

Dirección de Área de Conocimiento Industria y Producción

Mejora de proceso en producción de plástico en el área de imprenta de la empresa IMPROCEAMERICA.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. José Ángel
García Rivera
Carnet: 2016-0092I

Br. Eddy Antonio
Colindres Cortez
Carnet: 98-11469-5

Br. Bryan Stevens
Jarquín Gutiérrez
Carnet: 2017-0010E

Tutor:

MSc. Juan José
López Guadamuz

Dedicatoria

A mis padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Su amor incondicional, sacrificio y sabiduría me han inspirado a alcanzar mis metas y a nunca rendirme. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Este logro es tanto mío como suyo, pues cada paso que he dado ha sido impulsado por su apoyo constante.

A mis hermanos, por ser mis cómplices en cada aventura y por brindarme su apoyo en los momentos más importantes de este viaje. La complicidad y amor entre nosotros siempre me han motivado a dar lo mejor de mí.

A nuestros amigos, quienes han estado a nuestro lado en esta travesía. Gracias por escuchar nuestras dudas, celebrar mis logros y ofrecerme su compañía en los momentos difíciles. Cada uno de ustedes ha dejado una huella indeleble en nuestras vidas y este trabajo también es un reflejo de nuestras experiencias compartidas.

A nuestros profesores y mentores, quienes, a través de su conocimiento y orientación, han enriquecido nuestra formación académica. Gracias por impulsar nuestra curiosidad y enseñarnos a pensar críticamente. Su pasión por la enseñanza ha hecho una gran diferencia en nuestras vidas.

A nuestras familias, por su amor incondicional y por habernos brindado la confianza necesaria para perseguir nuestros sueños. Su apoyo emocional y material nos ha inspirado a superar cada desafío que se presentó en este viaje.

A nuestro tutor de tesis, Ing. Juan José López Guadamuz, por guiarnos con paciencia y dedicación. Su conocimiento y entusiasmo por el tema fueron fundamentales para el desarrollo de nuestro trabajo y nos enseñaron la importancia de la investigación y el rigor académico.

A nosotros tres, José García, Bryan Jarquín y Eddy Colindres, por la colaboración, el respeto y la amistad que hemos cultivado a lo largo de este proceso. Juntos hemos enfrentado dificultades, pero también hemos

compartido risas y momentos inolvidables. Esta tesis es el resultado de nuestro esfuerzo conjunto y de la confianza que hemos tenido los unos en los otros.

A todos aquellos que, de una manera u otra, contribuyeron a que este sueño se hiciera realidad. Cada palabra contenida en este trabajo es un reflejo de nuestra dedicación y el trabajo en equipo que hemos logrado.

Por último, a mí mismo, por haber perseverado en cada etapa de este proceso. A veces, el camino se torna difícil y lleno de obstáculos, pero cada desafío enfrentado ha valido la pena. Este trabajo es un testimonio de mis esfuerzos y de la fuerza que he encontrado para seguir adelante.

RESUMEN

INPROCEAMERICA es una empresa productora de bolsas plásticas en una gran variedad, para suplir a todo el mercado nacional, el proceso de elaboración abarca cuatro principales de transformación de la materia prima (el polietileno y convencional), Reciclado, Extrusión, Imprenta y Conversión, estos son dividido por departamentos.

Mantener un área de trabajo adecuado, es decir limpio libre de obstáculos, ordenado y con las herramientas únicamente necesarias para el buen desempeño de la tarea encomendada al colaborador en el puesto de trabajo, es el resultado del correcto manejo y aplicación de la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Dies.).

El presente trabajo está enfocado en proponer un plan de mejora en la productividad en la planta de producción, puesto que presenta problemáticas internas relacionadas con la eficiencia y la productividad, Algunos de estos problemas incluyen complejidad en la planificación, tiempos de cambio largos y reducción de la flexibilidad.

El presente estudio para el plan de mejora está distribuido de la siguiente manera:

Capítulo I: Aspectos metodológicos el cual contiene la descripción de la problemática y el motivo por el cual se llevó a cabo este trabajo.

Capítulo II: Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa, donde se expone el análisis de proceso actual, se identifican los elementos que limitan la producción en el área de imprenta de la planta de producción

Capítulo III: Aplicación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Dies), donde se expliquen las fases del proceso, junto con la separación y conversión de actividades internas y externas, la implementación de la herramienta garantizando sea un proceso consistente.

Capítulo IV: Resultados obtenidos, evaluación detallada de estos y conclusiones donde se explica el impacto que tendrá esta herramienta en la productividad y la eficiencia de la empresa.

Índice

CAPÍTULO 1 – ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	4
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.2 Marco teórico	7
1.2.1 Generalidades de procesos.	7
1.2.2 SMED aplicado a los Procesos.....	8
1.2.3 Definición de materia prima.	11
1.2.4 Materia prima e insumos.....	11
1.2.5 Definición de maquinaria.....	12
1.2.6 Descripción de la maquinaria.	13
1.3 Diseño metodológico.....	21
1.3.1 Tipo de estudio.....	23
1.3.2 Población	23
1.3.3 Muestra	23
1.3.4 Fuente de información.....	23
1.3.5 Técnicas de recolección de la información.....	24
1.3.6 Análisis de datos.....	25
CAPÍTULO 2 – SITUACIÓN ACTUAL.....	28
2.1 Generalidades de la Empresa	28
2.1.1 Misión.....	28
2.1.2 Visión	28
2.1.3 Categorías en la empresa.....	28
2.1.4 Organigrama general de INPROCIMERICA.	29
2.2 Valoración de la situación actual	29
2.2.1 Proceso de elaboración de plástico	29
2.3 Etapas del proceso de imprenta	33
2.3.1 Desarrollo de arte nuevo.....	33
2.3.2 Elaboración de planchas.....	35
2.3.3 Montaje	36
2.3.4 Puesto técnico de imprenta	38
2.3.5 Preparación de tintas.....	39
2.4 Flujograma del proceso de producción	41
2.5 Tiempo necesario para el cambio de modelo.	41
2.5.1 Diagrama de Gantt.	43
2.5.2 Elementos que inciden en el proceso de producción	45

Capítulo 3 – Plan de mejora.....	46
3.1 Evaluación de alternativas.....	46
3.2 Diagrama de proceso de cambio de herramienta.....	49
3.2.1 Actividades internas.....	50
3.2.2 Optimizando el proceso.....	51
3.2.3 Mantenimiento preventivo programado.....	54
3.2.4 Mejora en el proceso de producción.....	57
CAPITULO 4 - EVALUACIÓN DE PROPUESTA.....	58
4.1 Definición de propuesta.....	58
4.2 Análisis de viabilidad.....	58
4.2.1 Viabilidad económica.....	58
4.2.2 Viabilidad operativa.....	64
4.3 Impacto en el proceso de producción.....	65
4.4 Conclusión.....	67
5. Referencias.....	70
6. Anexos.....	71

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Organigrama general.....	29
Ilustración 2: Máquina mezcladora.....	30
Ilustración 3: Máquina de extrusión.....	31
Ilustración 4: Máquina de imprenta.....	32
Ilustración 5: Máquina conversor.....	33
Ilustración 6: Proforma de EPP.....	59
Ilustración 7: Proforma de gasolina.....	60
Ilustración 8: Proforma de materiales de mantenimiento.....	61
Ilustración 9: Proforma de mano de obra de mantenimiento.....	62
Ilustración 10: Precio de venta de empaques.....	63
Ilustración 11: Costo de producción de empaques.....	63
Ilustración 12: Costo de capacitación.....	69

CAPÍTULO 1 – ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.1 Introducción

La eficiencia y la calidad son cruciales para el éxito empresarial, la optimización de los procesos de producción se convierte en una prioridad estratégica. INPROCEAMERICA (empresa inversiones y productos de Centroamérica S.A), una empresa líder en la industria de los plásticos reconoce la importancia de mejorar continuamente sus operaciones para mantener su competitividad en el mercado.

INPROCEAMERICA es una empresa ubicada de la entrada al instituto Ramírez Goyena 1c al oeste y 1c al sur en el municipio de Managua, esta empresa se dedica a producir y comercializar empaques plásticos flexibles donde su materia prima es la resina certificada por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos). Entre los empaques plásticos se destacan las bolsas, mangas, láminas, gabachas, rollos lisos e impresos y rollos negros para uso agrícola.

Se analizó el proceso de producción de plástico en el área de imprenta de la empresa INPROCEAMERICA porque en esta se desempeña un papel fundamental en la producción de productos plásticos de alta calidad. Desde etiquetas hasta empaques personalizados, la impresión precisa y eficiente es esencial para satisfacer las demandas de los clientes y garantizar la satisfacción del producto final. Además de que actualmente la capacidad de producción del área de extrusión es mayor que a esta, por lo que se genera un cuello de botella del proceso productivo en general.

Actualmente en esta empresa se utiliza el sistema de producción por lotes, con este sistema se produce una cantidad específica de plásticos en una única sesión de producción o durante un período determinado, el tamaño de estos lotes es de 500 kg porque se toma tres horas en el cambio de equipo y piezas al producir en lotes más pequeños. Esto genera insatisfacción de los clientes cuando requieren el producto en menos tiempo de lo que la empresa se demora en producirlo que es de cinco horas, esta insatisfacción puede ser perjudicial ya que se corre el riesgo de que los clientes busquen otro proveedor que cumpla sus demandas y exigencias.

Por otra parte, al producir 500 kg por cada lote el producto que no se vende de

forma inmediata se debe almacenar, esto en la mayoría de los casos genera gastos adicionales a la empresa porque el producto pierde calidad debido a efectos de almacenaje el cual se debe reciclar invirtiendo nuevamente tiempo e insumos.

En el presente trabajo se aplicará la metodología SMED (single minute exchange of die) donde se hará énfasis en los pasos de la metodología que hace posible realizar la preparación del equipamiento y las operaciones de cambio por debajo de 10 minutos (en el rango de un simple dígito), y metodología Justo a Tiempo (JIT) que busca mejorar la eficiencia y reducir desperdicios al recibir bienes solo cuando son necesarios en el proceso de producción, minimizando así los inventarios.

Con la aplicación de la metodología SMED se calculó el tamaño de lote requerido, utilizando la técnica de tamaño óptimo de pedido dependiendo de las demandas de los clientes, cumpliendo así las exigencias de entrega y evitando el almacenaje excesivo del producto.

1.2 Antecedentes

La insatisfacción de los clientes cuando no se cumple con su exigencia relacionadas al tiempo de entrega, esto conlleva a que recurran a otro proveedor.

Actualmente en la planta de producción de INPROCEAMERICA se ha estado produciendo 500 kg de cada producto y se almacena lo que no se logra vender, luego se produce el producto del que haya menos en existencias. De esta manera INPROCEAMERICA ha podido sobre llevar y cumplir con la exigencia respecto a la entrega de los productos.

Las etapas del proceso de producción actual son las siguientes:

1. Mezclado de la materia prima e insumos.
2. Extrusión de la mezcla.
3. Impresión según requerimientos.
4. Conversión según molde.

La limitante surge cuando se debe producir otro tipo de bolsa y por ende se debe cambiar la materia prima, los colores de imprenta según los requerimientos de los clientes, entre otros cambios que se demora tiempo adicional no previsto en la planificación, lo que ocasiona retrasos en la entrega del producto.

Como medida de contingencia se ha recurrido a contratar personal temporal y pagar horas extras a los trabajadores. Estas medidas han sido ocasionales y se han aplicado solo cuando ha surgido la necesidad de productos específicos.

En síntesis, la secuencia de antecedentes muestra una clara progresión de problemas relacionados con la insatisfacción del cliente, evidenciada por la falta de respuesta a las demandas específicas de los clientes y la necesidad de mejorar la eficiencia operativa a través de metodologías como SMED. Las soluciones adoptadas hasta ahora (personal temporal y horas extras) son medidas reactivas que no abordan de manera sostenible las raíces del problema. La recopilación de información y la preparación para la implementación de metodologías más efectivas serán cruciales para mejorar la satisfacción del cliente y optimizar los procesos en el futuro.

1.3 Justificación

Concluida esta investigación se recomienda la metodología SMED porque se adecua mejor a la problemática, en base a la información recopilada y analizada nos brinda una idea de cómo cambiar y desde donde iniciar. Con esta información INPROCEAMERICA podrá poner en práctica la metodología SMED solucionando el problema a corto plazo.

La información recolectada fue de mucha ayuda para brindar una alternativa más, ver cual metodología conviene aplicar en la empresa, para disminuir el tiempo que se requiere en el cambio de herramientas y equipos para los distintos procesos que se llevan a cabo en la producción de plástico. Esta disminución de tiempo le ayudaría mucho al personal de la planta de producción de la empresa, mejorando la eficiencia operativa en general, la identificación y eliminación de cuellos de botella, redundancias y procesos ineficientes en la planta de producción conducirán a una mejora significativa en la eficiencia operativa.

Al final de este trabajo lo más importante que se pretende es eliminar el tiempo innecesario para realizar el cambio de equipos y eliminando las restricciones que limitan el proceso de producción, además de adaptar una cultura de eficiencia operativa y tener una mejora.

INPROCEAMERICA podrá destacarse entre la competencia y satisfacer las demandas de los clientes de manera más efectiva porque tendrá tiempos de producción más cortos, menores costos laborales y una utilización más efectiva de los recursos, lo que contribuirá a aumentar la rentabilidad general de la empresa.

La calidad del producto final es un factor determinante en la satisfacción del cliente y la lealtad a la marca. Al optimizar el proceso de impresión, INPROCEAMERICA podrá garantizar una mayor consistencia y precisión en la reproducción de diseños, colores y detalles, lo que se traducirá en productos plásticos de mayor calidad que satisfagan las expectativas de los clientes.

Lo anteriormente mencionado ocurrirá a corto plazo, sin embargo, INPROCEAMERICA al tener mayor eficiencia operativa puede conducir a ahorros significativos en términos de consumo de energía, mantenimiento de equipos y uso de materiales, lo que mejorará la rentabilidad a largo plazo de INPROCEAMERICA.

Aplicada la mejora en el proceso de producción se pretende optimizar las tareas, esto beneficiaría directamente a los trabajadores que laboran en la planta de producción, porque se tendrá una línea de trabajo trazada, además que aumentaría su productividad y a su vez su salario neto por algún cumplimiento en sus metas.

Por otra parte, este trabajo también nos ayuda a desarrollar habilidades esenciales que contribuyan a nuestro crecimiento personal y profesional. También de permitir hacer aportes significativos a nuestro campo de estudio y a la sociedad en general. Es una inversión valiosa en nuestro futuro y una oportunidad para dejar una huella duradera en el mundo académico y profesional

Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer mejora en el proceso de producción de plásticos en la empresa INPROCEAMERICA.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Describir el proceso actual de producción en el área de imprenta.
2. Realizar un diagnóstico de los elementos que inciden en el proceso de producción de plástico.
3. Evaluar la propuesta de mejora en el proceso de producción de plástico.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Generalidades de procesos.

INPROCEAMERICA como empresa nicaragüense dedicada la elaboración de empaques plásticos flexibles tiene la obligación de mantener su competitividad en el mercado mejorando su proceso de producción. Aplicando estrategias con el propósito de identificar, analizar y corregir sus debilidades en el proceso.

De forma general se sabe que un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades que transforman los elementos de entrada, en elementos de salida, los productos o servicios.

De forma más detallada también según ISO 2001:2015 está establecido que para un proceso está definido de la siguiente manera:

Entradas y salidas: como su propio nombre indica implican entradas y salidas. ¿De qué? De otros procesos anteriores, flujos de información, recursos, productos, servicios. Es de la forma en la que esos elementos nos llegan y como salen al pasar por nuestras manos. Para aclararlo pensemos que somos una agencia de viajes y recibimos muchas ofertas variadas de diferentes hoteles (entrada). Nuestro trabajo sería adecuar la oferta a las necesidades de cada cliente (salida).

Secuencia e interacción: este es un requisito muy sencillo y lógico. Todas las empresas y organizaciones siguen múltiples procesos. La ISO 9001:2015 simplemente indica que deben ordenarse secuencialmente, pues en muchos casos un proceso depende de otro. Es decir, si por ejemplo construimos casas debemos empezar por los cimientos, no es lógico empezar por el techo. Debemos tener en cuenta en este apartado la interacción con los proveedores y cliente, pues podrían influir en la secuencia de los procesos.

Criterios y métodos: los criterios sirven para determinar los requisitos del proceso que se desea cumplir. Los métodos son la forma en la que se van a intentar cumplir esos requisitos, es decir, los procedimientos. Por ejemplo, si vendemos comida en un restaurante de hamburguesas cuyo objetivo sea la satisfacción del cliente, el proceso será hacer una hamburguesa para el cliente. El método o procedimiento será como realizar esa hamburguesa. Orden de los ingredientes, cantidad, tamaño...

Recursos: son los recursos que la empresa va a necesitar para realizar la actividad. Se deben asignar correctamente para que el proceso se complete correctamente y no surjan problemas como falta de presupuesto.

Responsabilidad y autoridad: consiste en designar un responsable del proceso. No es necesario que una sola persona se encargue de todos los procesos, sino que puede haber uno para cada proceso. Si por ejemplo fabricamos muebles habrá responsable en el proceso de compras, en el de producción, diseño, etc.

Riesgo y oportunidades: consiste en evaluar los riesgos que conlleva el proceso y las oportunidades que pueden surgir de realizarlo.

Evaluación: simplemente consiste en comprobar si el proceso cumple con lo previsto.

Mejora: implica mejorar continuamente el proceso ya sea con costes más reducidos, optimización del tiempo, mayor satisfacción del cliente, etc.

1.2.2 SMED aplicado a los Procesos

SMED, que significa "Single-Minute Exchange of Die" (Cambio de Herramienta en Menos de un Minuto), es una metodología diseñada para reducir el tiempo de cambio de herramientas y preparaciones en procesos de manufactura. Su objetivo es minimizar el tiempo de inactividad y aumentar la eficiencia de producción.

Para llevar a cabo la metodología SMED se seguirán los siguientes pasos:

1. Identificación de actividades internas y externas: Se distinguirán entre actividades que solo se pueden realizar cuando la máquina está detenida (actividades internas) y aquellas que se pueden realizar mientras la máquina todavía está en funcionamiento (actividades externas).
2. Separación de elementos internos y externos: Se identificará y separará claramente las actividades que pueden realizarse externamente para

reducir el tiempo de inactividad de la máquina.

3. Convertir actividades internas en externas: Se revisarán las actividades internas y se buscarán formas de convertirlas en actividades externas. Esto implicará el uso de herramientas especiales, la reorganización del entorno de trabajo o la optimización de procesos.
4. Estandarización de las nuevas prácticas: Una vez que se han identificado y aplicado los cambios necesarios para convertir actividades internas en externas, se deberá establecer nuevos estándares para garantizar que el proceso de cambio pueda repetirse de manera eficiente y efectiva en el futuro.
5. Mejora continua: SMED es un proceso continuo. Después de implementar los cambios iniciales, se monitorea el proceso para identificar nuevas oportunidades de mejora y optimización.

Estas etapas están diseñadas para ayudar a las organizaciones a reducir significativamente el tiempo de inactividad entre cambios de producción, lo que puede conducir a una mayor eficiencia operativa, menores costos y una mayor capacidad de respuesta a las demandas del mercado.

Por otra parte, para aplicar la metodología Justo a tiempo se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Evaluación Inicial y Planificación: Se realizará una auditoría de los procesos actuales de producción y gestión de inventarios.
2. Mejora de Procesos y Estándares: Se realizará un mapeo de los procesos de producción para entender el flujo de materiales y trabajo.
3. Implementación de Kanban: Se establecerá un sistema Kanban con tarjetas o señales electrónicas para gestionar el flujo de materiales y producción.
4. Reducción de Tiempos de Configuración y Lotes: Se debe adaptar la producción a lotes más pequeños para mejorar la flexibilidad y reducir

el inventario implementando técnicas SMED para reducir los tiempos de cambio y ajuste de máquinas.

5. Relación con Proveedores: Se debe seleccionar proveedores que puedan cumplir con entregas frecuentes y confiables.
6. Gestión de la Calidad: Se deberá implementar controles de calidad en cada etapa del proceso de producción para evitar defectos. También capacitar a los empleados en técnicas de control de calidad y resolución de problemas.
7. Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM): Se deberá desarrollar programas de mantenimiento preventivo para evitar paradas inesperadas.
8. Medición y Monitoreo: Se debe definir y monitorear indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar el progreso y el impacto de la implementación de JIT.

El marco teórico de este estudio se fundamenta en la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die), desarrollada por Shigeo Shingo, la cual se enfoca en reducir el tiempo de cambio de herramientas y configuraciones en los procesos de producción. Aunque concebida originalmente para la industria automotriz, esta metodología ha demostrado su efectividad en diversos ámbitos de producción, incluyendo el área de impresión.

SMED (Single-Minute Exchange of Die)

El objetivo primordial del SMED es minimizar el tiempo requerido para realizar cambios entre diferentes producciones. Para lograrlo, se basa en la conversión de actividades realizadas durante el cambio de herramientas en actividades que puedan llevarse a cabo mientras la máquina sigue en funcionamiento (actividades externas) y actividades que requieren la detención de la máquina (actividades internas). Este enfoque busca reducir el tiempo de inactividad de la máquina y maximizar la productividad del proceso.

La aplicación de la metodología SMED en el área de impresión busca reducir el tiempo de cambio de herramientas y configuraciones, maximizando la eficiencia y productividad del proceso. A través de la identificación y eliminación de actividades innecesarias, así como la optimización de las restantes, se logran mejoras significativas en el tiempo de preparación, la calidad de los productos y los costos de producción.

El SMED (Single-Minute Exchange of Die) es una metodología desarrollada por Shigeo Shingo, que se centra en reducir el tiempo de cambio de herramientas y configuraciones en los procesos de producción. Aunque fue inicialmente desarrollada para la industria automotriz, esta metodología ha demostrado ser efectiva en diversas áreas de producción.

El objetivo principal del SMED, es reducir el tiempo de preparación necesario para cambiar de una producción a otra. Se basa en el concepto de convertir las actividades que se realizan durante el cambio de herramientas en actividades que se puedan realizar mientras la máquina aún está en funcionamiento (actividades externas) y actividades que se deben realizar con la máquina detenida (actividades internas). De esta manera, se busca minimizar el tiempo en que la máquina está inactiva y maximizar la productividad del proceso.

1.2.3 Definición de materia prima.

Se refiere a los materiales básicos o recursos naturales que se utilizan para la producción de bienes. En el proceso de fabricación, la materia prima se transforma mediante diferentes métodos en productos terminados que se pueden comercializar.

1.2.4 Materia prima e insumos.

La materia prima utilizada es resina importada de Estados Unidos, así como también aditivos necesarios. Son diferentes los tipos de resina que se utilizan dependiendo del plástico a producir, entre los cuales tenemos:

- Resina lineal: Es un tipo de polímero que se caracteriza por tener una

estructura lineal, es decir, sus cadenas moleculares no están ramificadas.

- Resina convencional: Es un tipo de resina ampliamente utilizada en diversas aplicaciones, desde la fabricación de plásticos hasta adhesivos y recubrimientos. Es una resina termofija, que, una vez curadas, no pueden ser reblandecidas o remodeladas.
- Resina de alta densidad: Es un tipo de resina que se caracteriza por tener una mayor masa por unidad de volumen en comparación con otros tipos de resinas. Esto le confiere propiedades únicas que la hacen adecuada para diversas aplicaciones industriales y comerciales.
- Resina fraccional: Es un material utilizado en procesos de separación y purificación. Este tipo de resina permite la separación de diferentes compuestos químicos en una mezcla, aprovechando diferencias en propiedades físicas y químicas, como tamaño, carga o afinidad.
- Resina metaloceno con aditivo: Es un tipo de polietileno que se produce utilizando catalizadores metaloceno, lo que le confiere propiedades únicas como una mayor claridad, resistencia y flexibilidad.
- Resina metaloceno sin aditivo: Es un tipo de polietileno que se caracteriza por su alta pureza y propiedades excepcionales. Se produce mediante el uso de catalizadores metaloceno, lo que resulta en una estructura molecular más uniforme y controlada.

Los insumos requeridos son los siguientes:

- Aditivo antiblock
- Aditivo slip

1.2.5 Definición de maquinaria.

La maquinaria en una empresa se refiere al conjunto de máquinas y equipos

utilizados para llevar a cabo procesos de producción o prestar servicios. Esta incluye tanto máquinas pesadas, como también equipos más pequeños.

1.2.6 Descripción de la maquinaria.

En INPROCEAMERICA existen solamente cuatro tipos de máquinas industriales que se utilizan para la producción del plástico y son las siguientes:

1. Mezclador: Este equipo está diseñado específicamente para combinar diferentes tipos de polietileno, aditivos y otros materiales en el proceso de fabricación de productos plásticos.
2. Extrusora: Es una máquina utilizada para convertir materia prima en productos con formas específicas. Funciona alimentando el material en un cilindro donde se calienta y se mezcla, luego se fuerza a través de un dado que le da la forma deseada.
3. Impresora flexográfica: Es una impresora industrial de las cuales se disponen de 3 marcas (Shiavi, Bonardi y Comexi), son conocidas por su alta precisión y calidad en la impresión 3D.
4. Conversor: Esta máquina es usada en la fabricación de plásticos, para transformar los materiales plásticos en nuevos productos.

Tal como lo expresa el autor Shingo, S. (1995). Introducción a smed "El objetivo de SMED es reducir el tiempo de preparación a un solo dígito de minutos, idealmente a menos de tres minutos." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' smed'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

Así mismo, Shingo, S. en la (pag. 4) del mismo capítulo 1 establece "SMED no es solo una técnica para cambiar herramientas rápidamente, sino también una filosofía para mejorar la eficiencia general del proceso de producción." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical

evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

La Metodología SMED (single minute exchange of die) es un enfoque sistemático desarrollado por Shigeo Shingo para reducir el tiempo de inactividad entre los cambios de producción en los procesos de fabricación. Su objetivo principal es lograr tiempos de cambio de equipos por debajo de los 10 minutos, preferiblemente en el rango de un solo dígito (de ahí el nombre "single minute").

Por ello, se puede citar a Shingo, S. "La metodología SMED no se trata solo de reducir el tiempo de cambio de herramientas, sino también de mejorar la flexibilidad y la capacidad de respuesta del proceso de producción. En una empresa de plásticos, donde la demanda de productos puede variar rápidamente, la capacidad para cambiar rápidamente entre diferentes producciones es esencial para mantenerse competitivo en el mercado." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

Los principios y conceptos fundamentales de SMED son los siguientes: Diferenciación entre actividades internas y externas: En el contexto de SMED, las actividades internas se refieren a aquellas que solo se pueden realizar cuando la máquina está detenida durante el cambio de producción. Por otro lado, las actividades externas son aquellas que se pueden realizar mientras la máquina todavía está en funcionamiento. El objetivo es identificar y distinguir claramente estas dos categorías de actividades.

En relación con los principios, el capítulo 2: Los principios de SMED de Shingo, S en (pág. 11): establece lo siguiente: "El primer paso para aplicar SMED es identificar las actividades internas y externas." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

Shingo, S. afirma en ese mismo capítulo 2 pero (pág. 12) "Las actividades internas son aquellas que se pueden realizar solo con la máquina detenida, mientras que las actividades externas se pueden realizar mientras la máquina está funcionando." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. *International journal of production research*, 38(11), 2377-2395.

Conversión de actividades internas en externas: Uno de los principales enfoques de SMED es convertir tantas actividades internas como sea posible en actividades externas.

El mismo autor Shingo, S. lo manifiesta en (pág. 14) de su libro *Single Minute Exchange of Die: A Practical Guide* "El objetivo es convertir la mayor cantidad posible de actividades internas en actividades externas." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. *International journal of production research*, 38(11), 2377-2395.

Esto implica analizar y reevaluar cada paso del proceso de cambio de producción para identificar oportunidades de trasladar actividades que normalmente se realizan durante la parada de la máquina a momentos en los que la máquina sigue en funcionamiento.

Shingo, S. en el Capítulo 3 (pág. 23): Conversión de actividades internas en externas: manifiesta "Existen varios métodos para convertir actividades internas en externas, como la preparación previa, el uso de dispositivos de cambio rápido y la estandarización de procesos." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. *International journal of production research*, 38(11), 2377-2395.

Shingo, S. en el Capítulo 3 (pág. 24): Conversión de actividades internas en externas: "La preparación previa implica realizar todo lo que se pueda antes de

que la máquina se detenga para el cambio de herramientas." Shingo, S. (1985). McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

También, expresa en el Capítulo 3 (pág. 26): "Los dispositivos de cambio rápido permiten cambiar las herramientas de forma rápida y segura sin necesidad de herramientas especiales." y en la (pág. 27) afirma: "La estandarización de procesos asegura que todos los cambios de herramientas se realicen de la misma manera, lo que reduce el tiempo y la variabilidad." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

Optimización y estandarización: Una vez que se han identificado las actividades que se pueden realizar externamente, se busca optimizar y estandarizar estas nuevas prácticas. Esto implica implementar mejoras en el diseño de las herramientas y dispositivos utilizados durante el cambio de producción, reorganizar el entorno de trabajo para facilitar la accesibilidad y eficiencia, y establecer procedimientos estandarizados para llevar a cabo las actividades externas de manera eficiente y efectiva.

Esto lo manifiesta el autor Shingo, S. en el Capítulo 4: Estandarización y mejora continua, en su (pág 35) "Es importante estandarizar los nuevos procedimientos para las actividades internas y externas para asegurar una implementación efectiva de SMED." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

También, expresa en el capítulo 4 (pág. 36) "La mejora continua es esencial para mantener el éxito de la metodología SMED." Shingo, S. (1985). McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation

of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

Igualmente, en el capítulo 4 (pág. 37) manifiesta que "Se debe realizar un seguimiento del tiempo de cambio de herramientas y se deben buscar nuevas oportunidades de mejora." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

El objetivo final es reducir drásticamente el tiempo de inactividad entre los cambios de producción mediante la conversión de actividades internas en externas y la optimización de las prácticas mejoradas. Al lograr tiempos de cambio más cortos, las empresas pueden producir en lotes más pequeños según las demandas del cliente, lo que conduce a una mayor flexibilidad, menor desperdicio y mejor satisfacción del cliente.

En este sentido Shingo, S afirma "En una empresa de producción de plásticos, cada minuto de inactividad de la máquina durante el cambio de herramientas puede traducirse en pérdidas significativas de productividad. La implementación efectiva del SMED no solo reduce este tiempo de inactividad, sino que también mejora la calidad del producto al minimizar los errores asociados con los cambios de configuración." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

La Metodología SMED se ha utilizado ampliamente en diferentes sectores industriales y ha demostrado ser eficaz para reducir los tiempos de cambio de equipos y mejorar la eficiencia de los procesos de producción.

De acuerdo con lo expresado por Shingo, S. "Reducir el tiempo de cambio de herramientas es fundamental para aumentar la flexibilidad y la eficiencia en la producción de plásticos. La metodología SMED proporciona un enfoque

sistemático para identificar y eliminar actividades que no agregan valor durante el proceso de cambio, permitiendo así una transición más rápida entre diferentes productos." McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2000). A critical evaluation of Shingo's' SMED'(Single Minute Exchange of Die) methodology. International journal of production research, 38(11), 2377-2395.

El libro "Single Minute Exchange of Die: A Practical Guide" de Shingo, S. en la (pág. 41-55) del Capítulo 5: Casos de estudio. Presenta varios casos de estudio de empresas que han implementado con éxito la metodología SMED.

Estos casos de estudio proporcionan ejemplos concretos de cómo se puede aplicar SMED en diferentes industrias. En general, el libro "Single Minute Exchange of Die: A Practical Guide" es una excelente referencia para las empresas que buscan implementar la metodología SMED en sus procesos de producción. Esto incluye a la empresa INPROCEAMERICA.

Este mismo autor en otro libro de su propia autoría A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Manifiesta que "The SMED system, when implemented effectively, allows for quick and efficient changeovers, enabling plastic manufacturers to respond rapidly to changing customer demands and reduce production lead times." Shingo, S. (2019). A revolution in manufacturing: the SMED system. Routledge.

Lo que traducido es "El sistema SMED, cuando se implementa de manera efectiva, permite cambios rápidos y eficientes, lo que permite a los fabricantes de plásticos responder rápidamente a las demandas cambiantes de los clientes y reducir los tiempos de producción." Shingo, S. (2019). A revolution in manufacturing: the SMED system. Routledge.

Este autor también puso de manifiesto en otro libro Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System. Productivity Press. "By implementing SMED techniques and integrating zero quality control principles, plastic manufacturers can achieve high levels of quality and productivity, reducing defects and waste in their production processes." Shingo, S. (2021). Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system. Routledge.

Lo que se traduce "Al implementar técnicas SMED e integrar los principios de control de calidad cero, los fabricantes de plásticos pueden lograr altos niveles de calidad y productividad, reduciendo defectos y desperdicios en sus procesos de producción." Shingo, S. (2021). Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system. Routledge.

Por otro lado, Hirano, H. establece en su libro). JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing. Productivity Press lo siguiente: "SMED plays a critical role in the implementation of Just-In-Time (JIT) manufacturing in plastic production. It enables the reduction of setup times, allowing for smaller batch sizes, improved flexibility, and better response to customer demands." Hirano, H. (2009). JIT Implementation Manual--The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 2--Waste and the 5S's. Crc Press.

Lo que traducido es "Al implementar técnicas SMED e integrar los principios de control de calidad cero, los fabricantes de plásticos pueden lograr altos niveles de calidad y productividad, reduciendo defectos y desperdicios en sus procesos de producción." Hirano, H. (2009). JIT Implementation Manual--The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 2--Waste and the 5S's. Crc Press.

Otros autores; como Liker, J. K. (2004) se han referido a la metodología SMED de la siguiente manera:

"SMED es un componente fundamental del Sistema de Producción Toyota, que enfatiza la reducción de desperdicios y la mejora continua. Los fabricantes de plásticos pueden beneficiarse de SMED al minimizar el tiempo de inactividad, optimizar los procesos de cambio y mejorar la eficiencia operativa en

generalLiker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer McGraw-Hill Education.

Y el autor Monden, Y. (1983). "El Sistema de Producción Toyota, con SMED como una técnica fundamental, ha demostrado ser altamente efectivo en la industria del plástico, permitiendo a los fabricantes lograr tiempos de cambio más cortos, aumentar la utilización de equipos y mejorar la productividad." Monden, Y. (1983). Toyota production system. An Integrated Apprpach to Just-In-Time.

Estas fuentes ofrecen una variedad de perspectivas sobre la implementación y los beneficios de la metodología SMED, así como sobre el sistema de producción lean en general.

También se tomará en cuenta el sistema Justo a Tiempo (JIT, por sus siglas en inglés) este sistema recomienda una estrategia de gestión de inventarios y producción que se fundamenta en producir y entregar los productos justo en el momento en que son necesarios, eliminando el exceso de inventario y reduciendo los costos asociados.

El objetivo principal del sistema Justo a Tiempo (JIT) es minimizar el inventario y los costos asociados mientras se asegura que los productos y materiales estén disponibles exactamente en el momento en que son necesarios para la producción o la entrega al cliente. Este objetivo se logra mediante la eliminación de desperdicios, la mejora de la eficiencia en los procesos productivos y la alineación de la producción con la demanda real del mercado.

Para implementar el sistema JIT en el área de impresión, se deberán seguir las siguientes etapas:

Funciones Kanban	Normas de uso
Facilita informacion de retirada o de transporte.	El ultimo proceso retira el numero de articulos indicados por el kanban en el primer proceso.
Facilita informacion de produccion.	El primer proceso facilita articulos en la cantidad y periodicidad indicadas en un kanban.
Previene el exceso de produccion y el transporte innecesario.	No se transportan ni fabrican articulos sin un kanban.
Sirve como pedido de fabricacion adherido a los productos.	Siempre debe adherirse un kanban a los productos.
Previene los productos defectuosos al identificar el proceso que los produce.	Los productos defectuosos no se envian al siguiente proceso. El resultado es de un 100% de productos sin defectos.
Revela los problemas existentes y mantiene el control de stock.	Reduciendo el numero de kanban incrementa su eficiencia.

Tabla 1: Información de Ohno Taiichi

1.3 Diseño metodológico

Para este protocolo usamos la caja de herramienta de Lean Manufacturing enfocándonos en la metodología SMED y en la metodología JIT. Estas técnicas fueron diseñadas para minimizar el tiempo dedicado a las preparaciones o cambios de formato en los procesos productivos y en producir solo lo necesario, en la cantidad necesaria y en el momento necesario respectivamente. Para llevar a cabo estas mejoras seguiremos un plan estructurado para definir cómo se ejecutará el estudio.

1. Preparación previa.

En esta fase inicial se obtuvo un entendimiento profundo del proceso en cuestión. Se estudió el producto, las operaciones, la maquinaria, el diseño de la fábrica y los métodos de trabajo.

Se revisaron datos históricos y se realizaron observaciones directas en el lugar de trabajo proporcionando una base sólida que hará comprender las necesidades y los desafíos específicos del proceso. Se tuvo acceso a todos los recursos necesarios, como planos de la planta, materiales para tomar notas y cámaras para grabar los procesos.

Con esta información se pudo identificar áreas de desperdicio y oportunidades de mejora. Además de establecer metas claras y medibles, como la reducción de inventarios, la mejora en los tiempos de entrega y la calidad del producto.

2. Análisis de las actividades.

En esta etapa se grabaron y se observó detalladamente cada una de las actividades que forman parte del proceso de cambio. Aquí se filmó a cada persona implicada en el proceso, desde la fabricación de la última pieza de la referencia saliente hasta el comienzo de la fabricación.

Una vez recopiladas las grabaciones, se analizaron meticulosamente para identificar áreas de mejora y optimización. Además, se pudo tomar decisiones significativas como cambiar el orden de los procesos de tal forma que queden alineados donde se produce la mayor sobrecarga y apoyarlos para minimizarlas.

3. Diferenciar y separar interno de externo.

El núcleo del SMED es la habilidad para distinguir y separar las tareas internas de las externas, maximizando así el tiempo de operación del equipo. Podemos definir las tareas internas como aquellas que requieren que el equipo esté detenido o funcionando a una velocidad reducida.

Mientras que las tareas externas se realizan con el equipo en funcionamiento normal. En esta etapa también se podrá identificar y eliminar tareas innecesarias que no contribuyen al proceso de cambio.

4. Organización de las Actividades Externas

En este punto, se planificaron las actividades externas para asegurar que estén listas en el momento del cambio de referencia. Para planificar esto se llevó a cabo la creación de una lista detallada que incluye preparaciones previas, herramientas y piezas necesarias. También la colocación de herramientas, supervisión y modo de transporte de las piezas, entre otras consideraciones importantes.

5. Transformar las Tareas Internas en Externas

El objetivo es maximizar el número de tareas que pueden realizarse mientras el equipo está en funcionamiento. Para ello, se estableció un plan de acción claro que especifique tanto la tarea, la persona responsable y el plazo para su realización.

6. Reducción de Tiempos en las Tareas Internas

Dado que las tareas internas requieren la detención del equipo, es crucial minimizar su duración. Se realizó un enfoque creativo para identificar cómo se pueden mejorar estas tareas, seguido de la elaboración e implementación de un plan de acción.

1.3.1 Tipo de estudio.

El tipo de investigación es cuantitativa porque se midió el costo de implementar esta metodología, así como también el beneficio de este, teniendo en cuenta que con esta propuesta se espera reducir el tiempo y el costo de producción.

1.3.2 Población

En planta de producción de INPROCEAMERICA suma un total de 16 empleados. Los cuales se distribuyen desde el proceso de mezclado, hasta el de conversión.

1.3.3 Muestra

Para determinar la muestra de esta población finita que se tomaron en cuenta para la recolección de información usamos la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(e^2(N - 1)) + ((Z^2) * p * q)}$$

$$n = \frac{16 (1.96)^2(0.5)(0.5)}{[0.05^2(66 - 1)] + [(1.96)^2(0.5)(0.5)]}$$

$$n = 15$$

1.3.4 Fuente de información.

Toda la información que se consideró necesaria para esta investigación se obtuvo de personal que labora en la planta de producción de la empresa INPROCEAMERICA, claro que con un aviso previo para la visita a la empresa.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se midió y analizaron fenómenos mediante datos numéricos y para el desarrollo exitoso de esta investigación fue necesaria la información cuantitativa ya que se debió conocer el tiempo de cambio necesario con el proceso que implementa la empresa en la actualidad y el costo de producción del plástico.

También fue necesaria información textual porque consultamos libros o artículos relacionados con ambas metodologías, también necesitamos de información visual ya que es muy importante un análisis detallado de las actividades de cambio y para ello logramos disponer de fotografías y videos de cómo se lleva a cabo el proceso de cambio actualmente. También información táctica porque la información que nos proporciona personal interno de INPROCEAMERICA fue utilizada para planificar y ejecutar acciones a corto y mediano plazo para alcanzar los objetivos específicos planteados. Además de Información privada proporcionada por colaboradores de la empresa.

1.3.5 Técnicas de recolección de la información

- Se realizaron entrevistas a personal de la planta de producción de INPROCEAMERICA para obtener información detallada y en profundidad sobre experiencias, percepciones, conocimientos, entre otros.
- También se realizaron observación directa del proceso de cambio en INPROCEAMERICA para recopilar datos de manera objetiva y sin intervención de los participantes.

Para realizar la entrevista, antes nos preparamos para que esta sea lo más productiva posible. En esta preparación investigamos sobre el tema, definimos los objetivos de la entrevista e hicimos una lista de preguntas relevantes estructuradas en función del tema en investigación; durante esta entrevista contamos con todos los equipos necesarios como grabadoras, bolígrafos, papel, entre otros.

Antes de realizar la entrevista establecimos el ambiente más adecuado, este fue un lugar tranquilo y sin distracciones para llevar a cabo la entrevista.

Asegurándonos también que la iluminación y el sonido fueran los más adecuados para la entrevista.

Al iniciar le presentamos el propósito de la entrevista para que quedara claro del trabajo que llevaremos a cabo, luego comenzamos con preguntas generales para romper el hielo y luego pasar a temas más específicos. Para desarrollar la entrevista seguimos el flujo de la conversación, pero siempre manteniendo el control para así asegurarnos de cubrir todos los puntos clave.

Escuchamos atentamente las respuestas de los entrevistados e hicimos preguntas de seguimiento para profundizar en los temas más importantes.

Para finalizar la entrevista resumimos los puntos clave discutidos durante la entrevista, luego de eso preguntamos si hay algo más que el entrevistado quisiera agregar.

Una vez terminada la entrevista la transcribimos para capturar toda la información importante, la entrevista grabada nos aseguramos de que la grabación esté guardada de manera segura y transcribimos los aspectos importantes.

Para realizar la observación directa antes definimos el propósito de esta, decidiendo el fenómeno a observar, establecimos los objetivos y expectativas para la observación, definimos el momento adecuado para no retrasar o interrumpir las actividades de la empresa.

Preparamos las herramientas de observación determinando primero el método que utilizamos para registrar la observación. Nos aseguramos de que las herramientas estén listas y funcionando correctamente antes de comenzar la observación.

Durante la observación nos mantuvimos discreto para no interferir en la situación que estuvimos observando. Tomamos los datos del evento y notas detalladas, así como comportamientos o aspectos relevantes que se observaron.

1.3.6 Análisis de datos.

Una vez completada la observación, revisamos los registros y notas para

identificar patrones, tendencias o temas emergentes. También organizamos los datos de manera que pudimos analizarlos y sacar conclusiones significativas.

Expresamos nuestras observaciones de manera clara y concisa, utilizando datos concretos para respaldar nuestras conclusiones. Con las relevantes incluimos ejemplos específicos de los registros de observación.

Con toda la información recopilada de la entrevista se revisaron las notas, pero con las entrevistas grabadas, se transcribió la grabación de manera precisa y completa. Las notas que se tomaron durante la entrevista se revisaron para asegurarnos de que estén claras y comprensibles. Luego se organizó la información de manera ordenada y legible para facilitar el análisis posterior.

Esta información fue interpretada para destacar los hallazgos más relevantes y las conclusiones clave de la entrevista. También se tomaron en consideración cómo estos hallazgos de la entrevista se relacionan con la literatura existente, investigaciones anteriores u otros contextos relevantes.

Se validaron los resultados de la entrevista buscando la opinión de otros expertos y realizando análisis adicionales. Estos resultados fueron presentados de manera clara y estructurada, utilizando evidencia concreta de la entrevista para respaldar nuestras conclusiones.

Respecto a la información recolectada con la observación directa se revisaron los registros notas asegurándonos estén completos y comprensibles. Hecho esto se organizaron de manera ordenada y legible para facilitar el análisis posterior.

Se examinaron los registros en busca de patrones, tendencias y comportamientos relevantes que hayan ocurrido durante la observación. Identificando cualquier evento significativo o interacción en el comportamiento que pueda ser relevante para el objetivo de observación.

Se interpretaron los resultados de la observación, considerando cómo se relacionan con el objetivo de la observación y cualquier pregunta de investigación. También se resumió la información para resaltar los hallazgos más importantes y las conclusiones clave de la observación.

Para validar se tomaron en consideración cómo los resultados de la observación se relacionan con la literatura existente, teorías previas u otros contextos relevantes. Se buscó la opinión de otros observadores o expertos en el campo.

Se presentaron los descubrimientos de manera clara y estructurada, utilizando ejemplos concretos de la observación para respaldar nuestras conclusiones al respecto.

Se revisaron los registros de observación, notas escritas, grabaciones de audio o video, para asegurarnos de tener una comprensión clara de los eventos y comportamientos observados. También se organizaron los registros de manera que fueran fáciles de revisar y analizar.

Se examinaron los registros en busca de patrones y tendencias recurrentes en el proceso de cambio de equipamiento, las interacciones y los eventos observados para buscar alternativas más rápidas sin afectar su funcionalidad. Por ello se buscaron similitudes y diferencias entre las observaciones para obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado.

Se interpretaron los resultados de nuestro análisis, considerando cómo se relacionan con el objetivo de la observación respecto al tema de investigación. Se resumió la información para resaltar los descubrimientos más importantes y las conclusiones clave de la observación.

Con esta información logramos conocer por completo el cambio de equipamiento efectuado en la actualidad, valorando cambios en el proceso por posibles mejoras potenciales que reducirían el tiempo necesario.

CAPÍTULO 2 – SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Generalidades de la Empresa

INPROCEAMERICA es una empresa nicaragüense que se dedica a la elaboración de empaques plásticos flexibles de la más alta calidad en polietileno baja y alta densidad.

2.1.1 Misión

Brindar confianza a nuestros clientes por medio de la calidad, servicio, soluciones, innovación y desarrollo, para garantizar la entera satisfacción de nuestros clientes.

2.1.2 Visión

Fortalecernos cada día más como la empresa líder en producción y comercialización de empaques flexibles en Nicaragua y Centroamérica.

2.1.3 Categorías en la empresa

La estructura de la organización está conformada desde la junta directiva hasta seis gerencias, como lo son:

- Gerencia financiera.
- Gerencia comercial.
- Importaciones y compras.
- Humanos e higiene.
- Control de procesos.
- Gerencia de planta.

2.1.4 Organigrama general de INPROCERICA.

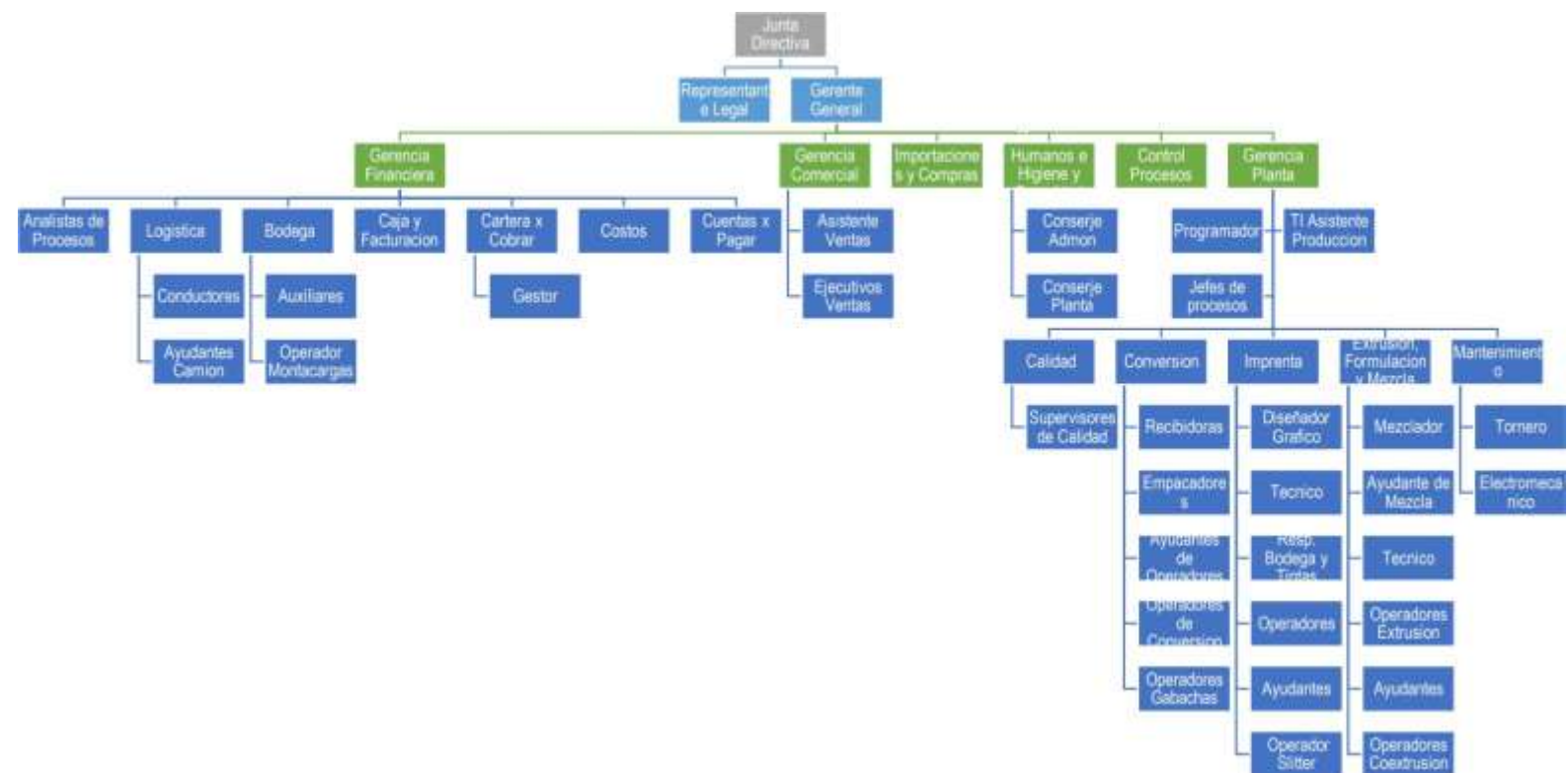


Ilustración 1: Organigrama general

2.2 Valoración de la situación actual

Haremos un análisis exhaustivo y detallado del estado en el que se encuentra la planta de producción. Esta valoración no se limita a los números financieros, aunque estos son una parte crucial. También implica examinar una amplia gama de aspectos internos y externos que influyen en el desempeño y las perspectivas en el área de imprenta.

2.2.1 Proceso de elaboración de plástico

El proceso de producción de plástico consta de varias etapas, desde la obtención de materias primas hasta la fabricación del producto final. A continuación, se detallan todas estas:

1. Mezclado

En el mezclador se mezcla la materia prima que es la resina con los aditivos correspondientes según el tipo de bolsa a producir. Esa mezcla tiene características específicas dependiendo del requerimiento del cliente sobre la bolsa.



Ilustración 2: Máquina mezcladora

2. Extrusión

El área de extrusión es donde se desarrolla el proceso por el cual se toma la materia prima (la mezcla) proveniente de la industria petroquímica y se funde para unir los pellets (pequeñas porciones de polietileno).

La plasta que queda de la fundición se sopla por un dado circular para crear una película de polietileno del ancho y características especiales, pudiendo ser tubular, abierto por uno o dos lados y, película plana.

También tiene la capacidad de ajustar la maquinaria para que la película tenga el espesor necesario según el uso que le vaya a dar el usuario final.



Ilustración 3: Máquina de extrusión

3. Impresión

Es el área que se va a estudiar, aquí es donde la película de plástico recibe la impresión específica por el cliente por medio de la maquina imprenta que tiene la capacidad para cuatro colores distintos. Este proceso consta de cuatro etapas y son las siguientes:

- Arte.
- Planchas.
- Negativo.
- Montaje.



Ilustración 4: Máquina de imprenta

4. Conversión

Es el área en donde se convierte la película en el material deseado (Bolsa y Gabacha), la cual tiene dos áreas de conversión ROAN y Gabacha. En el área de Roan es donde se producen las bolsas de hielo, las bolsas de pan para las panaderías, las bolsas de basura, las de uso alimenticio como lo son las bolsas de carne, entre otros. En el área de gabacha en donde se elaboran este tipo de bolsa.



Ilustración 5: Máquina conversor

2.3 Etapas del proceso de imprenta

Dado que la investigación está enfocada en mejorar el proceso del área de imprenta, durante la visita a la planta de producción nos centramos en conocer a partir de donde inicia y finaliza esta etapa, también entender cómo funciona, este va desde la consulta del arte que desea el cliente hasta el montaje de esta, a continuación, se detallan todas las etapas:

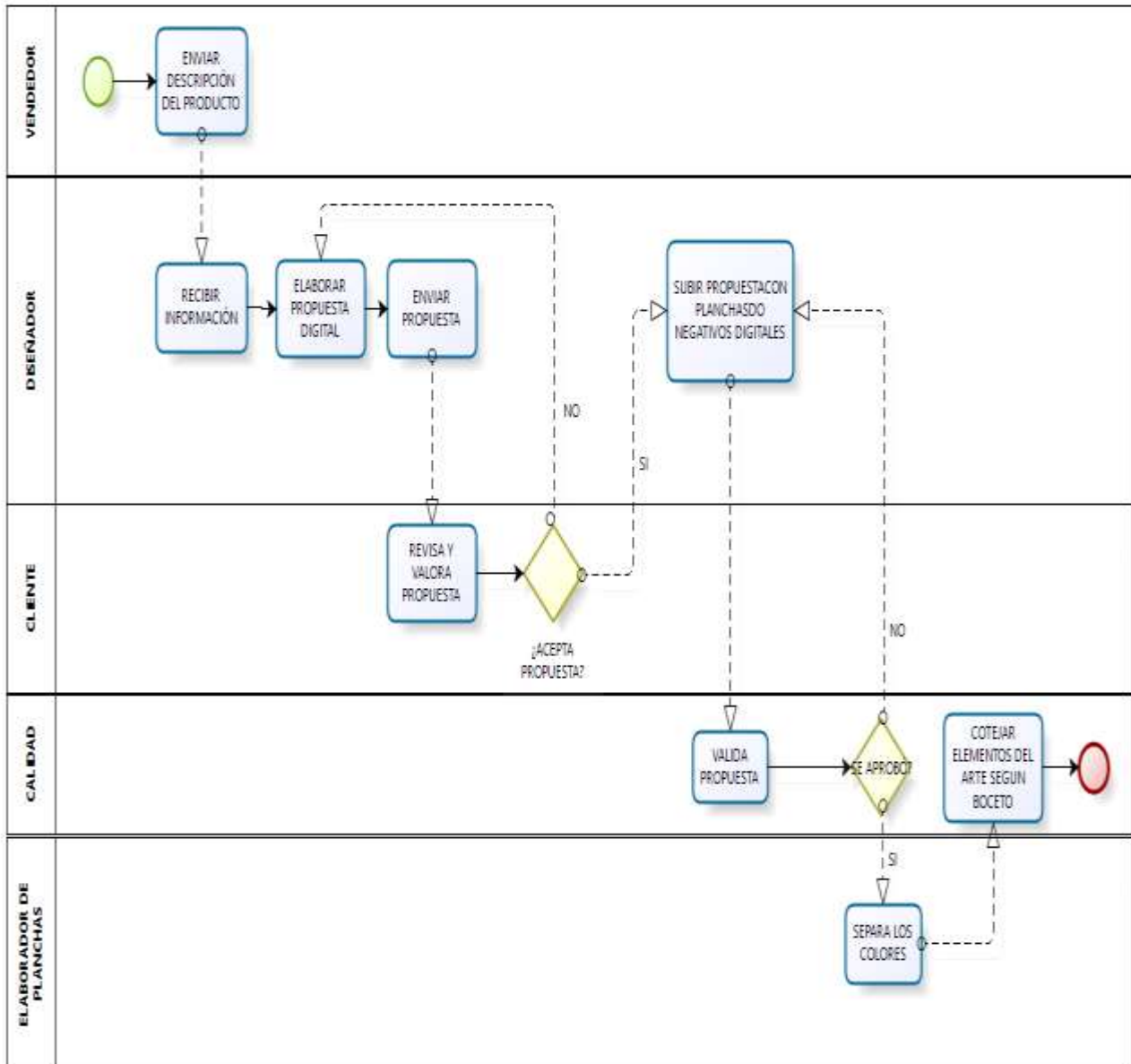
2.3.1 Desarrollo de arte nuevo.

Para el desarrollo de un arte nuevo, por medio del ejecutivo de ventas el diseñador debe recibir la siguiente información:

1. El vendedor debe enviar al diseñador la descripción del producto (Bolsa o lámina), especificaciones sobre si es producto transparente o pigmentado, medidas del producto para acoparlo a los rodillos existentes, muestra física en caso de ser para productos ya existentes, colores pantones para el diseño y un archivo digital generado por el cliente editable en formato ilustrador o pdf si tiene respaldo.
2. Una vez recibida la información el diseñador deberá elaborar propuesta digital para revisión y valoración del cliente.
3. Una vez autorizado el arte por el cliente se procede a subirlo al sistema para que el departamento de calidad valide.
4. Al ser validado y aprobado por el departamento de calidad se procede a realizar la separación de colores con el fin de elaborar negativos o planchas digitales según el requerimiento para desarrollo de este producto.

- Se reciben los negativos o planchas y se procede a revisar que vengan todos los elementos del arte según boceto impreso.

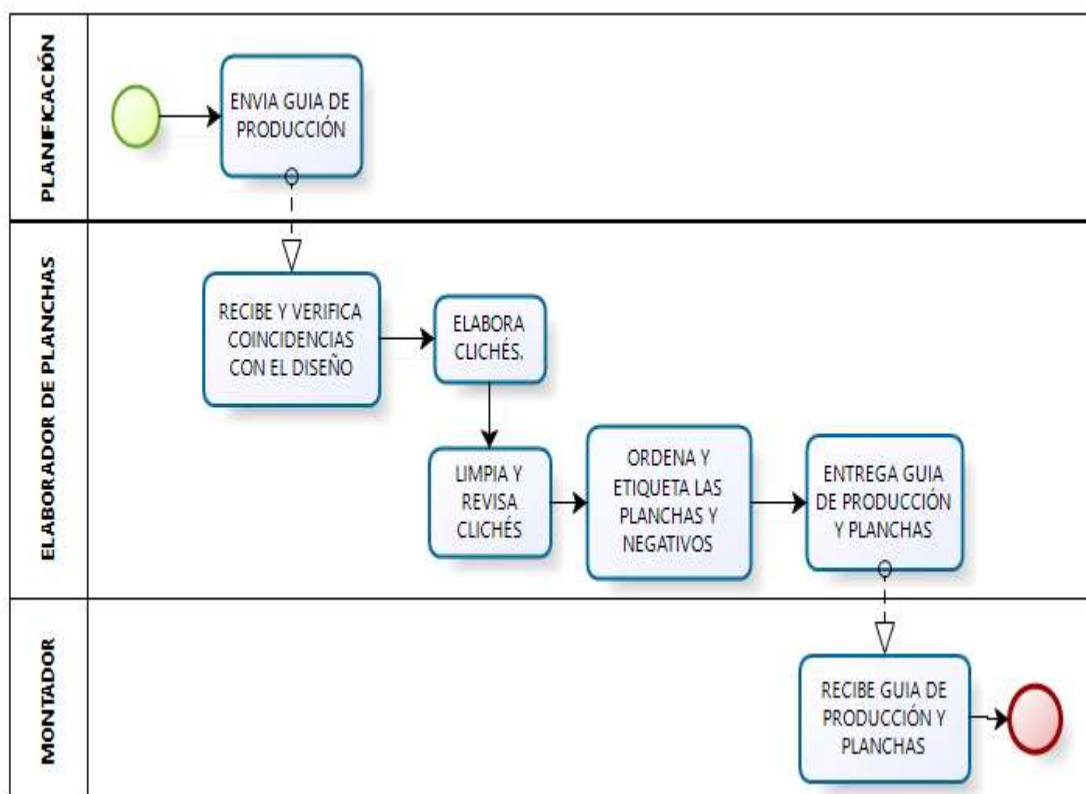
Flujograma para el desarrollo de arte nuevo



2.3.2 Elaboración de planchas

1. El elaborador de planchas recibe guía de producción (medida, colores y calibre).
2. El elaborador de planchas recibe y verifica que los negativos estén de acuerdo con el diseño.
3. Al revisar y verificar que todo esté correcto, el elaborador de planchas procede con la elaboración de los clichés (planchas).
4. El elaborador de planchas procede a limpiar clichés antes de guardar.
5. El elaborador de planchas revisa que los clichés estén en buen estado al salir de cada trabajo.
6. El elaborador de planchas ordena y etiqueta negativos por código y cliente.
7. El elaborador de planchas ordena y etiqueta clichés (planchas).
8. Devuelve guía de producción con juego de planchas ya elaboradas.
9. El elaborador de planchas realiza inventario de fotopolímeros mensualmente.

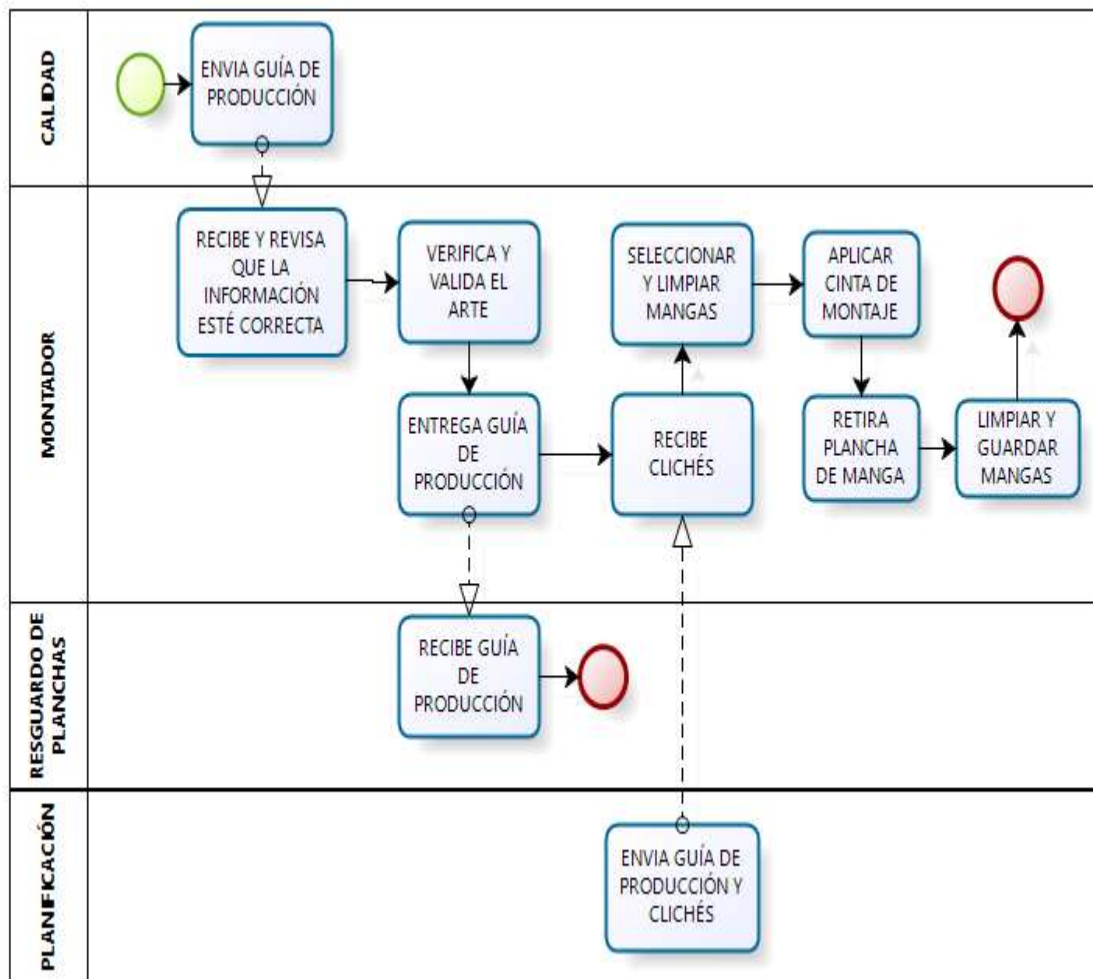
Flujograma para elaboración de planchas



2.3.3 Montaje

1. El montador recibe guía de producción por parte del departamento de calidad.
2. El montador se encarga de analizar que la información especificada en la guía de producción este correcta.
3. El montador verifica y valida arte (colores, medidas, márgenes de impresión, lectura de código, registro sanitario y texto).
4. El montador entrega guía de producción a resguardo de planchas.
5. El montador recibe guía de producción con clichés para su montaje.
6. El montador selecciona mangas a trabajar.
7. El montador realiza limpieza de mangas.
8. El montador aplica cinta de montaje según requerimiento (cinta para trama, solidos, textos invertidos y textos pequeños).
9. Retira planchas de mangas en porta planchas.
10. Limpiar y guarda mangas en el lugar asignado.

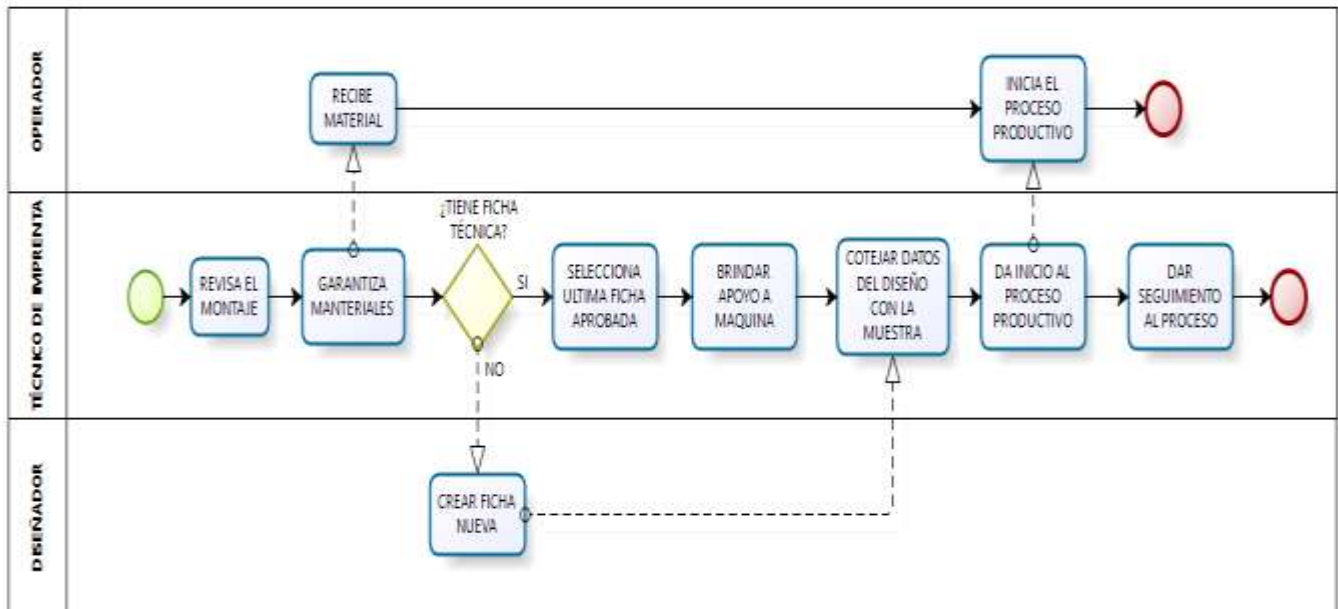
Flujograma de montaje



2.3.4 Puesto técnico de imprenta

1. El técnico de imprenta revisa que el montaje este correcto conforme a la guía de producción (medidas, colores, márgenes de impresión, lectura de código, registro sanitario y texto)
2. El técnico de imprenta garantiza materiales para pruebas a los operadores de máquina.
3. El técnico se encarga de garantizar una ficha técnica según la última aprobación de imprenta si el producto es repetitivo, si es producto nuevo crear una ficha nueva según especificaciones del producto.
4. El técnico debe brindar apoyo a las maquinas (revisar engranajes, anilox, balineras, bombas de tintas y que las cámaras estén bien ajustadas), partiendo de la prueba para minimizar los tiempos.
5. Verificar que los datos del diseño cumplan con el de la muestra (medida, grosor, calibre, colores, márgenes de impresión, tipo de embobinado, apariencia, lectura UPC, textos) según acotación de cada producto previo a iniciar producción.
6. Dar inicio al proceso de producción.
7. Dar seguimiento durante el proceso de producción.

Flujograma para técnico de imprenta



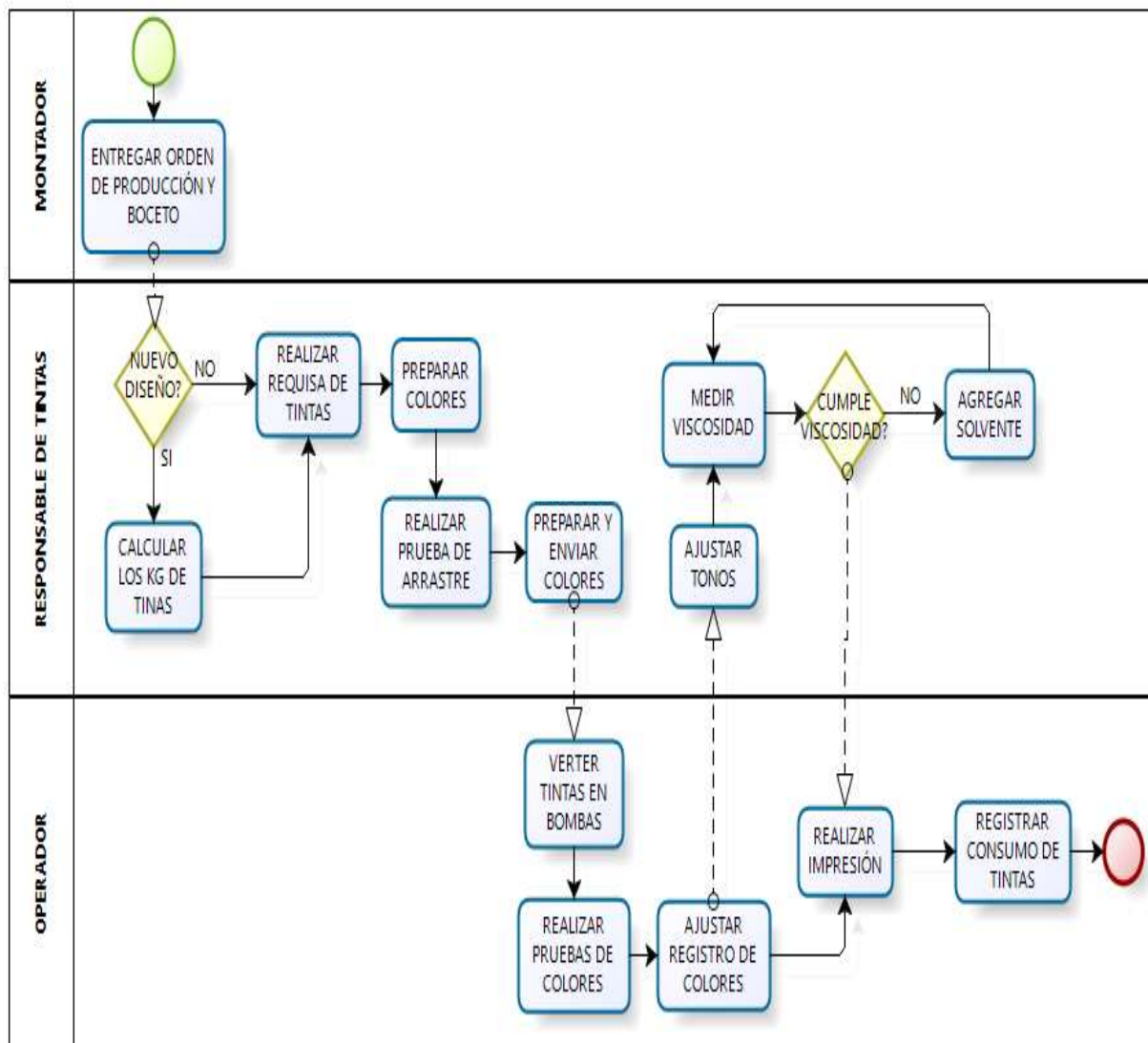
2.3.5 Preparación de tintas

1. El montador de planchas entrega orden de producción con el boceto.
2. En caso de ser producto nuevo, previamente hacer cálculo de kg de tintas sobre el consumo a utilizar (actualizar guía de producción).
3. El responsable de tintas prepara los colores de acuerdo con lo especificado ya sean colores pantones o sea conforme a muestra enviada por el cliente.
4. Se le hace prueba de rastre para verificar que los colores estén correctos.
5. El responsable de tintas realiza requisa de tintas a utilizar en la orden de producción.
6. Una vez que están preparado todos los colores se llevan a la sala de prensa (maquina).
7. El operador de maquina vierte las tintas en las bombas de acuerdo con el montaje de anilox garantizado por el técnico de imprenta.
8. Se realizan pruebas de colores en impresión de material de prueba.
9. El responsable de tintas y solventes debe estar pendiente para ir ajustando los tonos en maquina mientras el operador ajusta los registros de los colores.
10. Una vez listo se inicia el proceso de impresión las tintas se miden cada 15 o 20 minutos con una copa Zan #2 usando un cronómetro que tarda

en traspasar la tinta de la capa, a través del orificio en la parte inferior (debe estar entre 20 y 23 segundos). En caso de que no sea la viscosidad requerida, agregar solvente y repetir la prueba de viscosidad con el fin de mantener la viscosidad y que no haya variación de color durante la corrida de la orden.

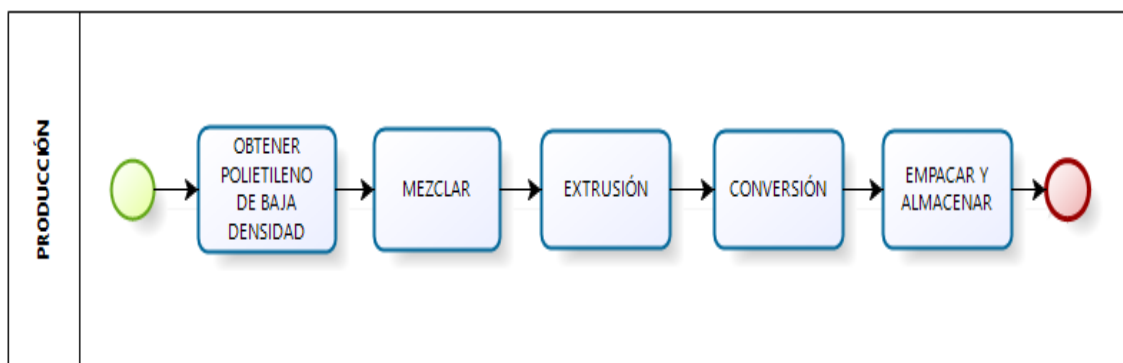
11. Una vez finalizada la orden de producción se procede a realizar consumo de tintas en un registro digital codificado por orden e historial de consumo.

Flujograma para preparación de tintas



2.4 Flujograma del proceso de producción

Un flujograma sinóptico es una representación gráfica de los pasos que se siguen, es una muestra visual de una línea de pasos de acciones que implican un proceso determinado. Es decir, el flujograma consiste en representar gráficamente, situaciones, hechos, movimientos y relaciones de todo tipo a partir de símbolos.



2.5 Tiempo necesario para el cambio de modelo.

Durante la visita a la planta de producción de INPROCEAMERICA se realizó el levantamiento de tiempos de las actividades fraccionadas que se realizan en el cambio de modelo, para ello usamos la técnica de cronometraje de estudio del trabajo, la información proporcionada fue la siguiente:

No	Actividad	Tiempo observado (minutos)					Tiempo promedio (minutos)	Valoración	Tiempo normal (minutos)	Tiempo estándar (minutos)
		T1	T2	T3	T4	T5				
1	Enviar guía de producción	1.00	0.80	0.90	0.93	0.98	0.92	1.20	1.11	1.28
2	Recibir y verificar coincidencias con diseño	0.97	1.10	0.96	0.90	0.91	0.97	1.10	1.06	1.24
3	Elaborar clichés	9.96	10.00	10.20	9.92	9.95	10.01	1.10	11.01	12.77

4	Limpiar y revisar clichés	4.85	4.98	5.00	5.10	4.94	4.97	0.90	4.48	5.19
5	Ordenar y etiquetar planchas y negativos	3.96	4.00	4.20	3.90	3.97	4.01	1.04	4.17	4.83
6	Entregar guía de producción y planchas	0.95	1.00	1.10	1.00	0.98	1.01	1.02	1.03	1.19
7	Recibir guía de producción	0.97	0.96	1.00	1.30	0.91	1.03	1.01	1.04	1.20
8	Recibir y revisar que información esté correcta	2.91	2.95	2.97	3.00	3.00	2.97	0.97	2.88	3.34
9	Verificar y validar arte	2.67	2.85	2.90	2.88	2.96	2.85	0.84	2.40	2.78
10	Entregar guía de producción.	0.93	0.96	1.10	1.20	0.98	1.03	1.00	1.03	1.20
11	Recibir clichés	0.86	0.85	0.94	0.92	0.98	0.91	1.10	1.00	1.16
12	Seleccionar y limpiar mangas	5.93	5.92	5.84	5.86	5.60	5.83	1.20	7.00	8.12
13	Aplicar cinta de montaje	5.30	5.00	4.96	4.97	5.10	5.07	1.03	5.22	6.05
14	Retirar plancha de manga	6.00	6.23	5.96	6.12	6.00	6.06	1.09	6.61	7.66
15	Limpiar y guardar mangas	5.24	5.10	4.98	5.15	5.11	5.12	0.87	4.45	5.16
16	Revisar el montaje	5.00	5.25	5.14	5.35	5.09	5.17	1.05	5.42	6.29
17	Garantizar materiales	4.95	4.91	5.20	5.13	5.00	5.04	1.00	5.04	5.84
18	Seleccionar ficha técnica	2.69	2.83	2.95	3.00	2.95	2.88	1.10	3.17	3.68
19	Brindar apoyo a máquina	21.00	20.80	20.58	20.36	20.47	20.64	0.88	18.16	21.07
20	Cotejar datos del diseño con muestra	5.24	5.10	5.05	4.98	5.00	5.07	0.95	4.82	5.59

21	Iniciar proceso productivo	0.85	0.91	0.88	1.00	0.93	0.91	1.04	0.95	1.10
22	Dar seguimiento al proceso	10.63	10.25	10.12	9.98	10.00	10.20	0.97	9.89	11.47
23	Entregar orden de producción	0.89	0.94	1.00	0.92	0.91	0.93	1.08	1.01	1.17
24	Calcular kg de tintas a usar	10.27	10.13	10.02	10.00	10.32	10.15	1.06	10.76	12.48
25	Realizar requisita de tintas	5.47	5.21	5.26	5.13	5.02	5.22	0.96	5.01	5.81
26	Preparar colores	10.81	10.14	10.02	10.08	10.00	10.21	0.94	9.60	11.13
27	Realizar prueba de arrastre	9.98	10.24	10.32	10.17	10.05	10.15	0.97	9.85	11.42
28	Enviar colores	2.12	2.02	2.00	2.25	2.19	2.12	0.98	2.07	2.41
29	Verter tintas en bombas	10.84	10.35	10.48	10.11	10.06	10.37	0.96	9.95	11.55
30	Realizar pruebas de colores	6.00	6.05	6.08	6.15	5.92	6.04	0.99	5.98	6.94
31	Ajustar registro de colores	5.25	5.14	5.07	5.11	5.00	5.11	1.00	5.11	5.93
32	Ajustar tonos	5.13	5.67	5.24	5.37	5.07	5.30	0.98	5.19	6.02
33	Medir viscosidad	4.87	4.85	4.28	4.36	4.18	4.51	1.00	4.51	5.23
34	Realizar impresión	2.69	2.47	2.16	2.35	2.07	2.35	0.98	2.30	2.67
Total										200.99

2.5.1 Diagrama de Gantt.

Un diagrama de Gantt es una herramienta visual donde se muestran las tareas o actividades en un eje vertical y el tiempo en un eje horizontal, permitiendo ver cuándo comienza y termina cada tarea, cuánto dura, y cómo se relaciona con las demás tareas. Usando este diagrama detallamos a continuación de manera ilustrativa el estándar actual de la planta de producción.

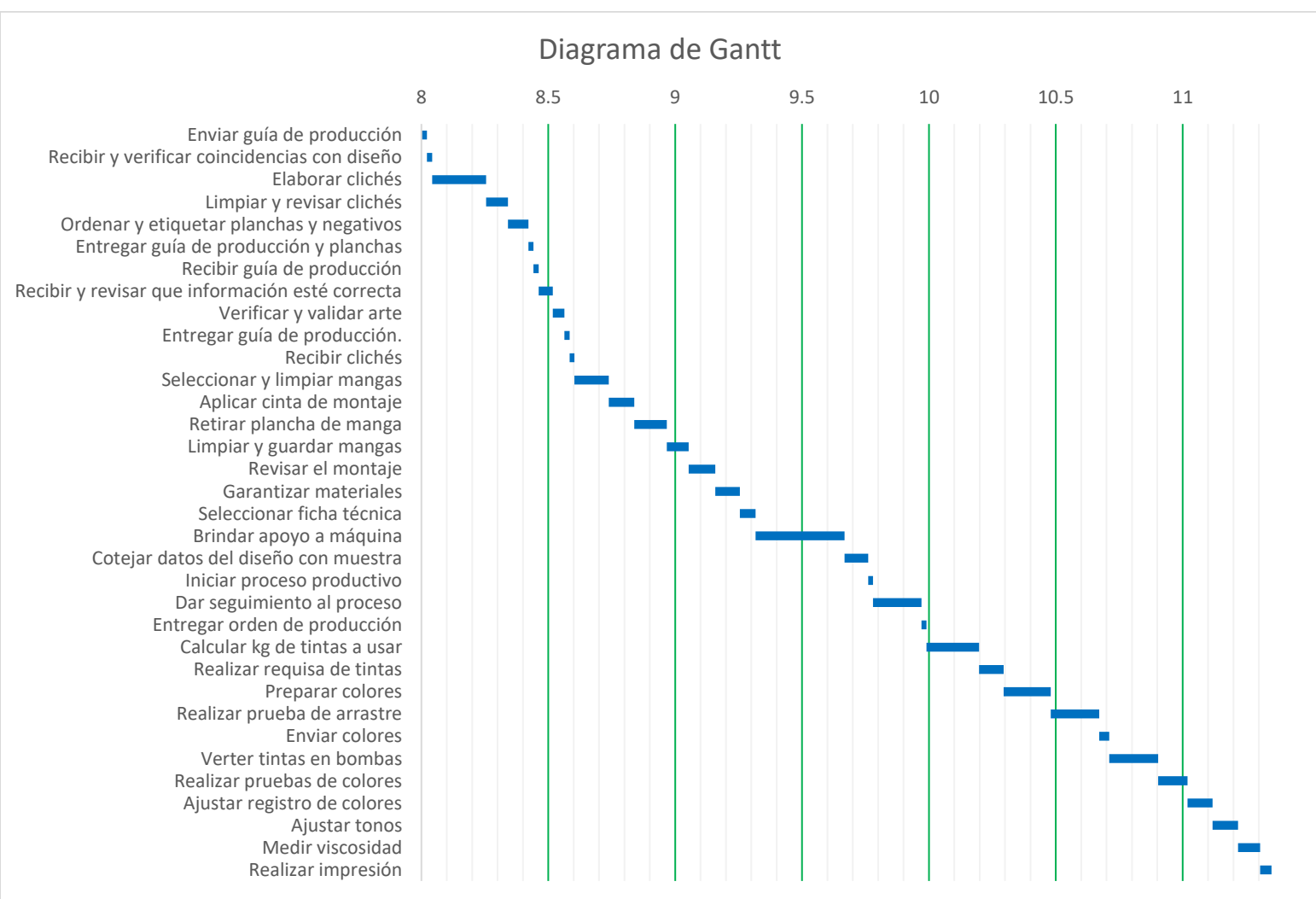


Ilustración 6: Diagrama de Gantt actual

La sumatoria de todas las duraciones de las actividades es de 201 minutos o 3.35 horas, por lo tanto, si se inicia a realizar el cambio de modelo a partir de las 8:00 AM se finaliza a las 11:35 AM.

2.5.1 Indicadores de la planta.

Como indicador de producción usaremos la unidad de medida kg/h (Kilogramos hora). Ahora mismo la planta dispone de 21 máquinas con las cuales durante en el mes de agosto del año 2024 produjo lo siguiente:

Extrusión				
Máquina	Procesado (Kgs)	Kgs/Hrs (Prom)	Kgs Mensuales	Días laborados
CO-EXT	112.491,00	180,00	129.600,00	30,00
E-1	25.811,80	35,00	25.200,00	24,00

E-2	48.034,40	65,00	46.800,00	30,00
E-3	27.108,90	55,00	39.600,00	28,00
E-4	20.210,80	45,00	32.400,00	24,00
E-7	5.256,43	50,00	36.000,00	13,00
Total	238.913,33		309.600,00	

Imprenta				
Máquina	Procesado (Kgs)	Kgs/Hrs (Prom)	Kgs Mensuales	Días laborados
BONARDI	23.147,20	55,00	36.300,00	27,00
COMEXI	12.015,90	35,00	23.100,00	22,00
SHIAVI	45.182,30	85,00	56.100,00	27,00
Total	80.345,40		115.500,00	

Conversión				
Máquina	Procesado (Kgs)	Kgs/Hrs (Prom)	Kgs Mensuales	Días laborados
C-1	29.711,80	45,00	29.700,00	29,00
C-2	22.210,87	45,00	29.700,00	30,00
C-3	40.201,03	80,00	52.800,00	29,00
C-6	2.282,70	20,00	13.200,00	19,00
C-7	10.615,50	60,00	39.600,00	21,00
C-8	11.421,10	60,00	39.600,00	16,00
C-9	7.096,60	13,00	8.580,00	24,00
C-10	2.671,80	15,00	9.900,00	17,00
C-11	7.203,20	30,00	19.800,00	20,00
C-12	3.965,40	25,00	16.500,00	12,00
C-13	1.964,60	65,00	42.900,00	10,00
Total	139.344,60		302.280,00	

Como se puede observar los kg/h producidos de la extrusión son mayores tanto del proceso de imprenta, como también el de conversión. Esto es porque no todas las bolsas son impresas y en el caso de la conversión es un poco menor debido algún daño del producto final durante todo el proceso.

2.5.2 Elementos que inciden en el proceso de producción

Para determinar las causas de la producción ineficiente fue necesario

entrevistar a colaboradores de la planta de producción, entre ellos al gerente de producción, donde nos comentan sus experiencias y percepciones respecto al proceso de cambio de modelo en la etapa de impresión, también nos comenta que el proceso actual tiene hasta ocho horas de tiempo muerto desde la última pieza buena del anterior modelo, hasta la primera pieza buena del nuevo modelo (cambio de modelo).

Durante la visita a la planta de producción pudimos observar que no hay una buena coordinación respecto a la realización de las actividades, habiendo algunas que se pueden realizar en simultaneo y en otras hay tiempo muerto debido a que requieren el visto bueno de otro personal o simplemente hay dependencia entre los distintos encargados (elaborador de planchas, montador, calidad, responsable de tintas, operador de imprenta y técnico de imprenta). Por esto podemos concluir que el elemento principal que incide significativamente en el tiempo que se demora en el área de imprenta es la falta de coordinación entre los encargados.

Capítulo 3 – Plan de mejora

3.1 Evaluación de alternativas

Para solucionar la problemática y ser más eficiente en el área de imprenta de la planta de producción, se evaluará a detalle cuál de la metodología (SMED o JIT) es la más adecuada aplicar a este proceso de producción.

Informe Comparativo

Objetivo del Informe: Evaluar la viabilidad y rentabilidad de las metodologías Justo a Tiempo (JIT) y SMED, con un análisis enfocado en la reducción de costos, desperdicios, y la optimización del tiempo y la materia prima en la empresa INPROCEAMERICA, productora de bolsas plásticas.

Comparación Entre JIT y SMED

Criterio	Justo a Tiempo (JIT)	SMED
Viabilidad en INPROCEAMERICA	Requiere una alta coordinación con proveedores y procesos internos ajustados. La dependencia de la demanda puede generar riesgos ante fallos.	Es altamente viable para reducir tiempos muertos en cambios de máquina, muy útil en un proceso diversificado como el de bolsas plásticas.

Reducción de Costos	Disminuye costos asociados al inventario, pero puede aumentar costos logísticos y por fallos en entregas a tiempo.	Reduce costos operativos al optimizar tiempos y mejorar la eficiencia productiva.
Reducción de Desperdicios	Reduce desperdicios al producir bajo demanda, pero no necesariamente optimiza cambios entre tipos de productos.	Reduce significativamente el desperdicio en cambios de producción (materias primas y tiempo).
Optimización del Tiempo	Flujo continuo en la producción, pero requiere altos niveles de coordinación externa.	Acelera los cambios entre lotes, incrementando la agilidad productiva.
Flexibilidad Productiva	Limitada: Depende de una producción estable y previsiones precisas.	Alta: Permite cambios rápidos entre diferentes lotes de producción, ideal para clientes variados.
Riesgos	Alta dependencia de proveedores y posibles retrasos por cambios en la demanda.	Riesgo bajo, ya que se enfoca en mejorar los procesos internos.

Viabilidad y Rentabilidad

Justo a Tiempo (JIT)

- Viabilidad: Moderada. La dependencia de proveedores confiables puede ser un desafío para INPROCEAMERICA, especialmente si la demanda fluctúa.
- Rentabilidad: En casos de alta estabilidad en la demanda, JIT puede ser rentable, pero cualquier interrupción (como entregas tardías de materiales) aumenta los costos.

SMED

- Viabilidad: Alta. La naturaleza diversificada de los productos de INPROCEAMERICA (diferentes dimensiones, espesores, materiales)

beneficia directamente de la flexibilidad y eficiencia que ofrece SMED.

- Rentabilidad: Elevada. SMED no solo reduce los costos operativos al minimizar tiempos muertos, sino que también permite atender múltiples clientes con diferentes necesidades sin incurrir en altos desperdicios.

¿Por qué SMED es la mejor opción?

- Reducción de Costos Directos: Minimiza los costos asociados al tiempo muerto durante los cambios de máquina, que es crítico en un entorno con clientes diversos (avícolas, mataderos, salineras, etc.).
- Optimización del Tiempo: Acelera los cambios entre lotes de producción, incrementando la capacidad para cumplir pedidos variados sin retrasos.
- Reducción de Desperdicios: Menor uso innecesario de materia prima y reducción de pérdidas durante los ajustes entre productos.
- Flexibilidad para la Producción Diversificada: INPROCEAMERICA produce bolsas con diferentes dimensiones, espesores y materiales; SMED permite cambiar fácilmente de un tipo de producción a otro, adaptándose rápidamente a la demanda.

Se Concluye que ambas metodologías pueden aportar beneficios, sin embargo, SMED es la opción más viable y rentable para INPROCEAMERICA en su contexto actual. La naturaleza diversificada de la producción y la necesidad de cambios frecuentes hacen que SMED sea crucial para reducir costos, minimizar desperdicios y optimizar tiempo y recursos.

JIT podría ser implementado como complemento en el futuro, pero para lograrlo, primero se necesitaría una mejora considerable en la coordinación con proveedores y una estabilidad en los patrones de demanda. Por ahora, invertir en SMED proporcionará retornos más tangibles y adaptabilidad inmediata a los retos de producción.

3.2 Diagrama de proceso de cambio de herramienta

Ahora que conocemos todo el proceso del área de imprenta y sus actividades con su respectivo tiempo, vamos a identificarlas y separar las internas de las externas, también las ordenamos de forma cronológica.

Actividad	Interna/ Externa
Enviar guía de producción	Externa
Recibir y verificar coincidencias con diseño	Externa
Elaborar clichés	Externa
Limpiar y revisar clichés	Externa
Ordenar y etiquetar planchas y negativos	Externa
Entregar guía de producción y planchas	Externa
Recibir guía de producción	Externa
Recibir y revisar que información esté correcta	Externa
Verificar y validar arte	Externa
Entregar guía de producción.	Externa
Recibir clichés	Externa
Seleccionar y limpiar mangas	Externa
Aplicar cinta de montaje	Externa
Retirar plancha de manga	Externa
Limpiar y guardar mangas	Externa
Revisar el montaje	Externa
Garantizar materiales	Externa
Seleccionar ficha técnica	Externa
Brindar apoyo a máquina	Interna
Cotejar datos del diseño con muestra	Externa

Iniciar proceso productivo	Externa
Dar seguimiento al proceso	Externa
Entregar orden de producción	Externa
Calcular kg de tintas a usar	Externa
Realizar requisa de tintas	Externa
Preparar colores de acuerdo con lo especificado	Interna
Realizar prueba de arrastre	Externa
Enviar colores	Externa
Verter tintas en bombas	Interna
Realizar pruebas de colores	Externa
Ajustar registro de colores	Externa
Ajustar tonos en maquina	Interna
Medir viscosidad	Externa
Realizar impresión	Externa

3.2.1 Actividades internas.

Ya que lo que buscamos es simplificar y reducir las actividades internas las separamos y tenemos las siguientes:

1. Brindar apoyo a maquinas (Revisar engranajes, anilox, balineras, bombas de tintas)

Es una actividad interna porque estas se realizan cuando la máquina está detenida. La razón principal es que para realizar esta actividad de mantenimiento o inspección requieren parar la máquina para garantizar que se realicen de manera segura y efectiva.

2. Preparar colores de acuerdo con lo especificado

Es una actividad interna porque esta tarea requiere que el proceso de

producción esté detenido para poder realizar los ajustes necesarios, como mezclar los colores y preparar las pinturas. Esta actividad debe ejecutarse cuando la máquina no está en funcionamiento.

3. Verter tintas en bombas de acuerdo con montaje de anilox

Es una actividad interna porque el vertido de tinta en las bombas y el ajuste de los anilox son actividades relacionadas con la preparación del equipo antes de iniciar la producción, lo que se realiza durante el tiempo de parada de la máquina.

4. Ajustar tonos en maquina

El ajuste de los tonos en la máquina de impresión implica ajustes finos en la aplicación de tinta, como el control de la cantidad de tinta, la presión de los rodillos y la velocidad de la máquina, las cuales requieren que la máquina esté detenida para asegurar que se obtenga la calidad deseada sin interferir con la producción.

Para optimizar el proceso, con las actividades internas nos haremos las siguientes preguntas:

- ¿Se puede eliminar?
- ¿Se puede convertir en externa
- ¿Se puede hacer en paralelo con otra?
- ¿Se puede automatizar?
- ¿Cómo le reduzco tiempo?

3.2.2 Optimizando el proceso.

Hoja de SMED para el cambio de modelo

No	Actividad	Tipo (Interna/ Externa)	Tiempo actual	Tiempo propue sto	Mejor a	Acciones

19	Brindar apoyo a maquinas	Interna	21.07	0	20	Esta actividad la podemos eliminar implementando un mantenimiento preventivo programado fuera de los horarios de producción.
24	Calcular kg de tintas sobre consumo a utilizar	Externa	12.48	12.48	12.48	Esta actividad la hacemos en paralelo mientras el técnico de imprenta garantiza una ficha técnica y verifica los datos del diseño.
26	Prepara colores de acuerdo con lo especificado	Interna	11.13	11.13	11.13	Esta actividad la podemos hacer en paralelo mientras el técnico de imprenta da inicio al proceso de producción y le da seguimiento.
29	Verter tintas en bombas de acuerdo con montaje de anilox	Interna	11.55	7	4.55	Esta actividad le podemos reducir tiempo realizando la carga fuera de la máquina entre trabajos, se pueden preparar los rodillos anilox y las bombas fuera de la máquina. Esto incluye llenar las bombas con la tinta correspondiente mientras la máquina está en operación, de forma que cuando llegue el momento de

						la parada, el cambio de tinta ya esté listo para ser implementado rápidamente.
32	Ajusta tonos en maquina	Interna	6.02	4	2.02	Esta actividad la podemos realizar mientras el operador de maquina realiza pruebas de colores en impresión, preparando las mezclas y ajustes de tono fuera de la máquina, antes de comenzar el proceso de impresión. Esto implica que el equipo de impresión se asegure que las tintas estén bien preparadas y que los colores estén correctamente mezclados antes de cargarla en la máquina. De este modo cuando la maquina esté listo para imprimir la tinta ya estará lista para aplicarse sin necesidad de hacer ajuste prolongados dentro de la máquina.
Total					50.18	

3.2.3 Mantenimiento preventivo programado

Para eliminar la actividad de “Brindar apoyo a maquinas” y reducir el tiempo muerto se deberán realizar mantenimientos preventivos programado a la máquina de prensa en horarios fuera de los de producción. En estos mantenimientos se deberá seguir la siguiente hoja de mantenimiento.

Nombre de la empresa: INPROCEAMERICA

Departamento: Responsable del mantenimiento Equipo/Máquina: Schiavi, Bonardi, Comexi Número de serie: 1524

Modelo: POLARI F

Ubicación: Planta de producción

INPROCEAMERICA

Frecuencia del mantenimiento: Semanal

Nº	Tarea de mantenimiento	Descripción	Responsable	Materiales
1	Limpieza de rodillo de anilox	Limpiar las celdas de los rodillos anilox es fundamental para evitar la acumulación de tinta seca, que puede afectar la transferencia de tinta y la calidad de impresión.		limpiadores específicos para rodillos anilox, cepillos de cerdas suaves, paños sin pelusa y solventes
2	Limpieza de rodillos de tinta	Limpiar los rodillos de tinta para eliminar residuos de tinta y evitar la contaminación. Revisar el estado de los rodillos y reemplazar los que estén desgastados o dañados.		Limpiadores de rodillos, paños, espátulas, cepillos de cerdas suaves, y solventes.
3	Limpieza de áreas generales	Limpiar todas las áreas de la máquina,		Limpiadores industriales, solventes,

		incluyendo el marco, los engranajes y los sistemas de secado, para evitar la acumulación de polvo y suciedad.		paños, cepillo de cerdas duras, suaves, aspiradora y aire comprimido
--	--	---	--	--

4	Lubricar engranajes y cojinetes	Lubricar regularmente los engranajes y cojinetes para reducir la fricción y el desgaste		Lubricantes recomendados por el fabricante.
5	Lubricar sistemas de movimiento	Lubricar los sistemas de movimiento, como los ejes y las guías, para asegurar un funcionamiento suave.		Aceites (minerales, sintéticos, vegetales y animales), grasas y lubricantes sólidos
6	Inspección y ajuste de sistemas de transmisión	Inspeccionar los sistemas de transmisión, incluyendo las correas y las cadenas, para detectar desgaste o daños.		Juegos de llaves, torquímetros, alineadores, niveles, calibradores y galgas.
7	Inspección y ajuste de sistemas de registro	Verificar y ajustar los sistemas de registro para asegurar una impresión precisa.		Micrómetros, indicadores de dial y calibradores
8	Inspección del sistema de secado	Inspeccionar los sistemas de secado, incluyendo los ventiladores y los calentadores, para asegurar un funcionamiento eficiente.		
9	Inspeccionar los sistemas neumáticos e hidráulicos	Revisar fugas, verificar presión, cambio de filtros y aceites.		filtros

10	Inspección de componentes eléctricos	Verificar el caleado, verificar conexiones y verificar el estado de los motores.		
11	Calibrar presión	Calibrar la presión de impresión para asegurar una transferencia de tinta uniforme.		Bombas de presión y calibradores de presión

3.2.4 Mejora en el proceso de producción

Estos cambios los adaptamos con el resto de las actividades del proceso, de forma que garantizamos sea un proceso consistente y se siga la línea base de este, el cual tenemos la siguiente.

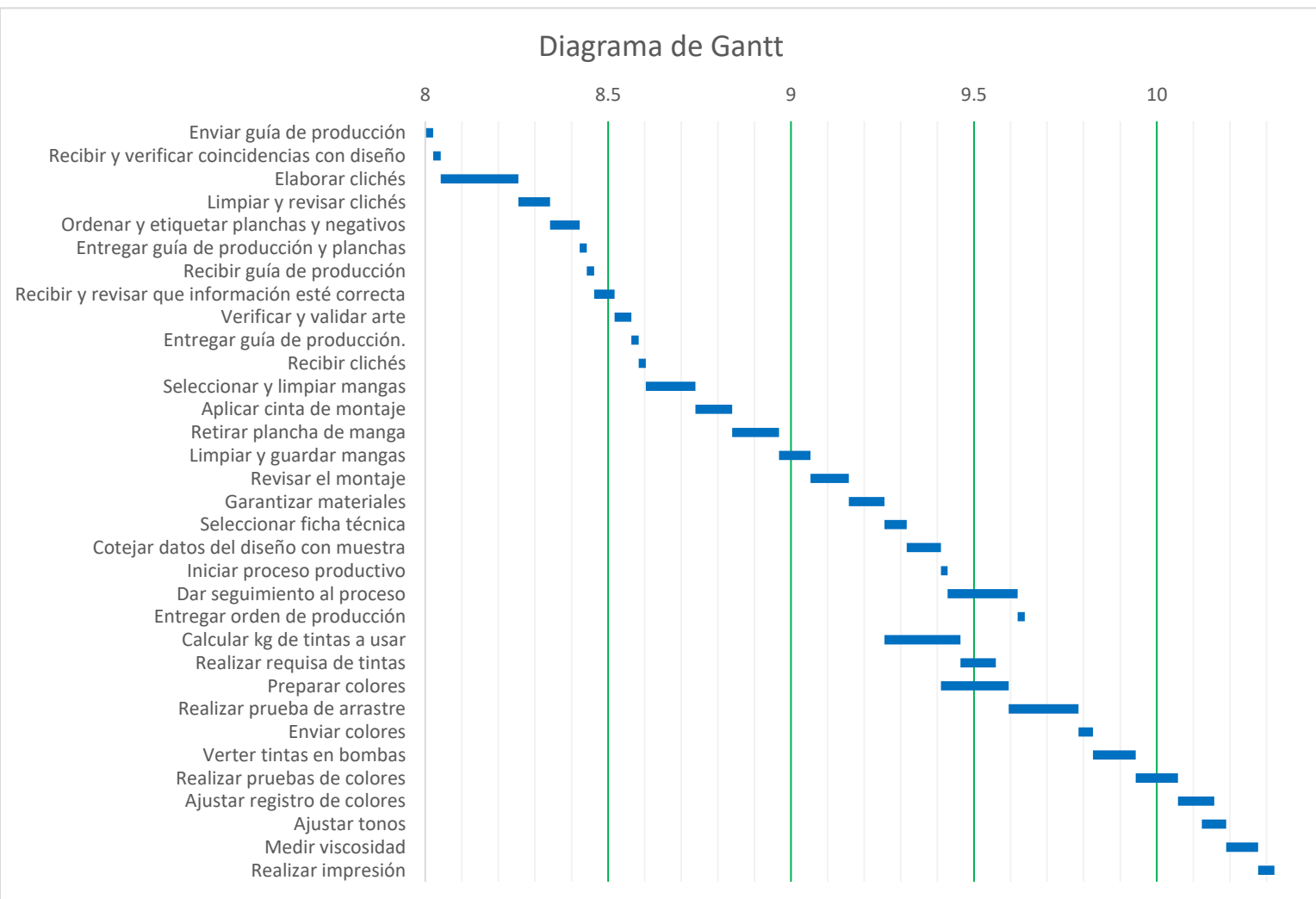


Ilustración 7: Nuevo diagrama de gantt

Con estos cambios realizados se pretende durar 150.81 minutos para realizar el cambio de modelo, reduciendo 50.18 minutos al proceso actual que se realiza durante las jornadas laborales. De esta forma se aumenta la eficiencia del proceso, la productividad de la planta de producción y se aumenta la disponibilidad de las máquinas.

CAPITULO 4 - EVALUACIÓN DE PROPUESTA

Evaluar esta propuesta de mejora en el proceso de impresión de plástico es crucial para garantizar que los cambios propuestos sean beneficiosos y sostenibles.

4.1 Definición de propuesta.

El objetivo de esta propuesta es reducir el tiempo necesario para el cambio de modelo en el área de imprenta, a su vez se aumentará la productividad y eficiencia. El alcance de esta propuesta abarca desde la optimización de los tiempos de cambio hasta la mejora de la flexibilidad, aumento de la disponibilidad de los equipos para la producción, y la rentabilidad de la producción.

De todas las actividades que componen el cambio de modelo actualmente se identificaron las actividades internas y se eliminó una aplicando un plan de mantenimiento preventivo programado durante la maquina no está en operación, otras se disminuyen tiempo al realizarlas en paralelo con otra actividad, otras usando material de prueba y avanzando en una actividad mientras se realiza otra disminuyendo el tiempo.

Para realizar estos cambios es necesario pagar la mano de obra para el mantenimiento preventivo programado de la máquina, la compra de los materiales necesarios para el correcto mantenimiento y el equipo de protección personal. Una vez realizado estos cambios la empresa logrará solventar fácilmente la problemática de la entrega del producto final porque al reducir los tiempos de cambio, la empresa puede responder más rápidamente a las fluctuaciones en la demanda del cliente

4.2 Análisis de viabilidad.

Con este análisis se determinará si este proyecto propuesto es viable y si vale la pena llevarlo a cabo, evaluaremos la factibilidad del proyecto antes de invertir recursos significativos en él.

4.2.1 Viabilidad económica

Costos directos: Para el cálculo exacto de los costos directos necesarios, la empresa nos ha facilitado la información de todo lo necesario para realizar el mantenimiento, con sus respectivos costos, donde se divide en 4 aspectos:

1. Equipo de protección personal (EPP).

Las brisas, entrada Instituto Ramirez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.

Web: www.inproceamerica.com.ni

Teléfono: (505) 22667019 al 49

Email: ventasni@inpro-ca.com

RUC: J031000154040

CLIENTE: 1 MOSTRADOR

RUC: ND

ATENCIÓN/FAX:

TELÉFONO:

REFERENCIA: Mantenimiento Periódico • Maquinaria

FECHA: 02/04/2025

VÁLIDEZ DE LA OFERTA:

CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO

VENDEDOR: Central

ÍTEM	CÓDIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	SAC	PRECIO	TOTAL
1	99-EPP-JX-15736	4.0	UND	TAPON AUDITIVO REUSABLE DE SILICÓN CON CORDÓN DE NYLON, NRR-26 DEC. RADIAN'S TALLA STD		45.05	180.20
2	99-EPP-JX-15701	4.0	UND	GUANTE ANTICORTE TALLA M		372.10	1,488.40
3	99-EPP-JX-15730	4.0	UND	LENTE DE PROTECCION DE POLÍMERO, TRANSPARENTES CON CORDÓN ANTIEMPAÑANTE, PYRAMEX TALLA STD		89.36	357.44
4	99-EPP-JX-17743	6.0	UND	KN95 MASCARILLA DESECHABLE		57.87	347.22
5	99-EPP-JX-15734	4.0	UND	CHALECO REFLECTIVO TIPO ARNÉS DE POLIESTER Y PLÁSTICO, COLOR VERDE CON CINTA REFLECTIVA, SVCSA TALLA M-XXL		394.81	1,579.24
6	99-EPP-JX-17012	4.0	UND	RESPIRADOR MEDIA MASCARA		1,399.05	5,596.20
7	99-EPP-JX-19630	4.0	UND	CARTUCHO CONTRA PARTICULAS PARA MEDIA MASCARA 3M		326.32	1,305.28

OBSERVACIONES:

Para realizar mantenimiento periódico tipo "B" a equipo.

Total Mercadería:	10,853.98
0.00% Descuento:	0.00
Subtotal:	10,853.98
I/A:	1,576.01
Total General:	12,429.99

DOCE MIL CUATROCIENTOS VEINTINUEVE con

99/100

Moneda: Córdoba

Ilustración 6: Proforma de EPP

La sumatoria de todos los equipos de protección personal da un total de C\$12,429.99.

2. Combustibles.

Las brisas, entrada Instituto Ramirez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.
Web: www.inproceamerica.com.ni

Teléfono: (505) 22667019 al 49
Email: ventasni@inpro-ca.com
RUC: J031000154040

CLIENTE: 1 **MOSTRADOR**
RUC: ND
ATENCIÓN/FAX:
TELÉFONO:
REFERENCIA: Mantenimiento Periódico • Maquinaria

FECHA: 02/04/2025
VÁLIDEZ DE LA OFERTA:
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
VENDEDOR: Central

ITEM	CÓDIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	SAC	PRECIO	TOTAL
1	17-WAR-XX-19502	6.0	YD	PLASTICO NEGRO		110.24	661.44
2	13-WAR-X-19949	2.0	UND	DISCO DE CORTE INOX 4 1/4		111.34	222.68
3	17-WAR-XX-20246	2.0	UND	DISCO DE DESBASTE 4 1/2"		105.48	210.96
4	17-WAR-XX-19848	1.0	UND	PEGA CONTACTO (1/4)		474.28	474.28
5	17-WAR-XX-19406	1.0	UND	BROCHA DE 2 PROFESIONAL		150.89	150.89
6	17-WAR-XX-19501	2.0	UND	LUA DE AGUA P/METAL #220		30.76	61.52
7	17-WAR-XX-19577	1.0	UND	CEPILLO DE ALAMBRE CON MANGO		141.00	141.00
8	17-WAR-XX-20486	1.0	UND	LUBRICANTE FLEXI-TAPA 9 ONZ WD-40		697.33	697.33
9	17-WAR-XX-17406	1.0	UND	LIMPIADOR DE EQUIPOS ELECTRONICO DE SECADO RAPIDO. MARCA JOHNSEN S	3824 99.99 00.90	300.69	300.69
10	17-WAR-XX-19906	1.2	UND	PINTURA ALUMINIO ALTA TEMPERATURA (1 GALON) SUR	8208 96.61 90.00	5,493.65	5,493.65
11	17-WAR-XX-18325	1.0	UND	HILAZAS 100% ALGODÓN (BOLSA DE 50 LIBRAS)		1,538.59	1,538.59
12	17-WAR-XX-20148	1.0	UND	SACOS MASEN		25.64	25.64

OBSERVACIONES:

Para realizar mantenimiento periódico tipo "B" a equipo.

Total Mercadería:	9,978.67
0.00% Descuento:	0.00
Subtotal:	9,978.67
IVA:	1,492.95
Total General:	11,471.62

ONCE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y UNO con
62/100

Ilustración 7: Proforma de gasolina

La sumatoria de los costos en combustibles necesarios para el mantenimiento es de C\$11,471.62.

3. Materiales.

Las brisas, entrada Instituto Ramirez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.
Web: www.inproceamerica.com.ni

Teléfono: (505) 22657019 al 49
Email: ventasni@inpro-ca.com
RUC: J031000154040

CLIENTE: 1 MOSTRADOR
RUC: ND
ATENCIÓN/FAX:
TELÉFONO:
REFERENCIA: Mantenimiento Periódico • Maquinaria

FECHA: 02/04/2025
VÁLIDEZ DE LA OFERTA:
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
VENDEDOR: Central

ÍTEM	CÓDIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	SAC	PRECIO	TOTAL
1	01-CAN-HM-04329	1.0	UND	CAMISA HM 150# RSC 1/2"	7307.19.00.00.00	24.90	24.90
2	01-RBU-GL-11794	1.0	UND	RED BUSH GV RSC 1/2"X1/2"	7307.99.00.00.00	23.44	23.44
3	03-VCR-AC-01431	1.0	UND	V. CIERRE RAP AC 3/4" 2 PZAS BOILA AJ FIG.20CSOR MILWAUKEE	8481.80.90.00.00	1,615.50	1,615.50
4	02-TUB-GV-11374	1.0	UND	TUBO GV ASTMA-A-S3 CED40 1/2" RSC K 20 PIES ó 6 M CON COPLE (AMARILLO) CON COSTURA	7306.19.00.00.00	598.07	598.07
5	11-VAR-FV-16550	10.0	PIE	CORDON DE FIBRA DE VIDRIO 1-1/2" FLEXTEx (100 PIES/CAJA)	7019.19.00.00.00	252.26	2,522.60
6	10-VAR-AL-15488	2.0	MT	ALUMINIO LISO 3003 ESPESOR 1 mm: x 36" ANCHO (3 pies) SIN PAPEL KRAFT. (Unidad de Medida Metro)	7606.12.99.90.00	981.16	1,962.32
7	12-MAN-XX-02139	2.0	UND	MANOMETRO 0-00100 PSI 2 1/2" TL25-4L CX INF. WEISS	9028.20.00.00.00	481.98	963.96
8	01-NIP-AC-04257	4.0	UND	NIPLE AC CED40 1"X3"	7307.92.00.00.00	49.06	196.32
9	01-NIP-AC-11827	2.0	UND	NIPLE AC CED40 4"X3"	7307.92.00.00.00	328.52	657.04

OBSERVACIONES:

Para realizar mantenimiento periódico tipo "B" a equipo.

Total Mercadería:	8,964.15
0.00% Descuento:	0.00
Subtotal:	8,964.15
IVA:	1,344.62
Total General:	10,308.77

DIEZ MIL TRESCIENTOS OCHO con 77/100

Moneda: Córdoba

Ilustración 8: Proforma de materiales de mantenimiento

La sumatoria de los costos de los materiales para el mantenimiento es de C\$10,308.77.

4. Mano de obra.

Para realizar el mantenimiento se necesita al encargado de mantenimiento y un ayudante, a los cuales se les paga de la siguiente manera:



INVERSIONES Y PRODUCTOS DE CENTROAMERICA, S.A

COTIZACIÓN: PJA-00015

Cotizado por: Moises Flores

Las brisas, entrada Instituto Ramirez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.
Web: www.inproceamerica.com.ni

Teléfono: (505) 22667019 al 49
Email: ventasni@inpro-ca.com
RUC: J031000154040

CLIENTE: 1 MOSTRADOR
RUC: ND
ATENCIÓN/FAX:

FECHA: 02/04/2025
VÁLIDEZ DE LA OFERTA:
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
VENDEDOR: Central

ITEM	CÓDIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	SAC	PRECIO	TOTAL
1	ISM	1.0	UND	INGRESOS POR SERVICIO TÉCNICO ESPECIALIZADO PARA MANTENIMIENTO A MAQUINARIA DE PLANTA. MARCA: BONARDI		C\$ 4,993.33	C\$ 4,993.33

OBSERVACIONES:
Para realizar mantenimiento periódico tipo "B" a equipo.

Total Mercadería:	C\$ 4,993.33
0.00% Descuento:	\$ 0.00
Subtotal:	C\$ 4,993.33
IVA:	C\$ 300.00
Total General:	\$ 5,293.33

CUATROCIENTOS SESENTA con 00/100

Moneda: Córdoba

Ilustración 9: Proforma de mano de obra de mantenimiento

El costo total para realizar los mantenimientos preventivos programados es de C\$39,503.71 semanal. Actualmente la planta de INPROCEAMERICA no labora los domingos por lo que estos mantenimientos se realizaran en esos días, para no afectar la producción durante la jornada laboral y no se tendría costos indirectos por algún costo de oportunidad.

Beneficios directos.

Partiendo de que el promedio de kg/h impresos en las tres máquinas es de 175 kg y que con esta propuesta tendríamos 50.18 minutos más de producción por cambio de modelo, considerando que en un día se realizan dos cambios de modelo, entonces tendremos 1.67 horas más de producción. Esto significa que se imprimirán 292.71 kg más en un día laboral, si lo multiplicamos por los 6 días que se producen en una semana tenemos que se producirá 1,756.3 kg de más, hasta que se deba realizar el mantenimiento preventivo programado a las máquinas.



INVERSIONES Y PRODUCTOS DE CENTROAMERICA, S.A

COTIZACIÓN: PJA-000012

Cotizado por: Moises Flores

Las brisas, entrada Instituto Ramirez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.
Web: www.inproceamerica.com.ni

Teléfono: (505) 22667019 al 49
Email: ventasni@inpro-ca.com
RUC: J031000154040

CLIENTE: 1 MOSTRADOR
RUC: ND
ATENCIÓN/FAX:
TELÉFONO:
REFERENCIA: Mantenimiento Periódico • Maquinaria

FECHA: 02/04/2025
VÁLIDEZ DE LA OFERTA:
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
VENDEDOR: Central

ITEM	CÓDIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	SAC	PRECIO	TOTAL
1	ISI	1.0	UND	VENTA DE BOLSAS (VARIAS) POR KILO		3.60	3.60

OBSERVACIONES:
Venta a público en general

Total Mercadería:	3.60
0.00% Descuento:	0.00
Subtotal:	3.60
IVA:	0.54
Total General:	4.14

CUATRO con 14/100

Moneda: Dólares

Ilustración 10: Precio de venta de empaques



INVERSIONES Y PRODUCTOS DE CENTROAMERICA, S.A

PROFORMA: CJA-000022

Cotizado por: Moises Flores

Las brisas, entrada Instituto Ramirez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.
Web: www.inproceamerica.com.ni

Teléfono: (505) 22667019 al 49
Email: ventasni@inpro-ca.com
RUC: J031000154040

FECHA: 02/04/2025
VÁLIDEZ DE LA OFERTA:
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
VENDEDOR: Central

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Subtotal (USD)
001	Bolsa industrial (uso en mataderos / avícolas / etc.)	Unidad	1,000	\$2.10	\$2,100.00

Ilustración 11: Costo de producción de empaques

Para pasar esto a efectivo sabemos que el costo de producción es de 2.10 dólares (C\$76.91) por kg y el precio de venta es de 3.60 dólares (C\$131.84) por kg, esto quiere decir que por cada kg vendido la empresa tiene una utilidad de 1.50 dólares. Como ya sabemos que se imprimirán 1,756.3 kg de más,

entonces la empresa tendrá una utilidad total de 2,634.4 dólares (C\$96,484.8) en una semana.

Cálculo de la relación costo-beneficio.

Para calcular esta relación usaremos la siguiente fórmula:

$$RCB = \frac{VPB}{VPC}$$

Donde,

RCB: Relación costo-beneficio

VPB: Valor presente de los beneficios.

VPC: Valor presente de los costos.

Sustituyendo estas variables tenemos,

$$RCB = \frac{96,484.8}{39,503.71} = 2.44$$

Dado que el resultado es mayor que 1 confirmamos que el proyecto es viable, ya que los beneficios superan los costos asociados.

4.2.2 Viabilidad operativa

Para implementar esta propuesta no es necesario adquirir más maquinaria o añadir más trabajadores, simplemente es necesario que los responsables conozcan el nuevo proceso y el flujo de este para que todos sigan la misma línea y con la práctica adquieran automatismos que faciliten el trabajo.

Para que esto ocurra primero se necesitará capacitar al personal responsable sobre los cambios en el proceso, para que la curva de aprendizaje de cada uno sea lo más ascendente posible.

Secuencia e interdependencia.

Para este proceso el técnico montado depende del elaborador de clichés para montar las planchas en las respectivas mangas, el técnico de imprenta debe esperar a que el montador termine el montaje de clichés para iniciar su proceso y el operador de maquina depende que el elaborador de tintas y solventes prepare los colores para iniciar el proceso de impresión.

Es por ello por lo que los cambios propuestos son mínimos, asegurando que no afecten el proceso base, como por ejemplo el elaborador de tintas al saber los colores necesarios puede prepararlos mientras el técnico de imprenta está trabajando.

Tomando en consideración que los roles no cambiaran, solamente el momento en que se realicen las actividades podemos confirmar que operativamente el proceso propuesto es operativamente viable y asequible.

4.3 Impacto en el proceso de producción.

La introducción de este nuevo proceso de producción puede tener un impacto significativo en la empresa, tanto positivo como negativo. Es por ello por lo que realizamos un análisis exhaustivo para anticipar y gestionar estos impactos de manera efectiva.

Seguridad

Los empleados están propensos a tener alguna afectación en este proceso productivo, entre los peligros potenciales tenemos los siguientes:

- Peligros Químicos: Exposición a sustancias peligrosas durante la preparación de mezclas o soluciones. El responsable de tintas que es el que mane las mezclas de tintas tiene una probabilidad moderada a ser afectado ya que este manipula estas mezclas frecuentemente y la gravedad este peligro es grave debido a la toxicidad de estas sustancias.
- Peligros Ergonómicos: Posturas forzadas, movimientos repetitivos, levantamiento de cargas. Este peligro tiene una probabilidad baja de que les ocurra a los trabajadores debido a que son movimientos no muy prolongados en estas actividades y la gravedad es crónica a largo plazo.
- Peligros Físicos: Resbalones y caídas por superficies mojadas, tropiezos con objetos, cortes con herramientas de limpieza. La probabilidad de que esto ocurra es baja porque se pudo observar orden

y limpieza en la planta de producción. La gravedad de este peligro es grave porque en algunos casos se deben subir en escaleras.

Medidas de prevención

- Utilizar equipos de protección personal (EPP) adecuados para el manejo de sustancias químicas.
- Capacitar a los trabajadores en el manejo seguro de sustancias químicas.
- Almacenar las sustancias químicas de forma segura y adecuada.
- Utilizar equipos de ventilación adecuados para evitar la inhalación de vapores tóxicos.
- Realizar simulacros de derrames químicos para preparar a los trabajadores para situaciones de emergencia.
- Utilizar equipos de elevación y transporte adecuados para evitar lesiones por esfuerzo.
- Capacitar a los trabajadores en técnicas de levantamiento seguro.
- Planificar las rutas de entrega para evitar obstáculos y riesgos de caídas.
- Proporcionar equipos de protección personal (EPP) como guantes y calzado de seguridad.

Flexibilidad del tiempo de entrega.

Actualmente en la planta se producen ordenes de 480 kg en 8 horas, produciendo 60 kg por horas máquina es decir que, considerando el tiempo de distribución al cliente final, el tiempo de entrega máximo es de 9 horas si se tiene en cuenta que no se tiene en inventario del producto solicitado, el tiempo promedio es de 5 horas considerando que ya se está produciendo el producto cuando el cliente lo solicita y el tiempo de entrega mínimo es una hora cuando ya se dispone del producto en inventario y solo se incluye el tiempo necesario para la logística.

Estos tiempos son consistentes ya que en la planta se trabaja de corrido y ya se tiene establecido como tiempo estándar las 8 horas por órdenes, este tiempo está soportado con la rotación de personal por el cambio de turno manteniendo a los operarios sin fatiga física y cansancio por lo que no hay lugar a fluctuaciones en el tiempo de entrega.

Con la implementación de esta nueva propuesta se reducirán 50 minutos el tiempo de ciclo, porque se eliminará actividades innecesarias en el proceso actual de cambio de modelo y se reducirá tiempo mediante la estandarización en otras actividades necesarias. Además, aumentará la flexibilidad de la capacidad productiva ya que si el cliente necesita el producto con urgencia se podrá producir órdenes más pequeñas sin el temor de demorar mucho durante el cambio de modelo.

Esta propuesta reducirá el tiempo de entrega máximo pasando de 9 horas a 8 horas con 10 minutos como máximo, de 5 horas a 4 horas con 10 minutos como tiempo promedio y manteniendo el tiempo mínimo a una hora. Además, se reducirá el tiempo de respuesta a solicitudes de entrega acelerada ya que si un cliente desea 100 kg de producto se podrá producir justo esa cantidad en 1.66 horas, a esto hay que sumarle el tiempo necesario para el cambio de modelo que es 1.86 horas (117 minutos), más el tiempo de distribución promedio de una hora tenemos un total de 4.52 horas, esto en lugar de las 5.43 horas que tardaría con el proceso actual.

4.4 Conclusión

Mediante entrevistas a colaboradores de la planta de producción, entre ellos al gerente de producción, nos comentan sus experiencias y percepciones respecto al proceso de cambio de modelo, también nos comenta que el proceso actual tiene hasta ocho horas de tiempo muerto desde la última pieza buena del anterior modelo, hasta la primera pieza buena del nuevo modelo (cambio de modelo). De acuerdo con esta información y la recopilada durante el levantamiento de tiempos deducimos que el elemento principal de la producción ineficiente es el tiempo muerto requerido para realizar el cambio de modelo.

La descripción del proceso actual de producción de plásticos nos brindó una visión clara y detallada de cada una de las etapas que conforman el flujo operativo, desde la recepción del arte hasta la obtención del producto final. Esta información fue muy importante para el análisis de las condiciones de las operaciones, esto nos facilitó identificar ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora. También nos permitió establecer un punto de partida

para el desarrollo de propuestas orientadas a la optimización del proceso productivo.

A través de la implementación de la metodología SMED y la reconfiguración de las actividades necesarias, se logrará disminuir en 29.94% el tiempo de cambio de modelo y un aumento de 145.83 kg de empaques plásticos impresos por cada cambio de modelo, tal como se refleja en nuestros KPIs de tiempo de cambio de modelo y kg impresos mensualmente. Si bien la transición al nuevo proceso requerirá una adaptación inicial de los responsables, los beneficios a corto plazo superarán con creces los costos asociados. Por lo tanto, podemos asegurar que esta propuesta mejorará la eficiencia en la planta de producción de la empresa de forma significativa y al tener una producción más flexible fortalecerá su posición competitiva en el mercado reduciendo el tiempo de espera de los clientes.

La propuesta de esta investigación es operativamente viable porque solamente es necesario que los responsables conozcan el nuevo proceso y el flujo de este para que todos sigan la misma línea y con la práctica adquieran automatismos que faciliten el trabajo, también es económicamente viable porque además que no es necesario una gran inversión inicial, al implementar esta propuesta los ingresos superarán por mucho los costos incurridos. Para que esto ocurra primero se necesitará capacitar al personal responsable sobre los cambios en el proceso, para que la curva de aprendizaje de cada uno sea lo más ascendente posible. En conclusión, la presente propuesta de mejora para el proceso de producción de plástico en el área de imprenta reducirá el tiempo necesario para el cambio de modelo y aumentará la eficiencia general.

4.2 Recomendaciones.

A este punto brindaremos algunas recomendaciones con la finalidad de ayudar a la empresa a implementar esta metodología en la planta de producción con mayor facilidad y éxito. Estas son las siguientes:

1 Implementar un Programa de Capacitación sobre SMED.

Se recomienda desarrollar e implementar un programa de capacitación práctico sobre la metodología SMED para todos los niveles de personal involucrado en los cambios de modelo, incluyendo operadores, técnicos de mantenimiento, supervisores y responsable de tintas. Esto es muy importante porque si tenemos en consideración que en la planta de producción

actualmente se trabaja de una forma diferente se deberá realizar capacitación para que no haya ninguna limitación proactiva y asegurarnos que la aplicación de la metodología sea consistente y continua.

Para llevar a cabo esta capacitación se realizaron cotizaciones a consultores locales e independientes donde el precio completo de tres sesiones para abarcar a todo el personal involucrado es de \$1,990 en total.



Las brisas, entrada Instituto Ramírez Goyena 1C
Oeste y 1C al sur.
Web: www.inproceamerica.com.ni

INVERSIONES Y PRODUCTOS DE CENTROAMERICA, S.A

COTIZACIÓN: PMF-000029

Cotizado por: Moises Flores

CLIENTE: 1 MOSTRADOR

RUC: ND

ATENCIÓN/FAX:

TELÉFONO:

REFERENCIA: Curso Personal Interno

Teléfono: (505) 22667019 al 49

Email: ventasni@inpro-ca.com

RUC: J031000154040

FECHA: 27/08/2025

VÁLIDEZ DE LA OFERTA:

CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO

VENDEDOR: Central

ITEM	CÓDIGO	CANTIDAD	U/M	DESCRIPCIÓN CURSO DE	SAC	PRECIO	TOTAL
1	SM	1.0	UND	ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA CONTINUA (SMED)		\$ 0.00	\$ 1.990

OBSERVACIONES:

Seminario para personal interno

Total Mercadería: 0

Descuento: 0.00%

Subtotal: \$ 1.990

IVA: \$ 190

Total General: \$ 1.990

Moneda: Dólares



Ilustración 12: Costo de capacitación

Si tenemos en cuenta que se trata de una única inversión inicial calculamos el periodo de recuperación de la inversión. Como ya sabemos que la utilidad que se tendrá con esta mejora es de C\$66,248.89 semanal entonces tenemos:

$$PRI = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de efectivo por periodo}}$$

$$PRI = \frac{72,882.357}{56,981.09} = 1.27 \text{ semanas}$$

De tal forma nos damos cuenta de que para recuperar la inversión inicial en su totalidad la empresa percibirá la misma utilidad actual después de poco más de una semana de haber ejecutado esta mejora.

2 Optimizar la preparación de herramientas y materiales para la conversión externa.

Se recomienda estandarizar y optimizar los procesos de preparación de herramientas, utillajes y materiales antes de que la máquina se detenga a como se detalla en esta investigación para el cambio de modelo. Esto será un cambio significativo porque el estudio de tiempos mostró que el 32.93% del tiempo de

inactividad durante los cambios de modelo se dedicaba a buscar herramientas, transportar materiales y realizar ajustes previos en la propia línea. Esto representa una oportunidad significativa de mejora para convertir actividades internas en externas.

3 Implementar un sistema de retroalimentación y mejora continua para los procesos de cambio.

Se recomienda establecer un sistema formal y periódico para la revisión de los procesos de cambio de modelo, con indicadores medibles y establecer un tiempo estándar para el ciclo productivo, involucrando a los operadores y el equipo de ingeniería en el proceso. Esto podría incluir reuniones semanales y un buzón de sugerencias dedicado.

5. Referencias

Shingo, S. (1990). Una revolución en la producción: El sistema SMED (3ª ed.). Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780203734773>

Shingo, S. (1993). Una revolución en la producción: El sistema SMED (3ª ed.). TCP Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A.

Shingo, S. (1985). A revolution in manufacturing: The SMED system. Productivity Press.

Shingo, S. (2019). A revolution in manufacturing: The SMED system (Digital ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315136479>

Managua, Nicaragua 21 de Abril, 2023



MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA EL AREA DE IMPRENTA

Elaborado por
Teresa Jiménez

Dueño del Proceso
Fauricio Baca

Gerente de Planta
Pablo Ulloa

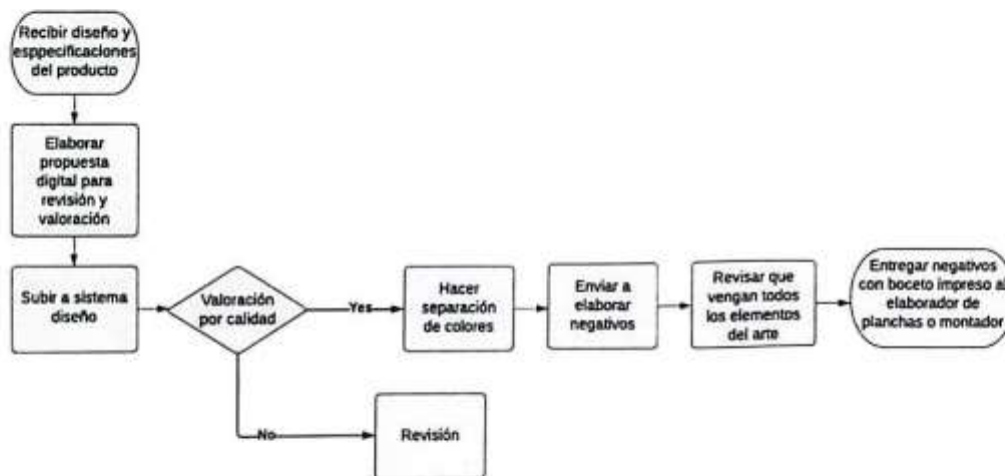
Gerente General
Francisco Nuñez

DESARROLLO DE ARTE NUEVO

Para el desarrollo de un arte nuevo, por medio del ejecutivo de ventas el diseñador debe recibir la siguiente información:

- 1- El vendedor debe enviar al diseñador la descripción del Producto (Bolsa o Lámina), especificaciones sobre si es producto transparente o pigmentado, medidas del producto para acoplarlo a los rodillos existentes, muestra Física en caso de ser para productos ya existentes, colores Pantones para el diseño y archivo digital generado por el cliente editable en formato Ilustrador o PDF si tiene respaldo
- 2- Una vez recibida la información el diseñador deberá elaborar propuesta digital para revisión y valoración del cliente
- 3- Una vez Autorizado el Arte por el Cliente se procede a subirlo al sistema para que el departamento de calidad valide
- 4- Al ser validado y aprobado por el departamento de calidad se procede a realizar la separación de colores con el fin de elaborar Negativos o Planchas Digitales según el requerimiento para desarrollo de este producto.
- 5- Se reciben los Negativos o Planchas y se procede a revisar que vengan todos los elementos del Arte según Boceto Impreso.
- 6- Entregar negativos con boceto impreso al elaborador de planchas o montador quien también debe revisar estos para su proceso.

FLUJOGRAMA PARA EL DESARROLLO DE ARTE NUEVO



- ☐ Bolsa
- ☐ Lámina
- ☐ Transparente
- ☐ Pigmentado
- ☐ Muestra física
- ☐ Archivo digital del cliente
- ☐ Elaborar propuesta digital
- ☐ Subir al sistema
- ☐ Verificación de control de calidad
- ☐ Separación de colores
- ☐ Se dieron a hacer negativos
- ☐ Entregar negativos al elaborador de planchas
- ☐ Entregar negativos al montador

Observaciones:

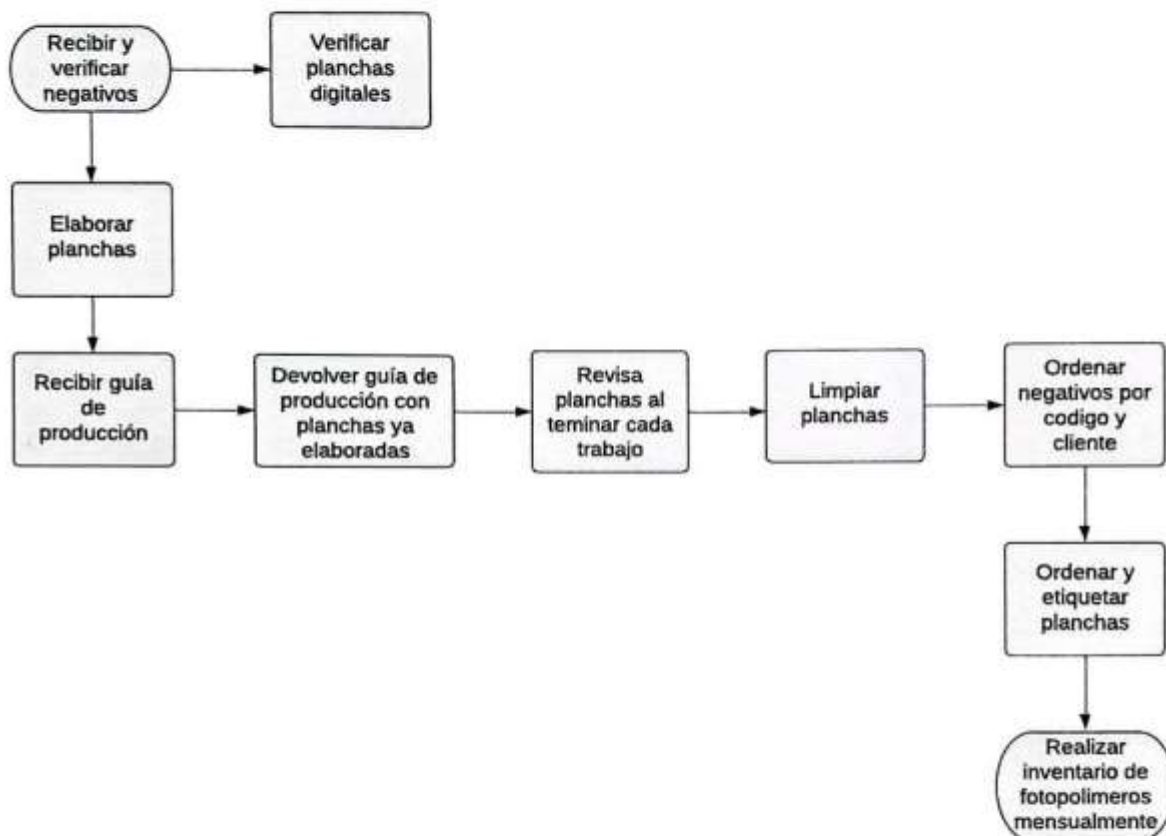


ELABORACION DE PLANCHAS

1. El elaborador de planchas recibe y verifica que los negativos estén de acuerdo con el diseño.
2. El elaborador de planchas revisa y verifica planchas digitales en caso que la orden se vaya a trabajar con estas.
3. Al revisar y verificar que todo esté correcto, el elaborador de planchas procede con la elaboración de los clichés (planchas).
- 4.- El elaborador de planchas recibe guía de producción (medida, colores, calibre).
- 5.- El elaborador de planchas devuelve guía de producción ya con planchas juego completo a montador.
6. El elaborador de planchas se procede a limpiar clichés antes de guardar.
7. El elaborador de planchas revisa que los clichés estén en buen estado al salir de cada trabajo.
8. El elaborador de planchas ordena y etiquetar negativos por código y cliente.
9. EL elaborador de planchas ordenar y etiqueta clichés (planchas).
10. El elaborador de planchas realiza inventario de fotopolímeros mensualmente.



FLUJOGRAMA PARA ELABORACION DE PLANCHAS



MONTAJE

- 1.- El montador recibe guía de producción por parte del departamento de calidad.
- 2.- El montador se encarga de analizar la información especificada en la guía de producción esté correcta.
- 3.-El montador verifica y valida arte con calidad (medidas, colores, márgenes de impresión, lectura de código, registro sanitario, textos)
- 4.- El montador entrega guía de producción a resguardo de planchas.
- 5.- El montador recibe guía de producción con clichés para su montaje
- 6.- El montador selecciona mangas a trabajar
- 7.- El montador realiza limpieza de mangas.
- 8.- El montador aplica cinta de montaje según requerimiento (cinta para trama, solidos, textos invertidos y textos pequeños)
- 9.- Retira planchas de mangas porta planchas.
- 10.- Limpiar y guarda mangas en el lugar asignado



- ☐ Guía de producción recibida
- ☐ Medida
- ☐ Colores
- ☐ Márgenes de impresión
- ☐ Textos
- ☐ Lectura de código
- ☐ Registro sanitario
- ☐ Mangas seleccionadas de acuerdo a diseño
- ☐ Cinta para trama
- ☐ Cinta para solidos
- ☐ Cinta para textos invertidos
- ☐ Cintas para textos pequeños
- ☐ Mangas limpias
- ☐ Mangas resguardadas en lugar asignado

Observaciones:

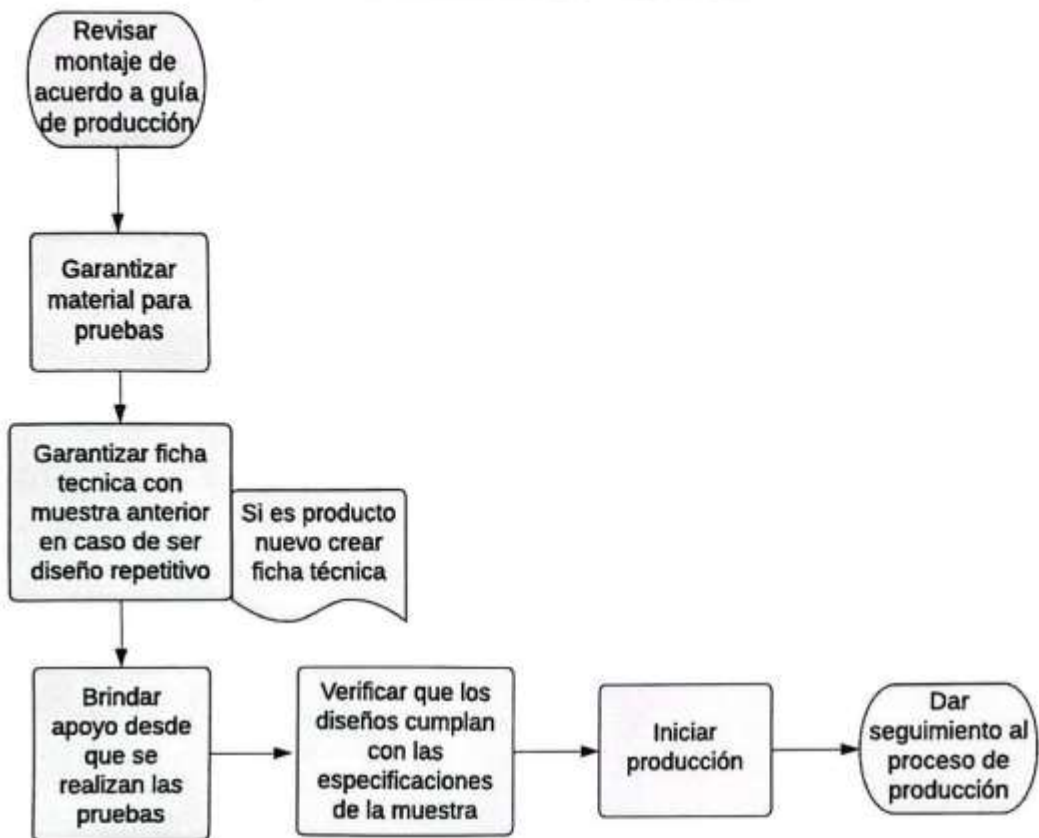


PUESTO TECNICO DE IMPRENTA

1. El técnico de imprenta revisa que el montaje este correcto conforme guía de producción (medidas, colores, márgenes de impresión, lectura de código, registro sanitario, textos)
2. El técnico de imprenta garantiza materiales para pruebas a los operadores de máquina.
3. El técnico se encarga de garantizar una ficha técnica según la última aprobación de imprenta si el producto es repetitivo, si es producto nuevo crear una ficha nueva según especificaciones del producto.
4. El técnico debe brindar apoyo a las maquinas (revisar engranajes, anilox, balineras, bombas de tintas, que las cámaras estén bien ajustadas), partiendo de la prueba para minimizar los tiempos.
5. verificar que los datos del diseño cumplan con el de la muestra (medida, grosor, calibre, colores, márgenes de impresión, tipo de embobinado, apariencia, lectura UPC, textos) según acotación de cada producto previo a iniciar producción
6. Dar inicio al proceso de producción
7. Dar seguimiento durante el proceso de producción.

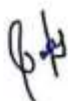
 

FLUJOGRAMA PARA TECNICO DE IMPRENTA

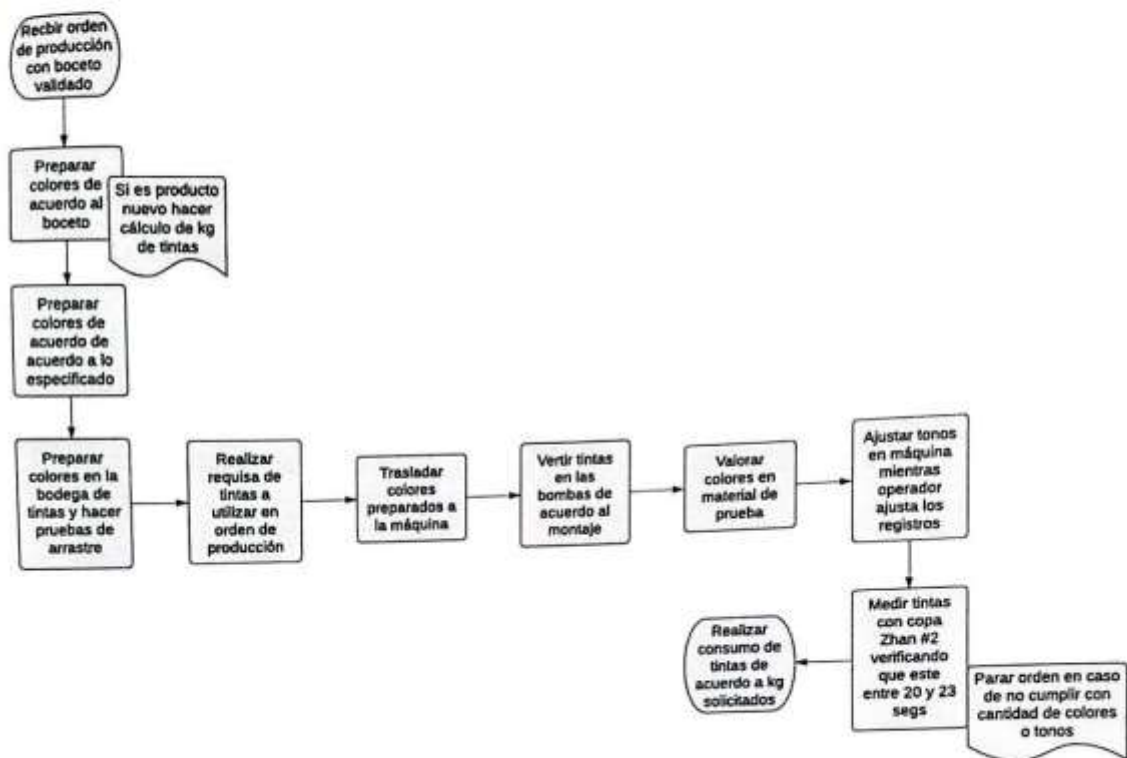


PREPARACIÓN DE TINTAS

1. El Montador de planchas entrega orden de producción con el boceto validado por Calidad.
2. Una vez verificado que la trazabilidad está correcta el responsable de tintas procede a la preparación de los colores de acuerdo al boceto
3. En caso de ser producto nuevo de previo hacer cálculo de kg de tintas sobre el consumo a utilizar (actualizar guía de producción)
4. El responsable de tintas prepara los colores de acuerdo a lo especificado ya sean colores pantones o sea conforme muestra enviada por el cliente.
5. El responsable de tintas prepara los colores en la bodega de tintas y solvente se le hace prueba de arrastre para verificar que los colores estén correctos.
6. El responsable de tintas realiza requisa de tintas a utilizar en la orden de producción.
7. Una vez que están preparado todos los colores se llevan a la sala de prensa (máquina).
8. El operador de maquina vierte las tintas en las bombas de acuerdo al montaje de anilox garantizado por el técnico de imprenta.
9. Se realizan pruebas de colores en impresión de material de prueba.
10. El responsable de tintas y solventes debe estar pendiente para ir ajustando los tonos en máquina mientras el operador ajusta los registros de los colores.
- 11.- Una vez todo listo se inicia el proceso de impresión las tintas se miden cada 15 o 20 minutos con una copa Zan # 2 usando un cronómetro que tarda en traspasar la tinta de la copa, a través del orificio en la parte inferior (debe estar entre 20 y 23 segundos). En caso de que no sea la viscosidad requerida, agregar solvente y repetir la prueba de viscosidad con el fin de mantener la viscosidad y que no haya variación de color durante la corrida de la orden.
12. En caso de no cumplir con las cantidades o tonos de tintas parar orden evitando generar desperdicio no controlado o devolución por parte de los clientes
- 13.- Una vez finalizada la orden de producción se procede a realizar consumo de tintas en un registro digital codificado por orden e historial de consumo



FLUJOGRAMA PARA LA PREPARACIÓN DE TINTAS



**INVERSIONES Y PRODUCTOS DE CENTROAMERICA S.A.,
CHECK LIST PARA PREPARACIÓN DE TINTAS**

- ☐ Orden de producción validada por calidad
- ☐ Validación de colores con boceto
- ☐ Pruebas de arrastre
- ☐ Requisa de colores
- ☐ Tintas vertidas en bombas de acuerdo al montaje
- ☐ Pruebas de colores en material
- ☐ Pruebas de viscosidad
- ☐ Cantidades de tinta de acuerdo a solicitud del cliente

Observaciones:



14



Managua, Nicaragua 21 de Abril, 2023



MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA EL AREA DE IMPRENTA

Elaborado por
Teresa Jiménez

Dueño del Proceso
Fauricio Baca

Gerente de Planta
Pablo Ulloa

Gerente General
Francisco Nuñez