

Análisis de un Proceso de Impresión Litográfica, Mediante la Técnica de Simulación de Sistemas

Using the Systems Simulation Technique for Analysis of a Lithographic Printing Process

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.5.1.2023.08>

Fecha de recepción: 12/01/2023. Fecha de Publicación: 22/02/2023

Karen Ayala Del Toro

Universidad de la Costa Barranquilla, Colombia
kayala2@cuc.edu.co

Dailyn De La Hoz Acosta

Universidad de la Costa Barranquilla, Colombia
ddelahoz24@cuc.edu.co

Esteban González Polo

Universidad de la Costa Barranquilla, Colombia
egonzale48@cuc.edu.co

Alexander Troncoso-Palacio

Universidad de la Costa Barranquilla, Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-6034-695X>

Resumen

Este artículo tiene como propósito diagnosticar el proceso productivo de una empresa litográfica de Barranquilla con el fin de identificar las deficiencias que presenta su actual proceso de impresión. Se hace uso del Software Arena para simular el comportamiento del sistema productivo y se identifica que hay un bajo nivel de aprovechamiento de los recursos, puesto que no se llega a utilizar ni el 50% de la capacidad de las máquinas y operarios, por ello, se sugiere asignar a menos operarios las actividades de corte, diseño y empaquetado. Con esto se concluye que, por motivo de la ausencia de estudios de los diferentes procesos, las empresas litográficas pueden estar omitiendo datos importantes que les puedan permitir la eliminación o reducción de los cuellos de botella y un aumento en la productividad de la organización.

Palabras claves: Diagnóstico de procesos; Problemática en litográficas; Simulación de eventos discretos.

Abstract

The purpose of this article is to diagnose the productive process of a lithographic company in Barranquilla to identify the deficiencies that its current printing process presents. The ARENA software is used to simulate the behavior of the productive system. And it is identified that there is a low level of use of the resources since not even 50% of the capacity of the machines and operators is used. Therefore, it is suggested to assign fewer operators to the activities of cutting, designing, and packaging. With this, it is concluded that, due to the absence of studies of the different processes, lithographic companies may be omitting important data that may allow them to eliminate or reduce bottlenecks and increase the productivity of the organization.

Keywords: Discrete events Simulation; Lithographic problems; Process diagnosis.

1. Introducción

Teniendo como base algunas investigaciones realizadas en la ciudad de barranquilla, como por ejemplo en [1, 2], donde se evidencia que el sector litográfico de esta ciudad cuenta con controles internos de producción endebles, y en efecto, no existe seguimiento de las actividades que conforman el proceso productivo, por lo que se afirma que este sector subsiste por inercia y no por vocación de sus administradores. De hecho, al catalogarse como PYMEs (pequeñas y medianas empresas) aumentan los retos de supervivencia y competitividad a largo plazo para este tipo de organizaciones [3] por lo tanto, se debería adaptar otras metodologías que les permitan diagnosticar su condición actual para tomar decisiones asertivas. [4, 5, 6]

Con el auge de la industria 4.0 ha emergido un nuevo modelo organizacional apoyado en las tecnologías de la información, útiles para el desarrollo y desempeño de las empresas. [7, 8]. Algunos de sus principales pilares son: la big data, sistemas integrados, impresión 3D, la internet de las cosas, y la simulación [9]. Esta última, se ha convertido en una técnica valiosa para el análisis de los procesos, debido a que puede llegar a representar el comportamiento del sistema real [10, 11, 12], ayudando así, a comprender, analizar y mejorar las condiciones de los procesos. Además, un modelo de simulación, o gemelo digital [13] no solo reduce los costos, sino también los tiempos en los que se incurrirían si se trabajase con prueba y error dentro del sistema real [14, 15].

Por lo anterior, en este trabajo se utiliza el software ARENA, cuya interfaz es una de las más utilizadas en el mundo profesional [16, 17, 18], para recrear el proceso productivo de la empresa en estudio, por consiguiente, realizar un diagnóstico de las entidades con los recursos que interactúan en el sistema.

2. Metodología

La metodología para desarrollar este trabajo fue la siguiente: Se inicia con el levantamiento de la información; tras el primer acercamiento a la empresa se reconoce el proceso productivo a evaluar, y se extraen los datos correspondientes a su comportamiento, y los requerimientos de las actividades que lo conforman. Luego, se analizan los datos obtenidos para establecer: las entidades, los recursos, horarios y la distribución que sigue cada una de ellas en el proceso, con lo cual, se redacta un modelo conceptual. Para luego construir el modelo en el software ARENA. Después de construir el modelo digital y correr la simulación, se estudia el informe generado con el propósito de identificar las deficiencias y proponer acciones de mejoras que se podrían implementar para aumentar la eficiencia del proceso productivo. Y por último se elaboran las conclusiones, donde se evidencian los principales hallazgos del desarrollo de este trabajo y sus posibles líneas de investigación a futuro. **Vea figura 1.**



Figura 1 Diagrama de la metodología. Fuente: Elaboración propia

3. Desarrollo

Se inicia el levantamiento de la información en la empresa en estudio, la cual es una litografía dedicada a la impresión al por mayor para pequeñas, medianas y grandes empresas. Maneja un sistema “pull”, es decir, la cantidad de productos originados es igual a una demanda que se conoce [19]. Esto se debe a que cada pedido es único en dimensiones, cantidad y diseño, y por lo tanto cada cliente detalla de manera anticipada las especificaciones de su compra. Sin importar cuál sea el producto, la materia prima pasará por las tres mismas estaciones: Corte, impresión y empaque. Que se distribuyen a lo largo de la empresa.

3.1 Descripción del proceso de impresión

El proceso productivo inicia desde la recepción del pedido. Aquí, el cliente entrega el diseño a imprimir, o de lo contrario remite una solicitud al área de diseño para desarrollar la plantilla a imprimir. Se especifica la cantidad de copias, y luego se envía el diseño para ser tallado como plancha para la máquina impresora. Estas dos últimas actividades, diseño de plancha y remisión de plancha las realizan dos operarios diferentes.

Una vez que se tiene la plancha, un tercer operario recibe la orden para continuar el proceso: Toma de la bodega el papel y lo corta en las dimensiones y cantidades necesarias con la única guillotina con la que cuenta la empresa. Luego un cuarto operario transporta el papel cortado a la impresora Heidelberg offset [20], donde carga la máquina con el papel, calibra los tonos de la tinta y lubrica con gasolina los rodillos de la impresora, para posteriormente iniciar a imprimir. Cuando inicia el proceso de impresión, el operario inspecciona la calidad de las copias, normalmente 5 de cada 100 impresiones no pasan los estándares de calidad y son desechadas. Luego, las impresiones pasan a unión, donde dos operarios organizan las copias para luego armar los paquetes que serán almacenados en estante de ordenes por salir. **Vea Figura 3**

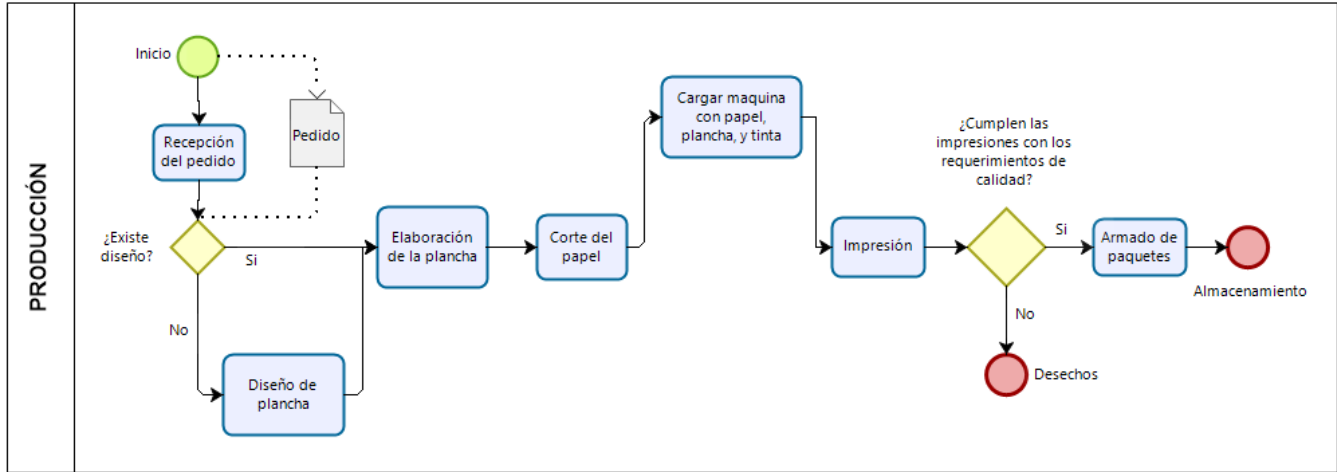


Figura 2 Diagrama de flujo de Graficas Beleño. Fuente. Elaboración propia

3.2 Cálculo de tiempos del proceso

La recolección de datos es cuantitativa y por observación directa, mediante los reportes del operario administrativo y de producción, los tiempos por actividad se ven resumidos en la **Tabla 1**, y los recursos con los que cuenta la empresa para el proceso se enlistan en la **Tabla 2**. La toma del tiempo y cantidad de arribo de pedidos se halla a partir del registro contable de la empresa, estableciendo su distribución con la herramienta integrada de Arena, Input Analyzer tal como se ve en la **Figura 4 y 5**.

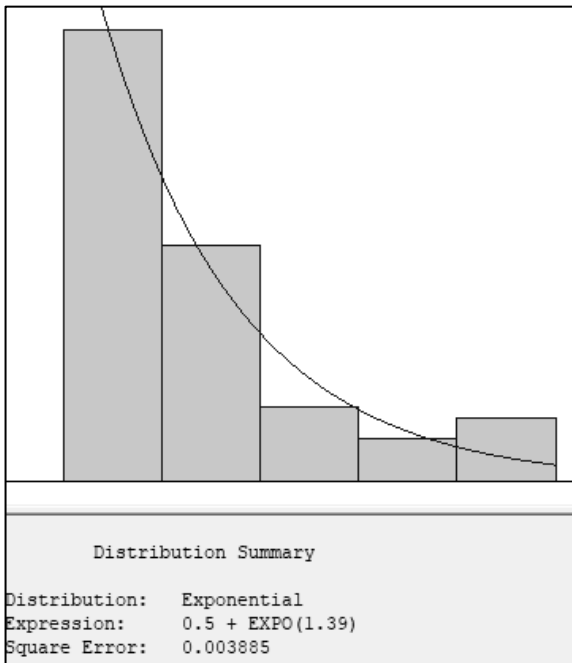


Figura 3 Distribución de cantidad de pedidos por llegada

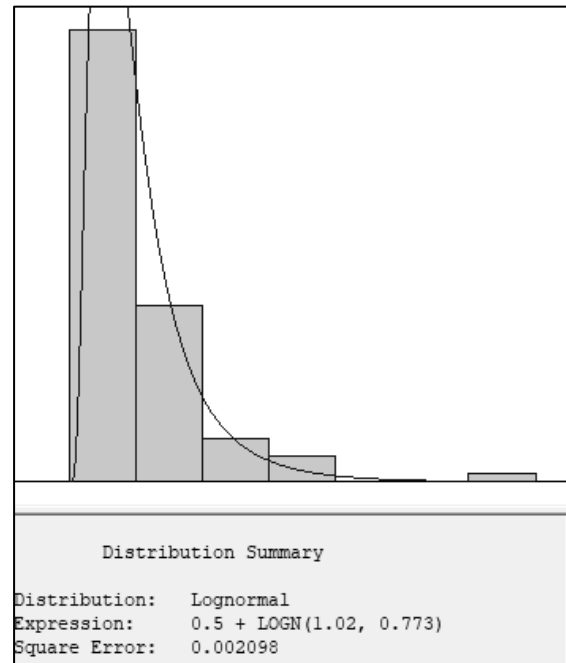


Figura 4 Distribución del tiempo entre arribo del pedido

Tabla 1 Distribución de tiempo de los procesos

Actividad	Distribución de tiempo de actividad
Arribo del pedido	0.5 + LOGN (1.02, 0.773)
Diseño	180 a 300 minutos por plancha
Tallado Plancha	60 a 120 minutos por plancha
Corte	5 a 15 minutos por pedido
Calibración de la impresora	15 a 25 minutos por pedido
Impresión	150 a 200 minutos por pedido
Empaque	50 a 60 minutos por pedido

Tabla 2 Recursos del proceso

Recurso	cantidad
Administrativo	1
Mensajero	1
Guillotina	1
Operario de corte	1
Impresora	1
Operario de producción	1
Operarios de empaque	1

3.3 Modelo de simulación

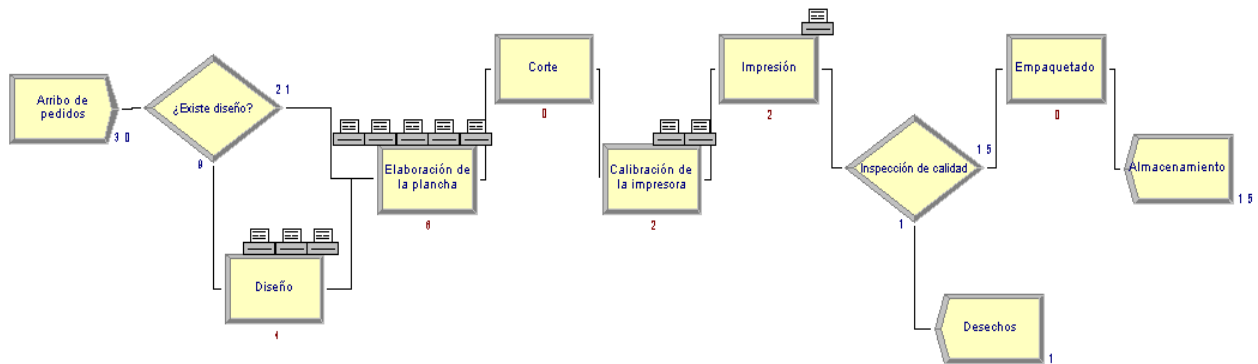


Figura 5 Modelo de simulación del proceso de impresión en la empresa objeto de estudio

Debido a que el proceso productivo de esta litografía solo inicia por la generación de una orden, en el arribo se establece como entidad “el pedido”, el cual se desplaza a través del sistema hasta transformarse en el producto final **Vea Figura 6**. El modelo de ARENA es replicado 3 veces para una jornada diaria de 8 horas por 30 días.

4. Resultados

Se valida el modelo de simulación comparando su comportamiento con el del sistema real, y hecho esto, se analizan los resultados del informe de ARENA:

Se identifica que el proceso de impresión es el cuello de botella del sistema, el cual llega a retener un pedido hasta por 27,84 horas. También, en todas las actividades predomina la baja utilización de los recursos, tal como se muestra en la **Figura 7**. la capacidad de estos no está siendo aprovechada.

En promedio el tiempo de espera de cada pedido es de 11,49 horas, pero este puede oscilar entre 0 y 65,51 horas, evidenciando una espera muy larga, considerando que el tiempo que proceso de un pedido en promedio es de 7,62 horas.

Mensualmente se desperdicia la materia prima equivalente a la cantidad de impresiones que representan el 6,5% del total de pedidos mensuales, esto representa para la empresa una pérdida de aproximadamente \$1'433.475 pesos mensuales.

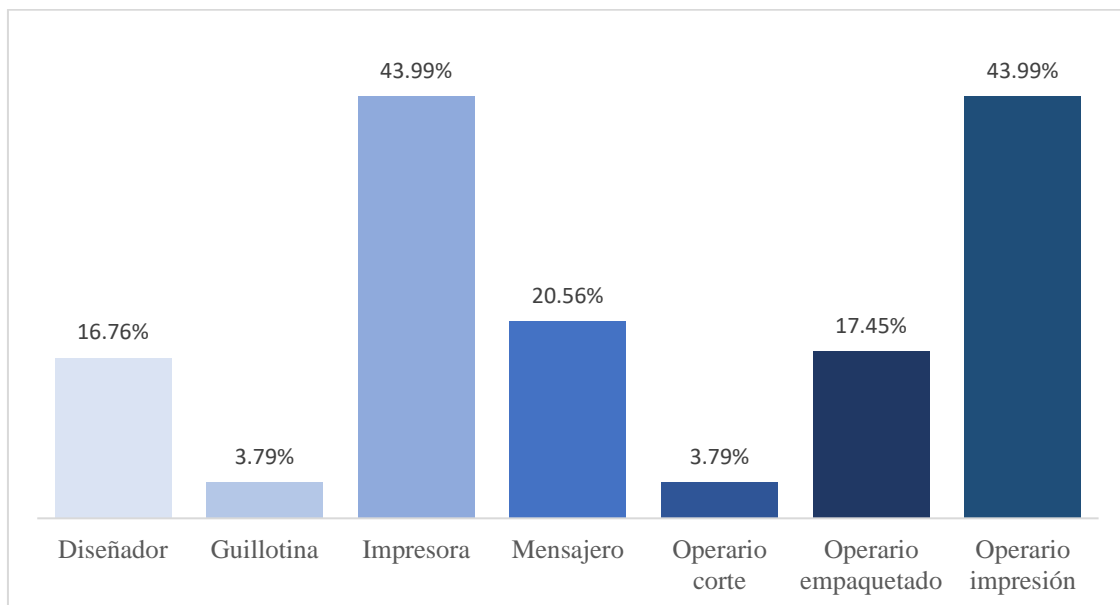


Figura 6. Utilización de los recursos en el proceso

5. Recomendaciones

Evidenciando la baja utilización de los recursos del diseñador, operario de corte y mensajero, podemos concluir que estos operarios pueden ser contratados por horas o por media jornada y no por una jornada completa de trabajo como lo están realizando actualmente; esto aumentaría su porcentaje de utilización u ocupación con respecto a las horas laboradas y a su vez una disminución en los costos directos del proceso productivo [21, 22]. Una alternativa a la recomendación anterior es unir las actividades que representen bajo porcentaje de utilización de los recursos, tales como lo son el operario de corte, operario de empaquetado, mensajero y diseñador; esto requerirá una capacitación del operario para que pueda realizar la nueva actividad de manera eficiente y sin ningún contratiempo o error. Para el proceso de corte se utiliza una guillotina digital por lo tanto no se requiere tanta manipulación de la materia prima ni de la maquina misma, a comparación de las demás máquinas que intervienen en el proceso que son mecánicas o completamente manuales, y estas conllevan más tiempo de manipulación y realización de la actividad, esto demuestra un desbalance en los tiempos de las máquinas, lo cual genera que la guillotina tenga poco tiempo

de utilización. Para reducir los desperdicios de papel defectuosos o dañados, se recomienda invertir en una impresora digital y a su vez se estarían reduciendo los tiempos de impresión, pudiendo realizar pedidos más grandes y en menos tiempo.

6. Conclusiones

La simulación permitió visualizar el proceso de impresión de la empresa en estudio, logrando así identificar las distintas deficiencias de las actividades que comprenden el proceso productivo, como lo son: la baja utilización de los recursos, el cuello de botella generado en la impresión, los extensos tiempos de espera para procesar los pedidos, y los desperdicios que representan altos costos para la empresa. Este trabajo se podrá extender a investigaciones futuras en un modelo que integre las entidades como la materia prima que interviene en el proceso, y categorice los productos resultantes para analizar el comportamiento de los requerimientos ante la demanda de cada tipo de producto.

Financiamiento

Este proyecto contó con el apoyo total de los autores y la Universidad de la Costa CUC.

Referencias

- [1] F. Navarro Stefanell y L. M. Ramos Barrios, «El control interno en los procesos de producción de la industria litográfica en Barranquilla.» *Equidad y desarrollo*, n° 25, pp. 245-267, 2016.
- [2] L. Henríquez-Sarmiento, S. Camacho-Menendez y A. Troncoso Palacio, «Propuesta para mejorar el proceso de impresión en la industria litográfica.» *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 2, n° 1, pp. 14-18, 2020.
- [3] J. S. Quintero Reatiga, «Las pymes en Colombia y las barreras para su desarrollo y perdurabilidad.» *Universidad Militar Nueva Granada*, vol. 13, 2018.
- [4] M. Layton Camacho, «Sistema de control interno como herramienta de crecimiento económico en pymes del sector inmobiliario.» *Universidad Militar Nueva Granada*, 2019.
- [5] K. Berben-Soñett, A. Perez-Sanchez, A. Troncoso-Palacio y R. Rojas Millán, «Aplicación de un Diagnóstico Empresarial para Identificar y Analizar Falencias Organizacionales.» *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 3, n° 1, 2021.
- [6] A. Segura-Henríquez, A. Troncoso-Palacio, J. Vera-Ruíz y F. Muñoz-La-Rivera, «Continuous Improvement Integrating Technological Tools to Assertively Accelerate Decision-making of Logistics. Case Implemented in a Construction Materials Supplier Company.» *2021 9th International Conference on Traffic and Logistic Engineering (ICTLE)*, pp. 31-35, 2021.
- [7] S. J. Arapa Mendoza y J. C. Atamari Aguirre, «Investigación del sistema de manufactura flexible en industria 4.0.» 2020.
- [8] J. L. Del Val Román, «Industria 4.0: la transformación digital de la industria.» de *Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII*, Valencia, 2016.
- [9] A. I. Basco, G. Beliz, D. Coatz y P. Garnero, *Industria 4.0: fabricando el futuro*, Buenos Aires: Inter-American Development Bank, 2018.
- [10] J. J. Sánchez Vargas, F. N. Garcia Jimenez, J. M. Galvis Toro y Y. A. García Rodriguez, «Comparación por simulación de sistemas de manufactura tipo push y pull. Ciencia e Ingeniería Neogranadina.» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, n° 1, pp. 81-94, 2019.
- [11] R. Muñoz Carriel, «Modelo de un sistema de gestión de entrega como apoyo a la logística empresarial.» *Repositorio Universidad de Guayaquil*, 2018.
- [12] D. Pacheco Bolaño y A. Troncoso-Palacio, «A Discrete Event Simulation Model for Analyzing the

- Unloading of Goods at a Port,» Preprints, 2021.
- [13] C. Del Bosque Peón, «Los gemelos digitales en la industria 4.0.» *Innovación educativa*, 2019.
- [14] Y. Forero-Paéz y J. A. Giraldo, «Simulación de un Proceso de Fabricación de Bicicletas. Aplicación Didáctica en la Enseñanza de la Ingeniería Industrial,» *Formación universitaria*, vol. 9, n° 3, pp. 39-50, 2016.
- [15] S. López Hernández, «Modelado y simulación en Arena de sistemas de procesos continuos,» Valladolid, 2016.
- [16] P. J. Torres Vega, Simulación de sistemas con el software Arena, Lima: Fondo editorial de la Universidad de Lima, 2017.
- [17] D. Kelton, R. Sadowski y D. Sturrock, Simulation With Arena, Mc Graw Hill, 2008.
- [18] <https://www.simwell.io/es/simulacion-en-arena/>, «<https://www.simwell.io/es/simulacion-en-arena/>,» [En línea]. Available: <https://www.simwell.io/es/simulacion-en-arena/>. [Último acceso: 10 12 2022].
- [19] V. . A. Rodríguez Pinto, «Implementación del sistema Pull sytem interplantas Lexmark Internacional Mexicana,» *Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales*, 2016.
- [20] W. W. Barber, «Paper feed mechanism for offset printer». United States Patente US3991997A, 1976.
- [21] G. J. Acuña Agudelo y I. D. González Hernández , «Diseño de puestos de trabajo en la empresa "Soluciones Agropecuarias La Granja SAS",» 2017.
- [22] IMF, «Rotación de puestos de trabajo,» IMF Business school, 6 Noviembre 2009. [En línea]. Available: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/corporativo/prl/rotacion-de-puestos-de-trabajo/>. [Último acceso: 19 Noviembre 2020].