



Herramientas de Ingeniería Industrial para mejorar la eficiencia del área de corte de una imprenta

Industrial Engineering tools to improve efficiency in the cutting area of a printing press

Eduardo Franco-Austria¹, Edigar Benítez-Barrón¹, Silverio Jiménez-Del-Angel¹, María-Micaela González-Santos¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS de Tamazunchale, San Luis Potosí, México.

Recibido: 04-09-2022

Aceptado: 04-12-2023

Autor correspondiente: eduardo.fa@tamazunchale.tecnm.mx

Resumen

La ingeniería industrial cuenta con diversas herramientas que permiten mejorar los procesos. El trabajo aquí expuesto se desarrolló en una imprenta, con la finalidad de mejorar el proceso de corte para la elaboración de invitaciones, debido a que se tenía la necesidad de elaborar esta actividad en un menor tiempo. Para ello, fue necesario analizar el proceso actual mediante herramientas de ingeniería como: Diagrama de Ishikawa, diagramas bimanuales, así como la ingeniería inversa dando como resultado del estudio el diseño y manufactura de una herramienta de corte mecánico que permitió eliminar un 33% de movimientos innecesarios, que comprenden demoras y almacenamientos. Como discusión se hace evidente que, el uso de las herramientas de ingeniería industrial son relevantes para el impulso de las PYMES, concluyendo que estas permitieron hacer más eficiente el proceso de corte.

Palabras clave: eficiencia, ingeniería inversa, diagrama bimanual, ingeniería industrial, imprenta.

Abstrac

Industrial engineering has various tools that allow processes to be improved. The work presented here was developed in a printing company in order to improve the cutting process for the elaboration of invitations since there was a need to elaborate this activity in a shorter time, for this, it was necessary to analyze the current process using tools engineering such as: Ishikawa diagram, bimanual diagrams, as well as reverse engineering resulting in the study of the design and manufacture of a mechanical cutting tool that allows cutting activities in a shorter time. As a discussion, it becomes clear that the use of industrial engineering tools are relevant for the promotion of SMEs, concluding that industrial engineering tools allowed the cutting process to be made more efficient.

Key words: efficiency, reverse engineering, bimanual diagram, industrial engineering, printing press.

Introducción

Los objetivos de una organización, su economía y su estabilidad en el tiempo dependen de que tan productiva pueda ser (Favela, Escobedo, Romero y Hernández, 2019).

Los procesos, para cumplir con las exigencias de los clientes dentro de una organización son influidos por muchos factores, entre estos se encuentran; mano de obra, el recurso financiero, la tecnología y la materia prima, ante esto se hace necesario saber la forma en que éstos aportan al logro de las metas empresariales y su rendimiento. Es así que la productividad consiste en analizar la razón entre los recursos usados y los productos obtenidos (Herrera, Granadillo y Gómez, 2018). Mientras que

alcanzar una meta definida con anticipación en el menor tiempo y con poco uso de recursos se define cómo: eficiencia.

Acosta, Soler y Molina (2017) mencionan que existen herramientas para determinar las causas que provocan problemas en los factores que incurren en la productividad de una empresa, tales herramientas son: los cinco porqués, análisis de Pareto, diagrama de causa-efecto, lluvia de ideas y entrevistas.

La lluvia de ideas o brainstorming es una técnica exploratoria que consiste en responder, a través de la aportación (creativa) de diversas personas, una pregunta planteada por un moderador. Por lo que se recomienda utilizarla al inicio de una investigación, al no existir una estructuración de preguntas (Ferreira, 2006). Mientras, el diagrama de causa-efecto busca la raíz de un problema que afecte al proceso, estudiando los aspectos o causas de 6 factores: mano de obra, máquina, método, material, medio ambiente y medición (Gutiérrez H. y de la Vara R., 2009).

Siguiendo, para mejorar los procesos productivos se requieren de diagramas que proporcionen información valiosa para tomar decisiones ya que estos identifican áreas de oportunidad mediante un detallado análisis de los procesos (Sanchis, 2020). En estos diagramas las actividades se agrupan en 5 actividades, las cuales son: operación; que es una actividad que cambia, genera o añade algún atributo al producto, inspección; que es una actividad de revisar o verificar aspectos del producto o proceso, sin modificarlo, transporte; que es la actividad de mover el objeto de estudio de un lugar a otro, espera; que es el tiempo o actividad que se genera cuando el producto se detiene dentro del proceso, y finalmente el almacenamiento.

Sanchis (2020) menciona que los diagramas de procesos se pueden clasificar de acuerdo a que tan específicos y detallados son. Así estos, se pueden clasificar en; de sucesión, tiempo y movimiento.

Los diagramas de sucesión se pueden clasificar en cursograma sinóptico, cursograma analítico y diagrama bimanual.

En este estudio se ocupará el diagrama bimanual, el cual según Sanchis (2020) tiene como objetivo mostrar la relación entre las manos del operario a través del registro de las actividades que realizan.

Otra de las herramientas a utilizar en este estudio es la ingeniería inversa que, según Londoño, Piedrahita, & Montaña (2012), busca mejorar o replicar un proceso, sistema o componente en base al análisis de sus características y funciones. Es así que esta técnica de ingeniería se aplica al diseño de nuevos productos, cambio y documentación de diseños, inspecciones, obtención de datos para manufacturar, etc. Por lo cual, estos autores utilizaron la ingeniería inversa para proponer un proyecto de diseño de un reductor de un tornillo sinfín-corona que pudiera ser adoptada a nivel industrial.

Beltrán, Bravo, Marciales y Patiño (2018) mencionan que el diseño es un proceso y un resultado. La apariencia del producto es el resultado del diseño, mientras que el proceso define las características y el desempeño del producto. El diseño de productos en las empresas busca cumplir con las expectativas de los clientes las cuales cambian constantemente incluyendo el tiempo en que requieren sus productos. Es por ello que se debe considerar el diseño de productos como un apoyo para que, en lugar de empezar desde cero, se reutilice la información de diseño siendo esto más económico al basarse en tres momentos: rescate, administración y reutilización de la información existente (Tay y Gu, 2003).

El propósito del proyecto es mejorar el área de corte mediante las herramientas; diagrama de Ishikawa y diagramas bimanuales ya que con ello se minimizarán los tiempos de elaboración dentro del área y por consecuencia la eficacia en el servicio dentro de la empresa.

Algunas de las herramientas a utilizar son, en primer lugar, la forma de pensamiento creativo como la lluvia de ideas, que ayuda a definir el problema desde el punto de vista de los trabajadores, con algunas de esas ideas se arma el diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto), elaborado mediante el método de las 6 M, agrupando las causas potenciales de un problema para posteriormente identificarlo. Una vez identificado el problema se puede hacer uso del diagrama bimanual para el proceso de corte, que en un segundo momento permitirán identificar las mejoras.

Para la reducción de los tiempos fue necesario investigar y diseñar una herramienta de corte en el software Sketchup pro 2018® y su posterior manufactura.

Materiales y métodos

Al llevar a cabo el presente estudio fue necesario identificar las áreas que integran la empresa, las cuales son; serigrafía, sublimación, lavado, corte y una oficina de atención al cliente. También se identificó que el sistema de producción de esta empresa es bajo pedido, es decir, una vez que se recibe un pedido, se programa la producción del lote, la compra de materiales y el tiempo de entrega del pedido.

También, se identificó que una de las actividades con alta demanda estacional es la elaboración de invitaciones, donde el método de elaboración es manual, y se pudo observar un proceso de corte lento, generando en el operario cansancio y fatiga al realizarlo. También, para realizar esta actividad se utilizan diversas herramientas para llevar a cabo el proceso, entre ellas se puede destacar el uso de una herramienta cortante. el cual representa un peligro para el operario ya que está expuesto a accidentes por el uso del mismo. Aunado a esto, para la elaboración de los diferentes modelos que ofrece la imprenta para las invitaciones, se requieren herramientas diferentes para cada una de ellas, ya sea para el corte o

para la elaboración del diseño, haciendo más difícil y tardado el proceso, lo que a largo plazo influye en las entregas hacia el cliente.

Por último, el establecimiento no cuenta con dimensiones necesarias para poder introducir maquinaria que se encuentra en el mercado y que ayude a solucionar este problema, puesto que la maquinaria existente es de dimensiones significativas.

En base a la problemática identificada se procedió a seguir la metodología indicada en la figura 1.

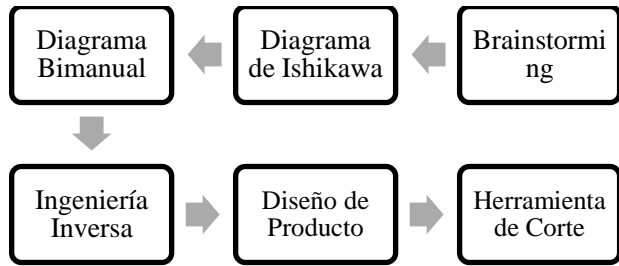


Figura 1. Metodología.
Fuente; elaboración propia.

Brainstorming

Para poder llevar a cabo la técnica de lluvia de ideas fue necesario realizar visitas a la empresa y observar durante varios ciclos el proceso de corte, con la finalidad de estudiarlo y entenderlo. Posteriormente, como la técnica necesita cuestionar a los operarios que intervienen en la actividad sobre el problema identificado (tiempo de corte), se procedió en un tiempo libre de los 3 operarios que realizan la actividad, a preguntarles qué causas generan que el tiempo de corte se haga más lento conforme transcurre la operación, obteniéndose las siguientes causas:

- Falta de maquinaria de corte.
- Falta de práctica por parte de los operarios.
- Desgaste de los moldes.
- Proceso variable.

Con respecto a las herramientas y equipos que se ocupan actualmente para realizar el proceso de corte, estos son muy variados, lo que provoca que su uso sea cansado al ir rotando dichas herramientas y equipos.

Diagrama de Ishikawa.

A partir de las causas identificadas con el brainstorming se obtuvo el diagrama de Ishikawa (figura 2) donde ya están clasificadas en las M's respectivas, descartando la Medición y el Medio Ambiente.

De acuerdo al criterio y unanimidad de todos los empleados de la empresa se opta como causa principal la rama "método", ya que es completamente manual el proceso de corte e implica el uso de diversas herramientas de corte.

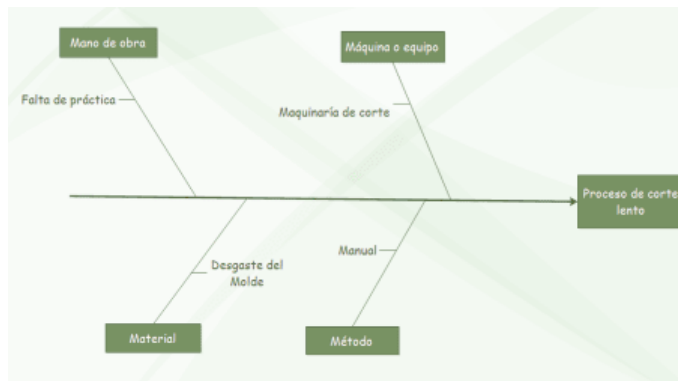


Figura 2. Diagrama de Ishikawa de las causas que propician que el proceso de corte sea lento.

Fuente: elaboración propia.

Diagramas Bimanuales

Al haber identificado al método como la causa principal del problema de corte, fue necesario analizar el proceso de elaboración de los diferentes tipos de invitaciones que tienen mayor demanda, las cuales son; Devany, Karla, Cajita (base y tapa), Herminio y Tezontla, para ello se registraron las actividades realizadas por las manos del operario en movimiento o en reposo y su interacción. El diagrama bimanual permite estudiar a detalle las operaciones repetitivas que ocurren en un ciclo completo de trabajo. También, en este paso fue necesario identificar los materiales y herramientas necesarias para el proceso de corte con el método actual. De esta manera se muestra en la figura 3 el diagrama bimanual del tipo de invitación “cajita; base”

DIAGRAMA DE PROCESO BIMANUAL

	IMPRESOS BAUTISTA	FECHA: 03/04/2020	HOJA: 2 de 4
	INVITACIÓN "CAJITA"	Bosquejo	
Operario: C. Luis Alberto Bautista Martínez Analista: C. María Micaela González Santos			
Descripción de operación: Proceso de corte de invitación "Cajita" (Base) Lugar: Área de corte		Elaboración Propia, Sketch Up	
DESCRIPCIÓN DE MANO IZQUIERDA	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE MANO DERECHA
Sujetar opalina base	●	●	Usar herramienta con punta redonda
Girar y ajustar opalina base	◐	◐	Girar y ajustar opalina base
Sujetar opalina base	●	●	Usar herramienta con punta redonda
Girar y ajustar opalina base	◐	◐	Girar y ajustar opalina base
Sujetar opalina base	●	●	Usar herramienta con punta redonda
Sujetar opalina base	●	●	Tomar y quitar guillotina pequeña
Doblar opalina base	◐	◐	Doblar opalina base
Sujetar opalina base	●	●	Tomar y usar hueso
Girar opalina base	◐	◐	Esperar
Sujetar opalina base	●	●	Tomar y usar hueso
Girar opalina base	◐	◐	Esperar
Sujetar opalina base	●	●	Tomar y usar hueso
Girar opalina base	◐	◐	Esperar
Sujetar opalina base	●	●	Tomar y usar hueso

RESUMEN DE MOVIMIENTOS				
MÉTODO	Antes		Después	
	M. I.	M. D.	M. I.	M. D.
●	26	47		
◐	0	0		
◑	5	6		
◒	23	3		
Total	54	54		

Figura 3. Diagrama Bimanual de la Invitación Cajita-Base.

Fuente: elaboración propia.

Un proceso similar se realizó para los demás tipos de invitaciones, obteniéndose el concentrado de movimientos que se muestran en la tabla 3 de la sección de resultados.

Ingeniería Inversa y Diseño de la máquina.

La Ingeniería Inversa analiza las características y funciones de un sistema para posteriormente sintetizarlo en la aplicación a procesos, máquinas y el duplicado de partes y componentes.

Para la elaboración de la herramienta de corte, se tomó como referencia una máquina texturizadora, utilizada para el texturizado de fotografías. Esta máquina (figura 4) es muy similar en cuanto a la función mecánica, ya que cuenta con dos rodillos por los cuales se hace pasar el material a tratar. Sin embargo, por la finalidad del tratamiento, el material del rodillo es más suave. La máquina de corte debe ser más robusta en los rodillos ya que la presión debe ser mayor al momento de pasar el material entre los rodillos.



Figura 4. Máquina texturizadora.
Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de la máquina de corte se utilizó el software SKETCHUP PRO 2018®. Consta de dos planchas metálicas al mismo nivel, entre las cuales hay una separación de una pulgada y media, ya que en esa unión va colocado el rodillo inferior de la misma medida. En esa misma unión van situadas dos torretas de 30cm de altura, las cuales sostienen el rodillo superior con las mismas dimensiones que el inferior.

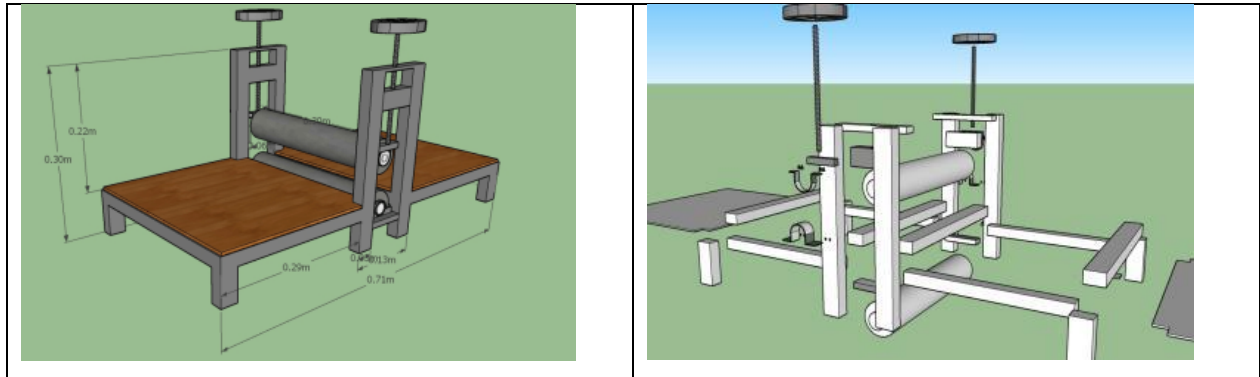
En cada torreta se encuentra situado una manivela que hace el ajuste manual del rodillo superior, haciéndolo bajar o subir dependiendo de la presión que se requiera para llevar a cabo el corte.

En la tabla 2, se muestra el diseño y despiece de la máquina.

Resultados

En la tabla 3 se muestra el resumen de movimientos obtenidos de los diagramas bimanuales de los tipos de invitaciones con mayor demanda que se elaboran en la imprenta.

Tabla 2. Diseño y despiece de la máquina de corte en el software SKETCHUP PRO 2018®.



Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Resumen de movimientos de los diagramas bimanuales

RESUMEN DE MOVIMIENTOS											TOTALES	
Método	Devany		Karla		Cajita		Herminio		Tezontla		M.I.	M.D.
	M.I.	M.D.	M.I.	M.D.	M.I.	M.D.	M.I.	M.D.	M.I.	M.D.		
●	18	42	17	20	49	107	23	42	12	26	119	237
➔	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
◐	7	1	3	3	10	7	5	1	2	0	27	12
▼	22	4	6	3	58	3	20	5	13	1	119	16
Totales	47	47	26	26	117	117	48	48	27	27	265	265

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los totales por mano derecha e izquierda, se puede observar que la mano que más acciones realiza y que no agregan valor es la mano izquierda, realizando un total de 27 demoras y 119 almacenamientos de un total de 265 acciones realizadas, representando esto un 55% de las acciones totales realizadas. Mientras que la mano derecha es la que menos actividades que no agregan valor realiza, con un total de 28 acciones de 265, representando esto un 11% de acciones que no agregan valor. Existiendo un área de mejora del 33% de mejora en movimientos innecesarios.

Como resultado del diseño se tiene la manufactura de la máquina, la cual se llevó a cabo en un taller de soldadura de la región, donde no tenían la capacidad técnica para realizarla con la precisión

requerida, hecho que posteriormente fue solventado con adecuaciones al proceso. En la tabla 4, se muestra la máquina manufacturada.

Tabla 4. Máquina manufacturada.



Fuente: elaboración propia

Como resultado final del proyecto, se tiene construida la máquina de corte y está en validación y pruebas por el usuario (figura 5).



Figura 5. Validación y realización de pruebas con la máquina de corte por parte del empresario.

Fuente; elaboración propia.

Discusión

Al utilizar los diagramas bimanuales para analizar el proceso manual con que se realizaban las invitaciones dentro de la empresa, se pudo observar que existe un 33% de mejora en movimientos innecesarios que no agregan valor, es decir, se puede observar que el proceso puede ser más eficiente tal cómo lo mencionan Herrera, Granadillo y Gómez (2018), que la eficiencia es alcanzar una meta definida con anticipación en el menor tiempo y con poco uso de recursos. La máquina manufacturada sustituye las diversas herramientas utilizadas en el proceso manual, tales como: la guía de la invitación, guillotina, espejo circular con diámetro variable, tachuelas, martillo, cutter, regla de metal y hueso o palo de madera.

También, se comprueba que la ingeniería inversa refuerza lo que plantean Tay y Gu (2003), los cuales mencionan que el diseño de un producto debe ser una evolución recuperando la información, gestionando la información y reutilizando la información.

Conclusiones

Mediante herramientas de Ingeniería Industrial como los diagramas de flujo, la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa, así como la Ingeniería Inversa, fue posible el diseño y construcción de una herramienta de corte que permitió eliminar tanto insumos que no agregan valor, así como movimientos innecesarios en la elaboración de invitaciones, permitiendo aprovechar el espacio disponible dentro de la empresa, la disponibilidad de recurso económico con que se contaba y logrando alcanzar la eficiencia requerida dentro del proceso.

Referencias bibliográficas

- Acosta, J. D. C. O., Soler, V. G., & Molina, A. I. P. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). 3c Empresa: investigación y pensamiento crítico, (1), 1-9.
- Beltrán, I. C. B., Bravo, C. O. C., Marciales, O. C., & Patiño, D. M. (2018). Metodología de Diseño de Producto bajo la estructura de Innovación y Creatividad. Estudio de revisión. Espacios, 39(11).
- Favela-Herrera, M. K. I., Escobedo-Portillo, M. T., Romero-López, R., & Hernández-Gómez, J. A. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. Revista Lasallista de Investigación, 16(1), 115-133.
- Ferreira S. M. R. (2006). Introducción a las técnicas cualitativas de investigación aplicadas en salud: cursos GRAAL 5. (1 Ed.) Universidad Autónoma de Barcelona.
- Gutiérrez H. y de la Vara R. (2009). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma México: McGraw-Hill.
- Herrera, T. J. F., Granadillo, E. J. D. L. H., & Gómez, J. M. (2018). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. Dimensión empresarial, 16(1), 47-60.
- Londoño, J. F. A., Piedrahita, C. A. R., & Montaña, C. A. M. (2012). Ingeniería inversa de un reductor de tornillo sinfín-corona. Scientia et technica, 17(52), 204-210.
- Sanchis, R. (2020). Diagramación de procesos. Universitat Politècnica de Valencia, 8.
- Tay, F. E., & Gu, J. (2003). A methodology for evolutionary product design. Engineering with Computers, 19(2-3), 160-173.