita la impresión de tinta, pero para este tipo de impresión, debe ser un material flexible, puesto que debe pasar por diferentes cilindros y debe estar sujeto a cierta tensión dentro de la máquina. En la línea de Autoadhesivos, utilizan papel esmaltado, este tipo de papel tiene características especiales, que permiten alcanzar una alta calidad en la impresión y una fácil adhesión en diferentes superficies.

Por otra parte, en muchas ocasiones, la cantidad de materia prima que ingresa a un proceso productivo para su posterior transformación no es la misma cantidad que sale de este. Luego del proceso de transformación se espera productos que cumplen con las características de calidad, productos que no cumplen con estas características y desperdicios o mudas.

Muda se conoce como: “Palabra japonesa que significa “Desperdicio”. Una actividad que consume recursos, pero no genera valor” (Hernández & Vizán, 2013)

Con base en lo anterior, y según la metodología Lean Manufacturing, existen 7 tipos de desperdicios, los cuales se mencionaron anteriormente, y dentro de los cuales existe uno que es muy común en las empresas de manufactura: el inventario.

Los mismos autores que describen muda, definen el inventario como:

Es uno de los “Siete Tipos de Desperdicio”. El Inventario ya sea en materia prima, trabajo en proceso o producto terminado incrementa el capital en circulación, genera riesgos de obsolescencia y oculta problemas de calidad hasta que ya es muy tarde para corregirlos. (Hernández & Vizán, 2013)

Otros tipos de desperdicio son el de tiempo de espera y el de tiempo de transporte de materiales y herramientas, los cuales son muy comunes de encontrar o de generarse en un proceso interno de producción llamado Setup o tiempo de cambio.

El cual es definido como:

El tiempo de set up es la longitud de tiempo empleado en preparar la máquina para producir un producto de modelo diferente; tiene como punto de partida la salida de la última pieza producida y como punto final la salida de la primera pieza buena producida del producto nuevo. (Espin, 2013)

Dichas mudas, afectan directa o indirectamente el proceso productivo, generando pérdida de valor en la cadena productiva. Un ejemplo claro es la repercusión que tiene este tiempo de Setup en el tiempo de producción o de utilización de la máquina, donde cada minuto en que esta no produzca o este en reposo se puede cuantificar y clasificar como pérdida económica, o también, por medio del indicador OEE, se puede medir la eficiencia con que este equipo produce.

Se menciona que el indicador OEE “Es un indicador en forma porcentual que mide la eficiencia global productiva con la que trabaja determinada máquina, planta industrial o proceso. Su medición, control y seguimiento puede servir para la mejora continua del proceso productivo” (Rodríguez S. J., 2019)

Este indicador este compuesto por 3 conceptos que al ser multiplicados arrojan el porcentaje de eficiencia de determinado equipo.

Estos conceptos son el de Disponibilidad, rendimiento y calidad. La Disponibilidad es definida como:

La fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas. Para su cálculo se parte del tiempo disponible, también llamado tiempo de carga, que es el tiempo total de operación menos el tiempo muerto, planificado o necesario, tal como la interrupción del programa de producción, tiempos de descanso y reuniones diarias de taller. El tiempo operativo es el tiempo de carga menos el tiempo que la máquina está parada debido a averías, preparaciones, ajustes, cambio de técnicas y otras paradas. (Hernández & Vizán, 2013)

Por suerte existen diferentes técnicas y metodologías para hacer gestión sobre estas mudas y bajo la utilización del indicador OEE, podemos verificar en que parte del proceso o de la maquina hay que realizar la gestión. Como se mencionó anteriormente, bajo la filosofía lean Manufacturing, existen un sin número de herramientas para hacer gestión sobre determinados procesos u operaciones de las organizaciones en donde la idea central es volverla más productiva, limpia y organizada.

Por ejemplo, la metodología de las 5'S, la cual es mencionada a continuación:

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo. (Fernández, 2018)

Esta metodología, está compuesta por 5 fases las cuales se aplican en los puestos de trabajo, y que, si se aplicando manera continua y pueden generar una mejora en la productividad y bienestar de los trabajadores. Las 5 fases son descritas de la siguiente forma:

Seiri: (Organización). Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

Seiton: (Orden). Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos,

un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

Seiso: (Limpieza). Una vez el espacio de trabajo está despejado y ordenado es mucho más fácil limpiarlo. Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

Seiketsu: (Estandarizar). Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, en esta etapa es útil la herramienta Lean llamada "gerencia visual".

Shitsuke: (Disciplina). Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Es también una etapa de control riguroso de la aplicación del sistema mediante una comprobación continua y fiable de la aplicación del sistema 5's y el apoyo del personal implicado. (Hernández, 2014) citando a Ortiz (2014).

Otra Herramienta que hace parte de la filosofía Lean, es la de Mantenimiento total productivo, o TPM (por sus siglas en ingles que traducen Total Productive Maintenance), la cual También tiene relación directa con los equipos o maquinas utilizadas en los procesos productivos, y, donde particularmente, las personas también hacen parte fundamental de su éxito.

El concepto de TPM es descrito de la siguiente manera:

El TPM es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de “producir” y otras de “reparar” cuando hay averías, el TPM aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos. (Fernández, 2018)

Estas y otras herramientas de la metodología Lean Manufacturing permiten a las empresas hacer gestión preventiva o correctiva, a muchos de los procesos que tienen lugar en sus instalaciones, donde las personas juegan un papel muy importante para la obtención de los beneficios que cada herramienta promete alcanzar mediante su correcta ejecución.

Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo puesto que se basará en la recolección de datos, el análisis de datos y mediciones numéricas para lograr dar respuesta al problema planteado, también, se debe tener en cuenta que se aplicará una metodología ya establecida, en 4 fases, permitiendo así, la obtención de conclusiones, a partir de las cuales se realiza una confrontación con la hipótesis planteada y se expresaran los resultados y conclusiones mediante el uso de términos numéricos. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014)

En cuanto al alcance, este se describe como:

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014)

El Alcance será de tipo descriptivo, puesto que se centrará en mostrar cómo se desarrolla la actividad productiva en la línea de autoadhesivos y cómo se comporta antes y después de la implementación de la técnica SMED.

También es preciso señalar que la naturaleza será experimental, debido a que se implementara la Herramienta SMED como variable independiente y se analizará sus efectos sobre la variable dependiente que sería el proceso productivo de la línea de autoadhesivos.

3.2 Fuentes, Técnicas e Instrumentos

A continuación, se mostrarán las técnicas, fuentes e instrumentos a utilizar para la recolección y análisis de la información relevante y concerniente al proceso de impresión flexográfica, así mismo, permitirán abordar de la mejor manera el objeto de estudio, para poder dar cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos y obtener la información con la mayor confiabilidad posible.

Tabla 1*Fuentes, Técnicas e Instrumentos*

Objetivo	Fuente	Técnica	Instrumento
Diagnosticar el nivel de operatividad de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.	Fuente Primaria: Operarios, Coordinador de línea y Jefe de Mejora Continua. Fuente Secundaria: Libro Curso de SMED	Observación, entrevista y análisis de documentos.	Grabación en video, Formato registro del Setup, preguntas semiestructuradas y Check list.
Caracterizar las actividades para la generación de valor en el proceso de alistamiento de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.	Fuente secundaria: Texto Guía Curso de SMED y grabación en video.	Análisis y selección de actividades.	Definición de actividad interna o externa.
Determinar o definir las técnicas para la eliminación, combinación, reducción o simplificación teórica (ECRS) de las actividades en la	Fuente primaria: Jefe de Mejora Continua Fuente Secundaria: Texto guía Curso de SMED	Estudio, selección y evaluación de actividades que no agregan valor.	Técnica ECRS propuesta por la metodología SMED.

generación de valor del proceso de alistamiento de la impresora Flexográfica.			
---	--	--	--

3.3 Fases Metodológicas

El camino por seguir para la implementación de la metodología SMED en este proyecto, se dará en 3 fases las cuales serán similares a las planteadas por la herramienta SMED puesto que basados en los antecedentes anteriormente citados y en el estudio de esta, se llega a la conclusión de que es la manera más pertinente y clara para poder obtener los resultados esperados y alcanzar los objetivos trazados.

Fase 1

Diagnóstico: Por medio de visitas de campo se busca conocer el proceso y nivel de operatividad de la impresora flexográfica en la línea de autoadhesivos, proceso en el dónde intervienen personas, materias primas, herramientas y equipos. Los instrumentos que permitirán conocer el contexto y las actividades que hacen parte de este tiempo de cambio, además, de las posibles variaciones del proceso por la ejecución de diferentes personas serán los registros realizados por medio de formatos y grabación en video.

Fase 2

Caracterización: Posterior al registro en video del proceso de Setup de la impresora flexográfica en la línea de autoadhesivos, se analizará este, para la selección y clasificación de las actividades para la generación de valor en el proceso de Setup, esto por medio de escoger como marco de referencia la definición de Actividades externas e internas.

Fase 3

Determinar: En esta fase se implementará la técnica ECRS para la eliminación, combinación, reducción o simplificación de las actividades previamente identificadas y clasificadas, en la generación de valor del proceso de Setup de la impresora flexográfica. Aquí, se

dispondrá del equipo de trabajo de la línea de autoadhesivos, con la finalidad de estudiar y reconocer en equipo, esas oportunidades de mejora dentro del proceso de Setup, donde la idea central, es desistir de todas las actividades que no agreguen valor al proceso. Por último, se registrarán las mejoras, cambios y eliminaciones acordadas por el equipo de trabajo.

Por otro lado, se identificarán otras oportunidades de mejora, que permitan el perfeccionamiento de las actividades y lograr así, la reducción del mayor tiempo posible en el proceso de cambio.

3.4 Cronograma de actividades

Tabla 2

Cronograma de actividades

Fase	Objetivo	Actividad – Tareas	Tiempo - Semanas			
			Ene		Feb	
Fase 1 – Diagnosticación	Diagnosticar el nivel de operatividad de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.	Registrar en video el proceso de cambio o Setup. Analizar el video e identificar las actividades que componen el proceso de Setup. Registrar en un formato las actividades que hacen parte del tiempo de Setup.	3	4	5	6
			Feb		Mar	
Fase 2 – Caracterización	Caracterizar las actividades para la generación de valor en el proceso de alistamiento de la impresora Flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién.	Escoger como marco guía la definición de actividades externas e internas para su posterior clasificación. Caracterizar que tipos de actividad se ejecutan durante el proceso de preparación de la impresora flexográfica y qué individuo la realiza.	7	8	9	10
			Marzo			

<p>Fase 3 – Conversión</p>	<p>Determinar o definir las técnicas para la eliminación, combinación, reducción o simplificación teórica (E CRS) de las actividades en la generación de valor del proceso de alistamiento de la impresora Flexográfica.</p>	<p>Clasificar las actividades agregan o no valor al proceso y estudiar la posibilidad de su eliminación, combinación, reducción o simplificación. Validar con el equipo de trabajo las mejoras teóricas propuestas. Documentación propuesta teórica del tiempo estándar del Setup.</p>	<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>	<p>13</p>
--------------------------------	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------

3.5 Presupuesto

Para el desarrollo de este proyecto es necesario disponer de un equipo de cómputo con conectividad a internet, también es necesario el acceso a bases de datos para la gestión de la información y referentes teóricos. También se necesitarán referentes bibliográficos, como textos guías sobre la implementación de la metodología SMED.

Además de esto, es necesario que la empresa brinde información relacionada con el proceso productivo de la línea de autoadhesivos, su organización y base de datos.

Por otra parte, se requiere del talento humano perteneciente a la organización y del conocimiento en cuanto a operatividad y condiciones técnicas de la impresora flexográfica y disposición del equipo de trabajo, conformado por el jefe del departamento de mejora continua, el coordinador de la línea de autoadhesivos, los operadores y ayudantes de la impresora flexográfica y el practicante del área de mejora continua.

Por último, se requiere de un lapso de tiempo determinado para la completa implementación de la metodología, el alcance de los objetivos y la gestión de mejoras al proceso intervenido, para este proyecto se tendrá un tiempo de 12 semanas para la ejecución del mismo.

Resultados

Este capítulo es presentado en función del cumplimiento de objetivos planteados, mediante la aplicación de tareas y actividades planteadas en la metodología con el fin de seguir las fases metodológicas y obtener los resultados esperados y cumplir con el objetivo del proyecto.

Fase 1: Diagnóstico

Para el diagnóstico del nivel de operatividad de la impresora flexográfica se contó con un lapso de tiempo de 4 semanas, donde se observó el funcionamiento, procesos, procedimientos y técnicas empleadas por los operarios al momento de utilizar la impresora flexográfica para la producción de sellos y etiquetas autoadhesivas. Esta fue la primera tarea cumplida, para el reconocimiento del proceso productivo de sellos.

Inicialmente, la planta de autoadhesivos está conformada por dos impresoras flexográficas, dos máquinas cortadoras, una maquina montas planchas y una empacadora. Cuenta con 6 trabajadores, que operan las diferentes máquinas y con un coordinador de línea, encargado de la dirección de la planta de autoadhesivos.

Para este caso, se centró el estudio en una de las impresoras flexográficas, en donde se evidencia la oportunidad de mejora con los tiempos de alistamiento o tiempos de Setup. Dicha máquina, cuenta con estaciones de bobinas de papel, cuerpos impresores, estación de troquelado y una estación de programación y control.

Las estaciones de bobinas de papel son las encargadas de suministrar y rebobinar el sustrato en el cual se va a imprimir, en este caso el sustrato será el papel esmaltado, el cual pasa por el proceso de impresión y troquelado para posteriormente ser rebobinado. Cabe mencionar que justo antes de ser rebobinado, se separa el desperdicio o escalerilla de papel y el sello conforme a la petición del cliente, dicho desperdicio es el papel que sobra luego de que el cuerpo troquelador corta el papel y separa el sello impreso con el papel que lo rodea, también se le llama escalerilla por la forma que toma al desprenderse del sustrato, quedando un marco delgado y continuo en forma de escalera.

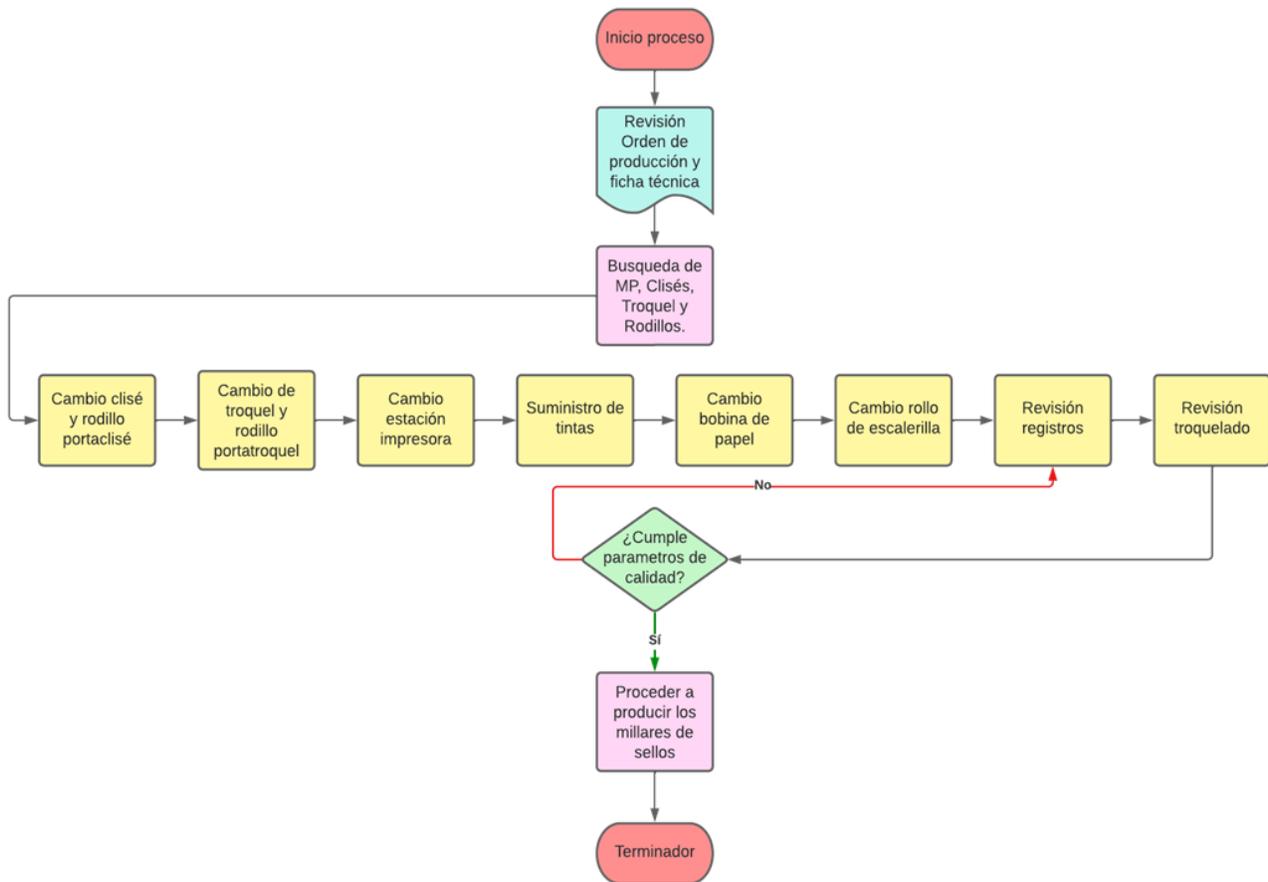
Por otra parte, los cuerpos impresores son los encargados de plasmar en el sustrato o papel el diseño requerido por cada cliente, cada cuerpo impresor equivale a un color o tinta, que a su vez equivale a una parte del diseño del sello, dando por resultado al final del proceso un sello compuesto por diferentes formas o figuras y colores. Aquí es donde se agrega valor al papel esmaltado, puesto que luego de ser desbobinado pasa por una serie de rodillos que le facilitan su paso por los cuerpos impresores, en donde por medio de dos rodillos anilox se transmite la tinta de la bandeja al clisé, y este último, está puesto sobre un rodillo que, por medio del movimiento de rotación, por cada vuelta imprime en el papel la figura o forma deseada con un color específico.

Posterior a la impresión, se encuentra la estación de control, en donde por medio de una cámara y un monitor, se evalúa la calidad y posición del sello impreso. La cámara toma fotos rápidamente de manera que a través del monitor se muestran en tiempo real como está imprimiendo el sello y si es necesario de ajustes para que la imagen quede nítida y en la posición correcta.

Por último, en la estación de troquelado, se corta los bordes del sello para que este tenga una forma particular que facilita su utilización; luego de que el sello es impreso en el papel, pasa por un sistema similar al de los cuerpos de impresión, solo que en vez de imprimir, se van a cortar y definir la forma que va a tener el sello, gracias a que el papel pasa entre dos rodillos los cuales mediante rotación se presionan y cortan el papel con la forma que se desee, cabe aclarar, que sobre uno de estos rodillos está puesto una lámina con la forma del sello en relieve lo que permite hacer el corte sobre el papel una vez este pase sobre el troquel. Este corte no es profundo, lo que permite un corte superficial que no atraviesa el papel completamente, posteriormente se separa manualmente la escalerilla de los sellos, los cuales serán rebobinados para su posterior corte y empaque en rollos pequeños de 3 mil unidades.

Figura 5

Flujograma proceso productivo



Este proceso es básicamente el principio de funcionamiento de la impresora flexo gráfica, y se realiza diariamente, varias veces al día, dando por resultado millares de sellos producidos en un día o turno, sean de una misma o de diferentes referencias, para este último caso, se requiere de un tiempo para realizar el cambio de una referencia a otra, y este tiempo es utilizado para alistar y suministrar la materia prima, herramientas o utillajes necesarios para la producción del nuevo sello o referencia. Este tiempo es el que se denomina, tiempo de cambio, tiempo de Setup o tiempo de alistamiento.

Ahora bien, durante este tiempo se realizan diferentes actividades que permiten el cambio de producción de una referencia a otra, dichas actividades tienen características de método y

tiempo, las cuales son variables que se miden y presentan oportunidad de mejora, puesto que en su ejecución utilizan mucho tiempo planificado para producir.

Inicialmente, bajo observación se identificó que al momento de cambiar de referencia juegan un papel importante las materias primas, los operarios y los equipos. Primero, las materias primas, deben estar disponibles y conformes con las características establecidas por el cliente, el área de calidad y el área de producción, esto con la finalidad de asegurarla calidad del sello y la eficiencia en el uso de los recursos. Las materias primas utilizadas en este proceso productivo son el papel esmaltado y las tintas, el papel, vienen bobinas de 8.5, 10 y 13 pulgadas y estas bobinas no deben tener golpes o daños por transporte y no deben tener exceso de pegamento para que no presente ni genere inconvenientes o desperdicio durante su tratamiento; las tintas, deben estar en el tono pedido y con la viscosidad adecuada puesto que a partir de estas condiciones se aprueba la calidad y se aprovecha la velocidad de la máquina.

Los operarios juegan un papel fundamental puesto que, según su experticia y método, pueden ejecutar de manera rápida y fiable las actividades de Setup evitando de esta manera, reprocesos, cambios o demoras en la ejecución de estas actividades, reduciendo el tiempo de Setup.

Por último, las herramientas y equipos deben estar disponibles, a la mano y limpias, para que puedan cumplir su función de manera que no haya cabida de error, generación de desperdicio o desgaste de elementos de la maquina por no utilizar la herramienta adecuada.

Por otra parte, se realizó una grabación en video de estas actividades mientras los operarios realizaban el cambio para dos de las referencias con los tiempos de alistamiento más altos, esto debido a que requieren de más colores que el promedio, por lo cual requiere de más cuerpos impresores para poder realizar la impresión, lo que equivale a más tiempo de preparación de la máquina.

Para la ejecución de la grabación, se necesitó planificar el día y hora en que se fueran a producir dichas referencias y tratar de que se ejecutaran en diferentes turnos para ver en acción a todos los operarios y el cómo y por medio de que herramienta realizaban las actividades de cambio.

Posteriormente, se hizo un análisis de los videos y se registró en un formato suministrado por la empresa, las actividades del Setup realizado para estas dos referencias, endicho documento

se plasmó el número de actividades, el tiempo que requiere cada una de ellas, se dictamina si la actividad es interna o externa, la persona que la ejecuta y el tiempo total invertido para el proceso de Setup.

Además de esto, por medio de preguntas semiestructuradas durante estas 4 semanas, se tuvo conocimiento y acceso a datos relacionados al proceso de producción y a los tiempos de Setup, como la capacidad instalada de la impresora flexográfica, la capacidad instalada del Área de producción capacidad y OEE. Estos datos permiten ver el comportamiento de este problema y que efectos ha tenido sobre el desempeño de la planta de autoadhesivos.

Bajo un análisis de esta información, se pudo concluir lo siguiente:

- La capacidad instalada de la máquina es de 228m/min y normalmente se está produciendo a máximo 90m/min
- El Tiempo de Setup, ocupa el 20% aproximadamente del tiempo planificado de la impresora Flexo gráfica.
- El OEE de la impresora se ve afectada mayormente en la parte de la disponibilidad, donde se tiene un porcentaje promedio de 55.71%

Además de lo anterior se pudo identificar que dentro de las actividades del Setup, las que más consumen tiempo son las actividades del cambio de clisé y troquel, cambios de cinta doble, recolección y lavado de herramientas o utillajes, Búsqueda de tintas, ajustes de posición porta clisé y desplazamientos y transporte de herramientas, utillaje o personal.

Fase 2: Clasificación

Para el desarrollo de esta fase, se requirió de dos tareas la primera, escoger como guía, la definición de actividades internas y externas, y con base a esta definición, clasificar las actividades del proceso del Setup. Se tomó como referencia la definición de actividades externas e internas propuesta por la metodología smed y el libro guía del curso de smed, para lograr clasificar las actividades que componen el Setup para esta organización, registradas en la toma del video, en la fase anterior.

Recordando, las actividades internas son las que se pueden ejecutar mientras la maquina está en reposo, mientras que las actividades externas, son las que se pueden realizar mientras la maquina está funcionando o en marcha. Bajo esta premisa, se analizó cada actividad una por una,

en donde se identificó, la actividad, quien la realiza, el tiempo y por último si dicha actividad es interna o externa, comparando su momento de ejecución con la definición base escogida anteriormente, de modo, que al comparar el momento en que se ejecuta cualquier actividad se pudo comprobar a que tipo pertenecía, o bien a las internas o a las externas.

La segunda tarea de esta fase, se cumplió por medio del registro de las actividades en un formato suministrado por la empresa, donde se identificaron 113 actividades del Setup en promedio, dentro de las cuales 107 son internas y tan solo 6 son externas, por lo tanto, hay más del 94% de actividades internas en el Setup, dentro de las cuales se destacan tareas repetitivas, pérdidas de tiempo y tareas que no agregan valor al proceso, además de esto se puede observar poca diferencia entre las actividades ejecutadas por los diferentes operarios, por lo cual, estas son algunas oportunidades de mejora que permiten la reducción de los tiempos de Setup en la impresora flexográfica.

Fase 3: Conversión

Posterior al registro y clasificación de las actividades, se aplicó el método ECRS a cada una de ellas, para obtener una reducción de tiempos de las actividades y externalizar la mayor cantidad de ellas.

Inicialmente se utilizó un formato, para el registro de las actividades, el tiempo de cada una de ellas, el tipo, quien la ejecuta y que estrategia se va a utilizar para su posterior modificación; luego, bajo análisis se proponen ideas de mejora para cada una de las actividades, posteriormente se socializan y escogen las mejoras con el equipo de smed para comenzar a gestionar las mejoras y adoptar las nuevas actividades mejoradas.

En la primera parte, como primera actividad metodológica, se registran en el formato, suministrado por la empresa, las actividades del Setup con su respectivo tiempo y clasificación, después, se procede a analizarlas para identificar cuales presentan oportunidad de mejora, cuales son actividades repetitivas, cuales agregan valor y cuales son duplicadas. Para esto se escoge actividad por actividad y se estudia la manera en que pueden ser Eliminadas, Combinadas, Reducidas o Simplificadas (ECRS).

En este paso, se identificó actividades repetitivas como el transporte de elementos y lavado de accesorios de la estación impresora, también, se mostraron diferencias de tiempo en la ejecución

de tareas similares, debido a que una persona puede ejecutarla con mayor habilidad, experticia o por que el método utilizado no es el adecuado, como por ejemplo la actividad de cambio de clisés.

Por otra parte, se estudió la posibilidad de externalizar algunas actividades, con la finalidad de que se reduzca la afectación actual en el tiempo disponible o productivo de la máquina.

Después de esta tarea teórica, se realizó una reunión con el equipo de smed, para analizar la viabilidad de las propuestas, las mejoras de las mismas, el acuerdo de nuevas actividades, nuevas técnicas y adopción de nuevas formas de trabajo por parte de los operario y ayudantes.

Por medio de esta reunión se da cumplimiento a la segunda tarea planteada en el diseño metodológico, además, esta parte fue fundamental debido a que se aterrizaron muchas ideas a la realidad de la planta de autoadhesivos y sus procesos productivos, logrando una buena asimilación de las mejoras y del objetivo al que se quiere llegar con este proyecto.

A partir de las referencias escogidas como muestra para analizar las actividades, se tienen dos tiempos: una hora con doce minutos y treinta segundos para la referencia de cinco colores y una hora con cincuenta y ocho minutos y veintitún segundos para la referencia de seis colores, ahora bien, los resultados encontrados luego del análisis e implementación de la técnica ECRS son los siguientes:

Tabla 3

Resumen por etapas ECRS

Referencia	5 colores	6 colores
Tiempo inicial	1:12:30	1:58:21
Eliminación	21:54	58:24
Combinación	00:00	00:23
Reducción	5:36	08:26
Simplificación	1:19	00:00
Tiempo final	43:41	51:45

En la etapa de eliminación, se encontraron actividades que no agregaban valor al proceso productivo y que se invierte tiempo y recursos en ellas cuando no son necesarias. Por ejemplo, las actividades de buscar y transportar materias primas, elementos de la maquina o del proceso

productivo son actividades repetitivas y necesarias, pues sin ellas no se podría hacer el cambio de referencia, pero no es tan necesario que se ejecuten dentro del tiempo de Setup, es por esto que se tomó la decisión de externalizar estas actividades, para que una vez inicie el tiempo de Setup, estas ya estén realizadas en su mayoría o totalidad, es decir, que las materias primas deben estar listas y verificadas para su posterior utilización en el proceso de cambio, y no tener que ir a buscarlas y transportarlas durante el tiempo de Setup. En cuanto a la actividad del transporte de elementos, se tomó la decisión de crear un carro de Setup, para que dentro de este se pudieran acomodar diferentes piezas, las cuales, con un solo movimiento de transporte, puede desplazar varios elementos a la vez.

También se encontraron actividades poco usuales, pero que están haciendo parte del tiempo de Setup y por ende son actividades que condicionan la disponibilidad de la máquina. La liquidación de órdenes y verificación de información del proceso de alistamiento, son actividades relevantes para el proceso productivo, pero que pueden tener lugar en otro momento distinto al tiempo de Setup, pues son actividades que no le agregan valor al proceso productivo, pero que, si lo agregan al suministro y difusión de información, por ende, se gestionan espacios distintos para la ejecución de dichas actividades y se terminan externalizando del tiempo de Setup.

Por último, se evidencio una reiterada confirmación de información entre el operador y el ayudante, lo que en ocasiones desencadena reprocesos y posteriormente pérdidas de tiempo, por lo que se hace énfasis en la importancia de tener claro la información de la orden de trabajo para así mismo traer y utilizar las materias primas y elementos idóneos para la producción, con el fin de eliminar esta clase de actividades innecesarias y que no agregan valor dentro del tiempo de Setup.

Por otro lado, en la etapa de combinación, se identificaron actividades que se pueden ejecutar en el mismo lapso de tiempo, esto debido a que uno de los operarios lo ejecuta de esta forma, y el otro no, por ende, se combinan las actividades de monte y desmonte de bandejas de tinta y raspadores; además, son elementos de la estación de impresión, por lo que siempre estarán cercanos y se utilizarán juntos.

Para la etapa de reducción, se encontraron actividades que pueden ser ejecutadas en un tiempo menor al actual, debido a la mejora en la habilidad de los operarios, a la utilización correcta de la maquina monta clisés y a la adquisición de un equipo de control punto cero.

En los cambios de referencias, es muy común el cambio de los clisés y cambio de los cilindros porta clisé, estas actividades tiene en común que tienen una máquina especializada para

este tipo de tareas, esta máquina fue adquirida por la empresa desde hace algunos años atrás, pero no se utiliza de la manera correcta, pues el cambio de los clisé se hacía con experticia y no mucha precisión, teniendo que intentar varias veces para que la posición del clisé en el cilindro fuera idónea para la impresión; con la utilización correcta de la máquina monta clisés se puede reducir el tiempo de estas actividades, puesto que se eliminaría el tiempo de ensayo-error en la posición del clise, y se tendría más precisión para que quede bien posicionado en el primer o segundo intento, cabe destacar, que primero se debe capacitar a los operarios y ayudantes en el uso de la máquina monta clisés.

Por otra parte, al terminar de ejecutar la actividad del cambio de clisé, es necesario ahora cambiar los cilindros porta clisé, esto es, cambiar lo que está puesto en la impresora flexográfica por los que van a imprimir en la nueva referencia, al hacer este cambio de cilindros, se debe ajustar la posición de los mismos para que el registro de la tinta sobre el papel sea preciso y la imagen que se quiere imprimir sea la pedida por el cliente. Para este caso particular, se hace manualmente el ajuste de los cilindros por parte de los operadores, a veces, toma más tiempo del necesario, una posible solución conversada con el grupo de trabajo, fue la compra o adquisición de un sistema de control punto cero, que permita a los cilindros posicionarse de manera rápida en un punto de partida tal, que permita que el registro salga bien, sin desfases y conforme a la petición del cliente en los primeros segundos de puesta en marcha de la máquina. Un aspecto a destacar es que esta mejora, le costaría a la empresa recursos económicos, en comparación a las anteriores mejoras nombradas que se pueden obtener con los mismos recursos que ya posee la compañía.

Por último, en la parte de simplificación, se tiene una actividad no rutinaria, pero que cuando el proceso requiera de esta, se puede simplificar el tiempo de ejecución, ya que actualmente se tiene que para realizar el cambio de clisé, se utiliza una cinta doble para fijar el clise al cilindro porta clisé, esta cinta viene de fábrica en un rodillo, del cual, los operarios o ayudantes cortan bajo medida previa, y posteriormente pegan la cinta al cilindro y luego se pega el clisé, al cilindro por medio de la cinta doble. Esta actividad se hace esporádicamente y depende del desgaste que tenga la cinta puesta en el cilindro porta clisé, este desgaste se genera por cada vez que se cambian los clisés de los cilindros. La manera en que se busca simplificar esta tarea es por medio de adelantar una parte de la actividad, es decir, en un tiempo distinto al tiempo del Setup, se deben medir y

cortar varios pedazos de cinta y dejar listos para cuando sea necesario un cambio de cinta, esta, este disponible y su cambio sea mucho más rápido.

De esta manera, se tienen que, aplicando estas mejoras anteriormente mencionadas, se puede obtener una reducción en los tiempos del Setup, con los mismos recursos que posee la organización, a excepción de la adquisición del control punto cero.

Con las mejoras planteadas, se alcanzó una reducción teórica de veintiocho minutos y cuarenta y nueve segundos para una referencia y una hora, siete minutos y seis segundos para la otra, cabe destacar, que al implementar estas mejoras en las rutinas de trabajo y en el proceso productivo de la planta de autoadhesivos, se pueden obtener mayores resultados a los obtenidos teóricamente.

Ahora bien, al tener la información pertinente al proceso de producción de sellos y autoadhesivos y a las actividades del Setup, se optó, por realizar un estándar de tiempo de Setup por actividades, para que sea un objetivo al que apuntar y en un futuro superar, puesto que está sujeto, primero, al implementarlo en la planta de autoadhesivos, con lo cual puede tener modificaciones por parte del grupo de trabajo y segundo, una vez implementado, puede haber lugar a mejoras sobre las mejoras realizadas, por ende, es posible lograr una reducción mayor a la alcanzada en este proyecto. Cabe resaltar que por medio de este estándar se da cumplimiento a la última tarea de la fase 3 de este proyecto.

Dicho estándar del tiempo de Setup, se construyó con base al ideal de la planta, es decir, que tienen incluidas todas las posibles mejoras establecidas en este proyecto, por ende, se redujeron las actividades a unas pocas generales y se clasificaron entre internas y externas, además, se tomaron como referencia los tiempos de ejecución más bajos por parte de los operarios y ayudantes que quedaron registrados tanto en los videos tomados como en los formatos de Setup.

Los tiempos estándar de Setup para las referencias se muestran a continuación:

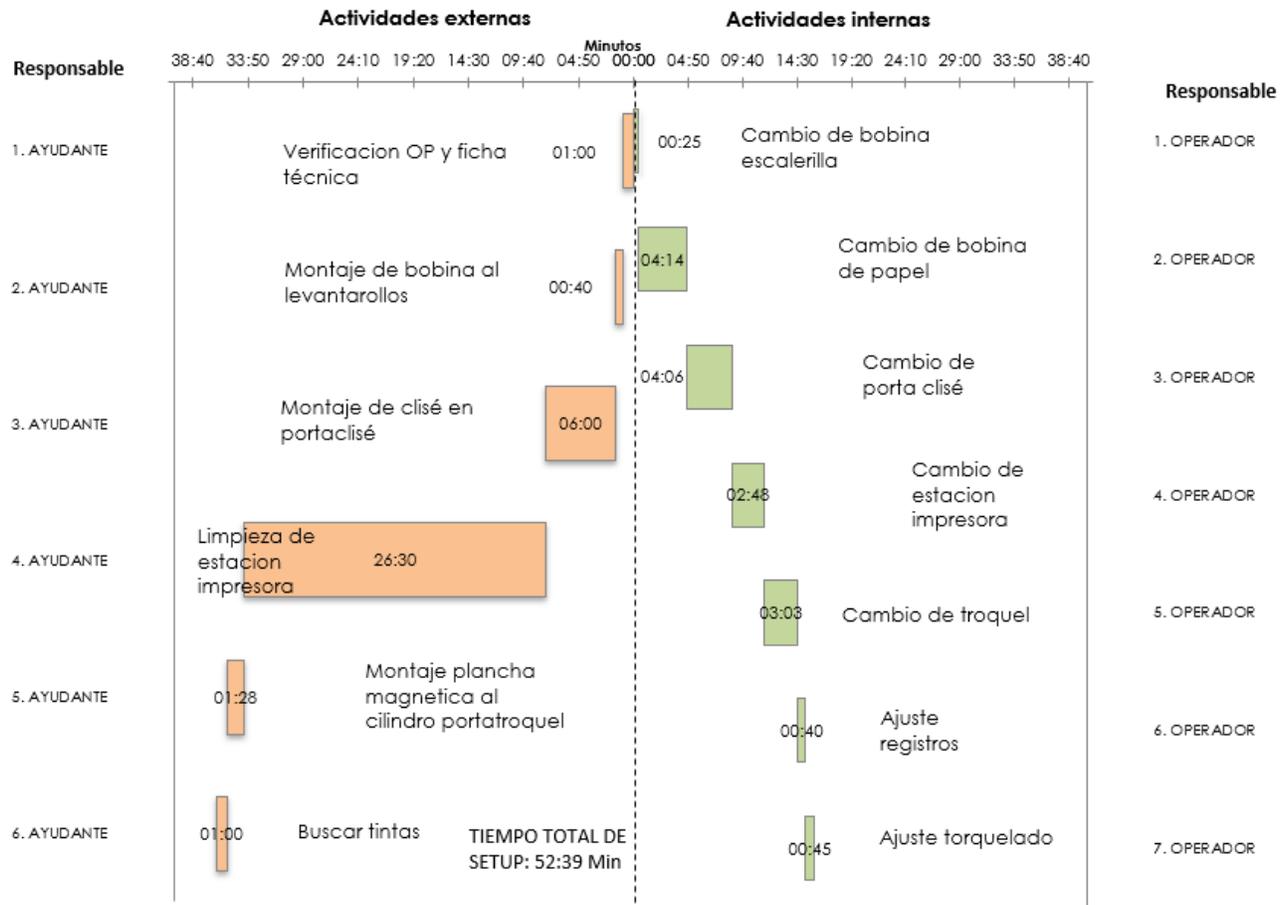
Tabla 4*Tiempos estándar por referencia*

Referencias	Tiempo Estándar de Setup
1 color	19:49 Minutos
2 colores	26:23 Minutos
3 colores	32:57 Minutos
4 colores	39:31 Minutos
5 colores	46:05 Minutos
6 colores	52:39 Minutos

El estándar está compuesto por 13 actividades generales, estas, están compuestas por pequeñas actividades sencillas, entre las actividades generales se dividen en 6 externas y 7 internas ejecutadas por ayudante y operario respectivamente. Para las referencias de 6 colores el estándar de tiempo de Setup es de cincuenta y dos minutos y treinta y nueve segundos y para la referencia de 5 colores el tiempo estándar es de cuarenta y seis minutos con cinco segundos. La diferencia entre estas dos, es la ejecución repetida de 4 actividades, puesto que por cada color a utilizar se necesitará una estación de impresión más, lo que deriva en ocupar seis minutos con treinta y cuatro segundos por cada color a utilizar de más. A continuación, se muestra el estándar de tiempo estipulado para las actividades del Setup de una referencia de seis colores:

Figura 6

Tiempo estándar de Setup



Conclusión

La implementación de la metodología smed, en la planta de autoadhesivos, se ejecutó con base a las fases de diagnóstico, clasificación y conversión de actividades, en donde con ayuda del equipo de smed y los profesionales a cargo del área de mejora continua se logró desarrollar con éxito cada etapa, además de esto, a partir de las bases de información que se manejan en la organización se pudo determinar lo siguiente:

- La aplicación de la metodología smed en el proceso productivo de la impresora flexográfica, permitió la reducción teórica del tiempo de Setup de 47 minutos con 58 segundos en promedio, lo cual, proyectado a un año, genera un ahorro de tiempo de 280 horas en promedio, luego de que se ejecutaran las etapas de diagnóstico, clasificación y conversión de actividades.
- Ahora bien, si este tiempo es utilizado para producir, se estima que se pueden producir 175500 millares lo que representa 1 mes de producción aproximadamente, lo que quiere decir, que, con el tiempo ahorrado proyectado a un año, la producción de sellos de un año se puede fabricar en 11 meses.
- El tiempo de Setup es uno de los factores que más consume tiempo planificado, ya que ocupa el 20 % de este, afectando directamente la productividad y disponibilidad de la impresora flexográfica,
- Después de que las actividades que componen el Setup fueron ordenadas, caracterizadas y clasificadas en 107 actividades internas y 6 actividades externas, se encontró que cerca del 94 % de estas, se ejecutaban con la maquina en reposo.
- Por último, luego de aplicar la Técnica ECRS sobre las actividades se obtuvo una reducción de tiempo aproximada de 47 Minutos, en donde se eliminó, combino, redujo y simplifico algunas actividades que conforman el Setup, dejando un saldo de 48 actividades internas y 31 actividades externas.

Como se describió anteriormente, la implementación teórica de la metodología smed alcanzo el objetivo propuesto, donde lo más importante fue la disminución de la principal causa de tiempo muerto dentro del proceso productivo de sellos y autoadhesivos. Ahora, sigue validar estos resultados a partir de la aplicación práctica de este proyecto en la planta de sellos y etiquetas autoadhesivas.

Recomendaciones

En este apartado, se pretende plasmas algunas acciones en forma de sugerencias, que se pueden realizar para complementar los objetivos alcanzados con este proyecto y que permitan en un futuro aportar nuevos conocimientos tanto al sector industrial como al sector educativo.

Como primero, se recomienda a la gerencia, seguir apoyando al área de mejora continua y sus procesos, pues como ejemplo vivo, se tiene este proyecto, que por medio de sus herramientas y profesionales se logran materializar mejoras para corrugados del Darién y sus procesos productivos, generando ventajas, ahorros y adición de valor a sus procesos.

Por otra parte, se sugiere a los coordinadores de las líneas de producción y áreas, el implementar las metodologías de mejora continua, en las diferentes líneas de producción o procesos podría ser el camino por el cual, la organización logre mejoras significativas en temas de costos, desperdicios, tiempos, métodos, etc. Donde se pueda soñar con una empresa de clase mundial en temas metodológicos de mejora continua en la región del Urabá antioqueño.

Es importante resaltar, que el apoyo de la alta gerencia y el involucrar a todas las personas de la organización es fundamental para que los procesos y proyectos del área de mejora continua se lleven a cabo de manera exitosa, de modo que haya una integración de diferentes profesionales que construyan conocimientos que generen valor y ventajas competitivas para la organización.

Por otro lado, se recomienda a la gerencia realizar estudios o investigaciones de mercado con el fin de, primero, tener relaciones con los grupos de interés de la organización orientadas a los objetivos del milenio y aporten sostenibilidad y sustentabilidad de corrugados del Darién, segundo, al área de calidad para asegurar la calidad de sus materias primas, pues estas, en muchas ocasiones condicionan los procesos productivos, generando desviaciones, ineficiencias y retrasos en la producción.

REFERENCIAS

- Abril, J. J. (2019). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41200/1/TESIS%20JEFFERSON%20ABRIL.pdf>
- Asto, B. J. (2022). Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/items/b61e2568-edf8-4de3-8c80-7980babadce0>
- Astúa, B. Y. (2018). Obtenido de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/867/1/TFG_Ulatina_Yustin_Astua_Bermudez.pdf
- Buleje, T. D. (2020). *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25970>
- Buzón, Q. J. (2019). *Lean Manufacturing*.
- Calles, F. P. (2019). Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/34837/TFG-I-1053.pdf?sequence=1>
- Castells, M. (s.f.). Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/2781/1/Globalizaci%C3%B3n%20tecnolog%C3%ADa%20trabajo%20empleo%20y%20empresa.pdf>
- Cortés, A. J. (2020). *https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20827/12/RodriguezDiego_2021_DiminucionTiemposMetodologia.pdf*. Obtenido de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17222/17/CortesJuan_2020_ProcesoCambioMolde.pdf
- Espin, C. F. (2013). *3ciencias*. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>
- Fernández, Á. E. (2018). Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%C3%B3n?sequence=1>
- García, J. C. (2013). Obtenido de <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/14a832cf-df5b-4fce-b200-3eeb34c4e918/content>

- Hernández, M. C. (2014). Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47599/HernandezMartinezCuauhtemoc.pdf;jsessionid=3FE8816987C8357B118CBFF110D29FDB?sequence=1>.
- Hernández, M. J., & Vizán, I. A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, Técnicas e implantación*. Madrid.
- Hernandez, S. R., Fernandez, C. C., & Baptista, L. P. (2014). Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Ibañez, L. C. (Septiembre de 2019). *Tauja, Repositorio de trabajos academicos de la universidad de Jaén*. Obtenido de https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/14196/3/TFG_Cristobal_Ibanez_Lopez_.pdf
- Lefcovich, M. (2005). *Gestipolis*. Obtenido de Gestipolis.com: <https://www.gestipolis.com/smed-herramientas-reduccion-tiempos-produccion/#autores>
- Martínez, N. d. (2016). Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8779/386057.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, M., Guillermo, Balestrini, A. S., Balestrini, A. S., Meleán, R. R., & Rodríguez, C. B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. *Revista de Ciencias Sociales* . Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/280/28080109.pdf>
- Rodríguez, S. J. (2019). Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/127853/Rodr%20c3%adguez%20-%20Sistema%20de%20Gesti%20c3%b3n%20de%20Eficiencia%20Global%20%28Overall%20Equipment%20Effectiveness%20c%20OEE%29%20en%20tie....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, Ú. D. (2021). *Repositorio Institucional Universidad de Antioquia*. Obtenido de https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20827/12/RodriguezDiego_2021_DiminucionTiemposMetodologia.pdf
- Romo, P. B. (2009). *Repositorio Digital - Sistema de Bibliotecas Universidad del Bio-Bio*. Obtenido de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2296/1/Romo_Palma_Ana_Beatriz.pdf
- San Antonio, I. T., Gisbert, S. V., & Pérez, M. A. (2018). CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA. *3CIENCIAS*, 82.

Sarango, M. F. (2001). *Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1843/1/3576.pdf>

Socconini, P. L. (2019). *Lean Manufacturing Paso a paso*.

Tundidor Diaz, A., Peña Andres, C., Hernandez Ramos , E., Martinez Garcia, J., Campos Lleó, J., & Hernandez Barrueco, C. (2018). Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LjB8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=cadena+de+suministro+y+oportunidades+de+mejora&ots=WZNgyP3g1o&sig=OgX_yD4X1nPfF6WdXxiFNyBAXlk#v=onepage&q=cadena%20de%20suministro%20y%20oportunidades%20de%20mejora&f=false