

Aplicación de un estudio de tiempos y simulación al proceso de termoformado para aumentar su productividad



Colaboración

Javier Mondragón Sánchez; Aparicio Urbano Jose; Marlene Cruz Romero, Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán; Hugo Alberto Bravo Quintero, Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2020

Fecha de aceptación: 11 de marzo del 2021

RESUMEN: Para mantener una ventaja competitiva en el mercado de contenedores para pasteles, en el presente trabajo se aplicó la estrategia de estudio de tiempos y simulación en Arena® en la planta de formado de pasteleros, con el objetivo de minimizar los costos de fabricación para obtener un mayor margen de utilidad, al minimizar los costos de operación mediante la correcta asignación de personal, disminución de mermas por mal manejo de materiales y eliminación de actividades que no agregan valor al producto. La técnica Mapa de Flujo de Valor (VSM) se aplicó para conocer el estado actual del proceso y plantear un estado futuro con las mejoras correspondientes donde se muestra como estaba establecido el proceso y cómo quedó conformado posterior al desarrollo de la mejora propuesta, siendo esta favorable en un 90 %.

PALABRAS CLAVE: Simulación, ARENA, VSM, estudio de tiempos, desperdicios.

ABSTRACT: In order to maintain a competitive advantage in the market for containers for cakes, in this study the strategy of time study and simulation was applied in Arena® in the bakery forming plant, with the aim of minimizing manufacturing costs to obtain a higher profit margin, by minimizing operating costs through the correct allocation of personnel, reduction of losses due to poor handling of materials and elimination of activities that do not add value to the product. The VSM technique was applied to know the current state of the process and propose a future state with the corresponding improvements, which shows how the process was established and how it was formed after the development of the proposed improvement, which is 90% favorable.

KEYWORDS: Simulation, VSM, Time Study, waste.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas buscan obtener el mayor margen de utilidad [1] en los productos que elaboran buscando siempre minimizar los costos de fabricación [2] a través de la reducción de tiempos muertos, mermas por defectos de calidad, procesos innecesarios, tiempos de espera, etc. [3]. Debido a esta necesidad surgen diversas estrategias, técnicas o filosofías, que ayudan a disminuir los efectos de los desperdicios generados en el proceso, tal es el caso de la técnica de toma de tiempos la cual se aplica en este artículo y nos ayuda a conocer el tiempo promedio que se utiliza en cada actividad involucrada en el proceso como: tomar, jalar, mover, empaquetar, etc. [4]. Al tener una mejor perspectiva del tiempo que lleva cada actividad se analiza la posibilidad de mejorar dicho proceso, mediante la eliminación de actividades que no agregan valor al producto.

En este artículo se explica el procedimiento que se utilizó para aumentar la productividad [5] del proceso de fabricación de contenedores de plástico para pasteles, comúnmente llamados pasteleros, mediante la técnica de termoformado. El problema surge debido a la gran cantidad de pérdida de efectivo a través de actividades que no agregan valor, materiales defectuosos, esperas de alistamiento, entre otras [6]. Y al tratar de eliminarlas se tiene otro problema que es la falta de tiempo para detener procesos para el cambio, además es muy costoso realizar una modificación a una máquina. Los directivos siempre buscan minimizar los gastos y mantener los estándares de productividad.

El objetivo fue desarrollar un estudio de trabajo con apoyo de las técnicas de toma de tiempos y simulación, que nos ayuden a aumentar la productividad por medio de la eliminación de actividades que no agregan valor a los productos bajo las siguientes premisas:

1 El VSM permite conocer el estado actual del proceso donde se identifican las actividades que no añaden valor y plantear un estado futuro con las mejoras correspondientes.

2 Los costos de operación se pueden minimizar a través de la correcta asignación de personal, disminución de mermas por mal manejo de materiales, y eliminación de actividades que no agregan valor al proceso.

Este estudio se desarrolló mediante la administración y organización de recursos, sin la necesidad de inversión de dinero o tiempo de producción. Al analizar y estandarizar actividades se buscó una estrategia diferente de hacer las cosas buscando lograr los resultados deseados.

La primera etapa comprende la metodología a seguir, que abarca la selección de la familia de productos, la cual indica que una familia es un grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante la transformación pasando por equipos comunes. Posteriormente se lleva a cabo una cartografía de la cadena de valor actual, la cual puede representar una herramienta de comunicación, de planificación comercial y también una herramienta para gestionar un proceso de cambio [7]. La siguiente etapa es identificar una mejora al proceso productivo. Desarrollar un mapa de cadena de valor futuro, en donde se coloca un relieve de las fuentes de desperdicio y la forma de eliminarlas poniendo en marcha en un plazo breve una cadena de valor basada en el mapa del estado futuro. La elaboración de un VSM actual y futuro permite desarrollar representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades que no agregan valor al proceso y las cuales necesitan ser eliminadas [8].

Por último, se desarrolla la simulación del proceso la cual tiene por objetivo comprender, analizar y mejorar las condiciones de operación relevantes del sistema [9].

La simulación de procesos es una de las más innovadoras herramientas empleadas actualmente en ingeniería para el análisis de áreas productivas. Es utilizada normalmente para representar un proceso real mediante otro mucho más simple y entendible. La necesidad de su utilización depende del grado de complejidad de los procesos dados por la misma organización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El método utilizado para realizar el estudio consta de cinco etapas, donde la primera es selección de la familia de productos; la segunda es realizar una cartografía de la cadena de valor actual; identificar una mejora al proceso productivo es la tercera etapa; desarrollar un VSM futuro la cuarta y la quinta es simular el proceso. A continuación, se describen más a detalle:

Tabla 1. Matriz de productos.

	ETAPAS DEL PROCESO					EMPAQUE
	FORMAR	TROQUEL	CORTE	SACAR BASE	ARMAR COMBO	
BISAGRA 43	X		X			X
TAPA 98	X	X	X			X
PASTEL T85	X		X	X	X	X
PASTEL T95	X		X	X	X	X
PASTEL T105	X		X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Selección de la familia de productos.

Debido a que la empresa maneja una gran cantidad de productos, se realiza una matriz colocando los pasos de ensamblaje del proceso en un eje, y los productos en otro eje como se observa en la Tabla 1.

Realizar una cartografía de la cadena de valor actual.

Después de haber seleccionado todos los PASTELEROS como la familia de productos, se hace uso de la herramienta cartográfica. La cartografía de la cadena de valor inicialmente sigue los pasos que se muestran en la figura 1, donde muestra el primer paso que es dibujar el estado actual, lo cual se hace recopilando información en el área de producción. Esto aporta la información que se necesita para desarrollar un estado futuro.

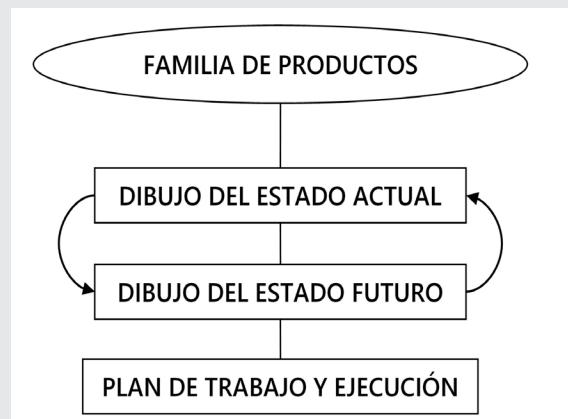


Figura 1. Etapas iniciales del trazado del mapa de una cadena de valor.

Identificar una mejora al proceso productivo.

Al conocer el proceso productivo resulta más fácil identificar alguna oportunidad de mejora, ya sea mediante la observación o mediante la evaluación de actividades que agregan valor al producto. El cual se puede identificar en la figura 2, ubicada en el apartado de anexos.

Desarrollar un VSM futuro:

El objetivo de este ejercicio es crear una cadena de producción en la que los procesos estén encadenados a uno o varios clientes mediante un flujo continuo o estableciendo un sistema de flujo hilado, y que cada proceso fabrique, en la medida de lo posible, solamente lo que sus clientes necesitan cuando lo necesitan.

Un examen cuidadoso del estado actual de la cadena de producción revela ciertos problemas Pueden ser grandes volúmenes de inventario, falta de conexión entre procesos o los plazos de entrega demasiados largos. El mapa de la cadena de valor futuro nos muestra cómo será el proceso al implementar alguna estrategia de mejora, a través de este podemos conocer cómo se conformará la modificación al proceso.

Para comprobación de resultados, no es posible aplicar la mejora directamente al proceso, debido a que no podemos detenerlo por cuestiones de retrasos o prioridades de producción, pero si podemos desarrollar una simulación del proceso la cual nos ayudara a conocer el comportamiento, ventajas y desventajas, o la viabilidad de dicho proceso. Lo anterior se puede apreciar en la figura 3, ubicada en el apartado de anexos.

Simulación de proceso.

La utilización de software de simulación es una de las más importantes herramientas para analizar el diseño y operación de sistemas o procesos ya sean desde los más simples hasta los más complejos, a continuación, se muestran las etapas que se utilizaron para desarrollar el proceso de simulación:

Colección de datos: Es muy importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados. Para conocer el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente ecuación estadística:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad \text{Ec (1)}$$

Dónde: n = Tamaño de la muestra, n' = Número de observaciones, Σ = Suma de los valores, x = Valor de las observaciones, 40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%. Al aplicar dicha fórmula obtenemos un total de 150 observaciones (datos a medir). observaciones (datos a medir). Obteniendo los siguientes datos.

Tabla 2. Datos estadísticos de la toma de tiempos para el proceso de fabricación de base.

	DATOS BASE T85		
	CONTEO Y EMBOLSADO	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE Y PALLETIZADO
MEDIA	30.92715232	10.00662252	31.26490066
MODA	27	10	31
DESV. EST.	6.058712006	1.920057946	4.175646835
MINIMO	20	7	24
MAXIMO	42	13	38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Datos estadísticos de la toma de tiempos para el proceso de fabricación de base.

	DOMO PASTELERO T85			
	CONTEO	DESEMPACAR BASE	ARMAR COMBO	EMPAJAR
MEDIA	17.205298	63.41721854	18.9603	20.913907
MODA	10	45	27	19
DESV. EST.	4.63942221	18.70057312	5.8468	4.3786458
MINIMO	10	32	9	13
MAXIMO	25	94	28	28

Fuente: Elaboración propia.

Implementación del modelo en la computadora con el uso de un software.

Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje de programación o se utiliza algún paquete. En este caso se utiliza el simulador Arena°, el cual se puede apreciar en la figura 4, ubicada en el apartado de anexos.

Interpretación de los resultados obtenidos de la simulación:

Usage	
Instantaneous Utilization	Average
EMPACADOR 1	0.7522
EMPACADOR 2	0.7537
EMPACADOR 3	0.7530
EMPACADOR 4	0.7518
EMPACADOR 5	0.4567
EMPACADOR 6	0.4599
EMPACADOR 7	0.9196
EMPACADOR 8	0.9988

Figura 5. Resultados de simulación en Arena°.

En la figura 5 se observa que se simularon ocho empaques, de los cuales los primeros cuatro estuvieron tuvieron un 75% ocupación, los empaques 5 y 6 con 45% de ocupación, el empaque 7 con 91 % y el empaque 8 con 99% de ocupación.

RESULTADOS

Después de realizar VSM en las etapas actual y futuro, se logró reducir los tiempos de ocio del personal. La simulación permitió corroborar los resultados del VSM. Se logró aumentar la productividad que se tenía estimada en un 45% de forma general. Sin embargo, será

necesario cambiar las estrategias porque en dos empaques no fue posible aumentar esa productividad.

CONCLUSIONES

Para llevar a cabo el proceso de simulación se realizó una selección de la familia de productos en línea, en base a la detección de áreas de oportunidad, y se continúa con definición del método de toma de muestras. Después, la recolección de datos, enseguida con la elaboración de cartografía del valor actual, finalmente se proyecta la cartografía de valor futuro.

A causa de los conocimientos prácticos que se tienen del proceso se realiza el análisis, detección y corrección de fallas, para proyectar mejoras al proceso. Posteriormente, se realizó la programación en el software Arena®. Luego, se analizaron los resultados obtenidos en las diferentes etapas, conteo y embolsado, armado de corrugado, empaque y paletizado. Además, se realizó un plan de eliminación de tiempos muertos y se trabaja en la reducción de mermas tomando en cuenta los resultados anteriores.

Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, aunque no tengan un valor añadido, esto no lo señala la literatura convencional, siendo el aporte de este artículo. En este caso, estos excedentes tendrán que ser asumidos por la empresa.

Finalmente, se logró el incremento en el estándar de producción con respecto a los últimos valores obtenidos, aplicando un método de trabajo adecuado, de esta manera aumentando la eficiencia laboral del caso de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al C.A. de los Deptos. de Ing. Industrial del Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán y del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán de Ingeniería Industrial por las facilidades otorgadas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] A. D. Viquez, A. P. Hernández, J. H. Ávila y M. G. C. García, «Impacto de la cadena de valor en el margen de utilidad bruta en la producción de destilados de agave.», *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 40, pp. 551-560, 2017.

[2] C. E. Andrango Andrango y R. I. Yépez Moreira, «Costos predeterminados de producción y los procesos productivos de confección.», *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, pp. 5-17, 2020.

[3] A. Morales Varela, J. A. Rojas Ramírez, L. H. Hernández Gómez, Á. Morales González y M. Y. Jiménez Reyes, «Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones.», *ingeniare.*, vol. 2, nº 23, pp. 182-195, 2015.

[4] A. M. Andrade, C. A. Del Río y D. L. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado.», *Información tecnológica*, vol. 3, nº 30, pp. 83-94, 2019.

[5] M. Marvel Cequea, C. Rodríguez Monroy y M. Núñez Bottini, «La productividad desde una perspectiva humana:», *Intangible Capital*, vol. 7, nº 2, pp. 549-584, 2011.

[6] R. Perez y E. A. Jorge, «Identifying and characterizing of wastes (muda) in transportation, processes, movements, and waiting time in nine manufacturing incorporating the perspective of the operational level.», *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*, pp. 496-408, 2011.

[7] A. M. Paredes-Rodríguez, «Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio.», *Entramado*, vol. 1, nº 13, pp. 262-277, 2017.

[8] A. Amador Gandia y M. García Cantó, «Cómo aplicar "Value Stream Mapping" (VSM),» *3C Tecnología*, vol. 2, nº 8, pp. 68-83, 2019.

[9] L. M. Ontiveros, I. R. Montoro y P. Á. Méndez, «Análisis del galvanizado en caliente de varillas de acero en Metalyzinc, SA de CV a través de un modelo de simulación con Arena para determinar la efectividad del proceso.», *Congreso Interdisciplinario de Ingenierías*, p. 16, 2018.

[10] C. Pocorey, F. Luis y M. Ayabe, «Sistema de producción Toyota TPS, Eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles.», *Revista tecnologica online*, pp. 28-31, 2017.

[11] R. Paredes y A. Mauricio, «Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio.», *Entramado*, pp. 262-277, 2017.

ANEXOS

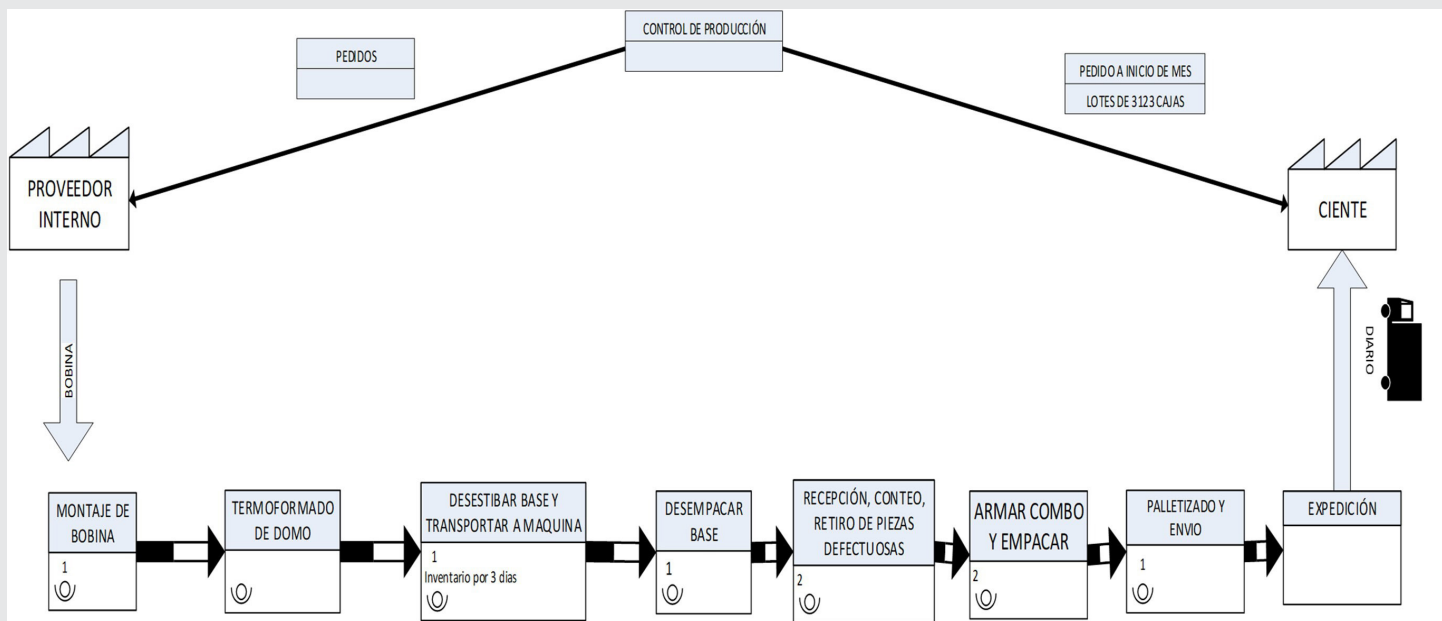


Figura 2. VSM del estado actual.

Fuente: Elaboración propia.

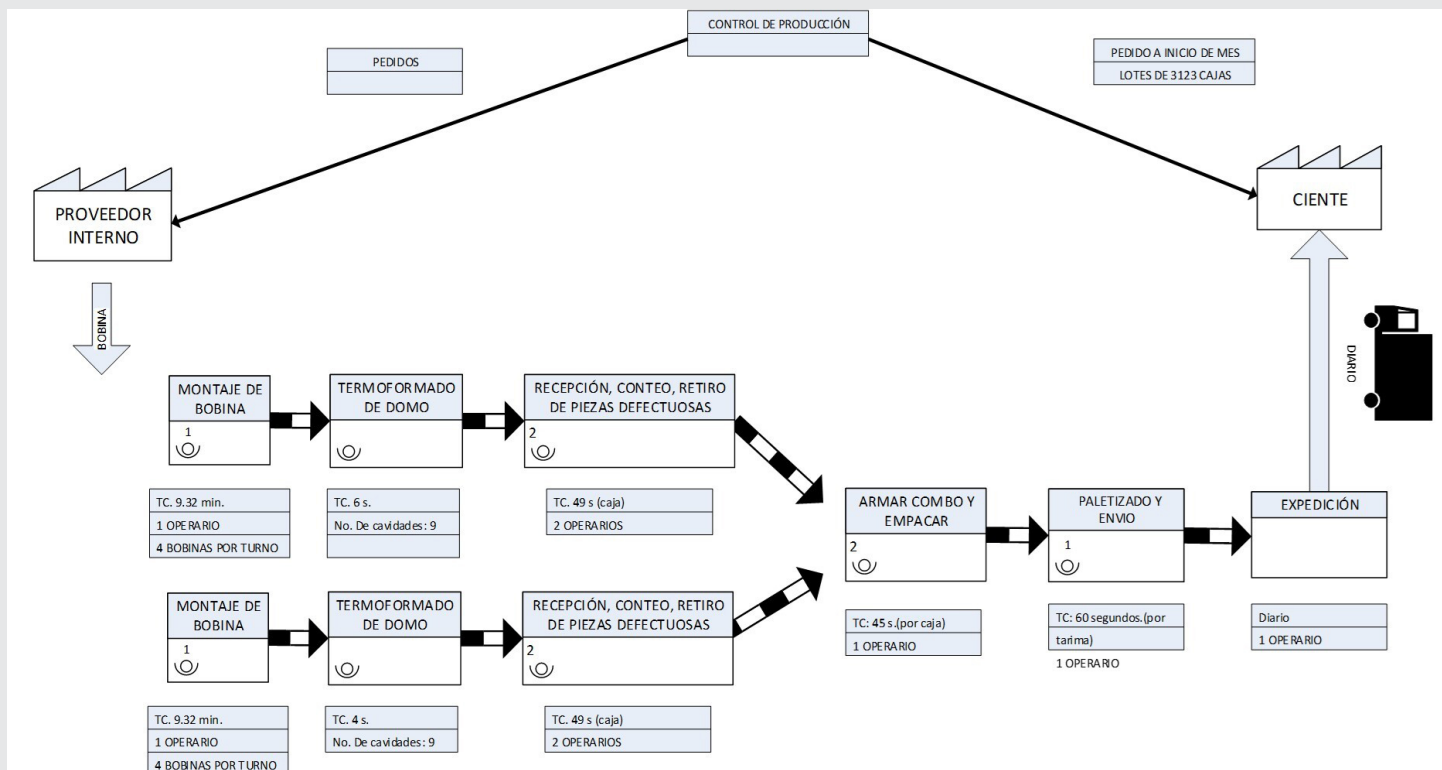


Figura 3. VSM del estado futuro.

Fuente: Elaboración propia.

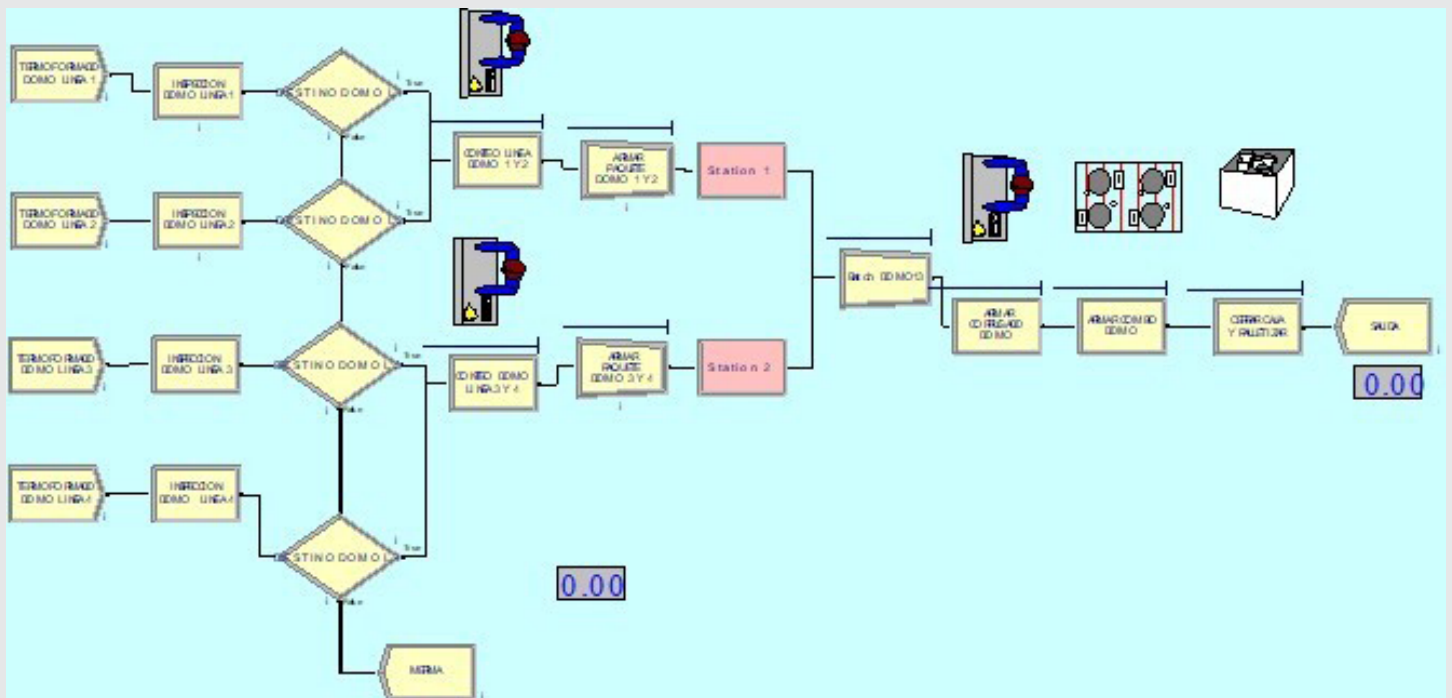


Figura 1. Número de turistas por zona urbana, 2014.