

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**AUMENTO DEL NIVEL DE SERVICIO EN UNA EMPRESA DE
BEBIDAS GASEOSAS MEDIANTE LA FILOSOFÍA JUSTO A TIEMPO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

YDANIA BERNADETTE ASENJO ZAPATA

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2020

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO TEÓRICO	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
V. CONCLUSIONES	11
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en una empresa dedicada a la fabricación de bebidas gaseosas, centrándose en su producto principal Kola Negra de 280 ml, donde la problemática se debe a sus líneas desbalanceadas, acumulación de inventario en proceso de 1 337 paquetes/día y tiempos que no agregan valor al proceso de 1,425 días que no permiten atender la demanda. El estudio consistió en cumplir con la demanda del complejo mediante la aplicación de la filosofía Justo a Tiempo en el proceso. Por lo que una vez estandarizado y balanceado el proceso se analizó el flujo de materiales del sistema, se realizó en cálculo de producción real bajo las tarjetas kanban y se detalló el flujo del proceso bajo esta filosofía. Por ello, se determinó que el tanto el stock en proceso (WIP) como el tiempo de no valor agregado (NVA) disminuían en un 37,77% y 1,17%, respectivamente, la eficiencia de la planta aumentó en un 78,95% y los tiempos ociosos disminuyeron en un 64,7%. Además, se determinó que para atender su demanda faltante de 226 paquetes/día se deberían incurrir a 3 horas extra.

Palabras clave: Kanban, Justo a Tiempo, bebidas gaseosas, Manufactura Esbelta.

ABSTRACT

The research was carried out in a company dedicated to the manufacture of carbonated beverage, focusing on its main product Kola Negra of 280 ml, where the problem is due to its unbalanced lines, accumulation of in-process inventory of 1,337 packages/day and times that do not add value to the process of 1,425 days that do not allow meeting demand. The study consisted of meeting the demand of the complex by applying the Just in Time philosophy in the process. So once the process was standardized and balanced, the material flow of the system was analyzed, it was performed in real production calculation under the kanban cards and the process flow was detailed under this philosophy. Therefore, it was determined that both the work in process (WIP) and the time of no added value (NVA) decreased by 37,77% and 1,17%, respectively, the efficiency of the plant increased by 78,95% and idle times decreased by 64,7%. In addition, it was determined that to meet their missing demand for 226 packages/day, an extra 3 hours should be incurred.

Keywords: Kanban, Just in Time, carbonated beverage, Lean Manufacturing.

I. INTRODUCCIÓN

El sector de bebidas gaseosas pertenece a la industria, particularmente, de bebidas no alcohólicas. Su producción ha ido en aumento y para el año 2016 se registró un crecimiento del 3% cuyo consumo per cápita en el Perú fue de 63 litros por habitante [1]. Asimismo, su mercado es tan demandante que concentra a la mayoría de las marcas y cuatro de estas (Coca-Cola, Inka Kola, Kola Real y Pepsi) al 70% del total de ventas [2]. Debido a ello, las empresas se deben enfocar cada vez más en atender los requerimientos de sus clientes manteniendo un buen servicio y calidad con los precios más adecuados y cumpliendo los plazos de entrega establecidos. Sin embargo, muchas veces no se cumple con esto, ya que las industrias no conocen sus tiempos reales de producción, tienen tiempos ociosos, mantienen stock en el proceso debido a los grandes volúmenes de producción o no cuentan con una planificación de lo que van a producir de acuerdo a su demanda.

Tal es el caso de la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. dedicada a la fabricación de agua mineral y bebidas gaseosas a base de jarabe. La investigación se centra en su producto principal, Kola Negra de 280 ml, el cual representa el 24% de su demanda total y el 21% de utilidades. Esta empresa en los meses de febrero - julio tuvo un nivel de servicio de 84,7% y sus ganancias no percibidas fueron de S/44 443. Ello, debido a que su línea no se encuentra balanceada y sus procesos no están estandarizados, pues los tiempos de sus procesos no se ajustan a su takt time de 0,63 minutos/paquete, registrando un tiempo de procesamiento mínimo y máximo de 0,02 y 0,74 minutos/paquete, respectivamente. En consecuencia, tienen un tiempo ocioso de 0,34 minutos/paquete y una producción promedio de 485 paquetes/día, así como una productividad de mano de obra de 48,5 paquetes/operario. Mientras que para un lote de producción de 120 paquetes tomados en consideración se registró un stock en proceso (WIP) de 1 337 paquetes/día, así como un tiempo de no valor agregado (NVA) de 1,425 días. [3].

Con todo lo descrito con anterioridad, se plantea la pregunta: ¿la filosofía Justo a Tiempo ayuda a que la demanda de la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. sea atendida?, por lo que se planteó como objetivo general aumentar el nivel de servicio de la empresa y como objetivo específico realizar la filosofía Justo a Tiempo en el proceso. De esta manera, la investigación pretende aprovechar e integrar esta filosofía Lean y sus técnicas para llevarla a cabo y así controlar la producción de acuerdo a su demanda.

II. MARCO TEÓRICO

El Takt Time es apropiado para ver el ritmo en que la demanda debe ir de acuerdo a los requerimientos del cliente. Es decir, en cuánto tiempo una pieza debe ser producida para satisfacer a los demandantes, así tanto la producción como las ventas estarán sincronizadas. También permite ver el número ideal de operarios de acuerdo al tiempo de ciclo y el takt time del proceso [4]. Este se integra con el sistema Kanban, un sistema de producción pull centrado en el correcto flujo de los materiales, pues los procesos producen de acuerdo a lo que retiran necesariamente de las etapas anteriores alineado a una demanda. Este sistema de tarjetas facilita la comunicación de una operación a otra, así como el reaprovisionamiento del producto en venta y se dividen en dos tipos de tarjetas: para producción y para transporte. La primera tarjeta indica la cantidad que se debería fabricar para el siguiente proceso, mientras que la segunda es la cantidad de material que se debería retirar del proceso precedente [5]. Abarcando todo ello se llega a desarrollar la filosofía Justo a Tiempo, es decir esta engloba al balance de línea bajo el takt time y el kanban. Esta filosofía consiste en producir lo necesario de acuerdo a las cantidades solicitadas y en los tiempos establecidos (lead time). De tal manera, ni bien el cliente solicite un pedido se planifican las compras para satisfacer la demanda antes de los plazos de entrega y mejorando así el nivel de servicio [4].

En 2019, Monarca y Espinoza [6] en su investigación “Performance improvements of the 560A DA production line using Toyota production system tools” se plantearon como objetivo mejorar la línea de producción mediante las herramientas de manufactura esbelta. Por eso, realizaron un estudio de tiempos y seleccionaron la operación con más tiempo para realizar el muestreo. Además, para los tiempos estándar se determinaron los tiempos normales y las tolerancias según lo estipulado por la organización. Seguidamente, investigaron sobre la literatura de manufactura esbelta para realizar el balance de línea de acuerdo al takt time. Asimismo, para cada estación de trabajo determinaron su capacidad, así como las mudas o actividades que no aportaban ningún valor al sistema productivo, de tal manera que pudieron despreciarlas y estandarizar el proceso. Por último, teniendo en consideración la operación con el tiempo más alto y el takt time se realizó el balance de línea, disgregando las actividades para agruparlas en estaciones que no sobrepasaran el takt time. Luego de realizar las mejoras de balanceo y estandarización; se determinó que la operación 1 era el cuello de botella con 96 segundos de actividad, por lo que eliminaron traslados y desplazamientos innecesarios, de tal manera que se redujo la operación a 84 segundos, así se ajustaba mucho más a su takt time de 80 segundos y la producción sería mayor. Ello, fue reflejado en la capacidad productiva de cada operario que

pasaron de fabricar 30 a 33 unidades con un desempeño del 84,20%, puesto que también se redujeron de 8 a 6 operarios con una tasa de mejora en la planta en 72,72%.

En 2019, Bianco, Santos, Keiko y Godinh [7] en su investigación “Mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso na fabricação de produtos pet food” tuvieron como objetivo mejorar el proceso productivo y reducir los desperdicios en una fábrica de alimentos para mascotas. Para ello, definieron la unidad que iba a ser analizada, debido a que la empresa contaba con 3 sectores de alimentos, de tal manera que eligieron al sector de extrusión por ser el más rentable. Seguidamente, realizaron un análisis del proceso y con los tiempos ya estandarizados identificaron las mudas en cada etapa; las cuales fueron: stock, inventario, mano de obra y esperas, así procedieron a analizar las causas y herramientas mejor aplicables. Asimismo, hallaron los cuellos de botella, tiempo disponible y demanda para el cálculo del takt time, para así realizar el balance de línea. Luego, estratificaron y ordenaron esta información para aplicar las mejoras utilizando un mapa de flujo de valor y tarjetas kanban. Con un tiempo disponible de 28 800 segundos/día y una demanda de 90 toneladas/día se determinó un takt time de 320 segundos/tonelada, sin embargo, los cuellos de botella aún eran altos (5 400 segundos/tonelada) incluso luego de reducir de 9 a 4 estaciones, pese a ello, agrupar las operaciones ayudó a que se redujeran los tiempos ociosos en un 42,79% y una mano de obra que descendió de 17 a 12 operarios. Además, con las tarjetas kanban, se redujo el tiempo de espera de 13,8 días a 6,13 días, así también se disminuyó el stock en proceso (WIP) de 1 500 toneladas a 450 toneladas, del mismo modo se mantuvo un flujo continuo en el proceso y se aplicó el método PEPS (primero en entrar, primero en salir), evitando así cualquier tipo de muda al tratarse de productos perecederos.

En 2016, Mulyani, Nugraha y Samadhi [8] en su investigación “Implementasi Just In Time di Industri Farmasi Liquid” se plantearon como objetivo mejorar el proceso de 4 productos en una industria farmacéutica aplicando la filosofía Justo a Tiempo. Estos productos fueron: BTP3, CTS3, CTS4 y DMR2; el primero se trató de una emulsión, mientras que los tres restantes eran jarabes. Comenzaron con el estudio y revisión de la literatura para determinar las etapas y llegar a ello, estas fueron: estandarización de trabajo y kanban, pues las líneas ya estaban balanceadas. Seguidamente, para la estandarización tomaron medidas del tiempo ciclo y se ajustaron eliminando las mudas de tiempo, es decir aquellas que no agregaban valor al proceso y podrían depreciarse. Mientras que, para el kanban, trabajaron conjuntamente con la aplicación SAP, así tenían un mejor control sobre su inventario y stock en proceso, pues una vez determinadas estas tarjetas aplicaron un sistema pull solicitando tanto la materia prima como el embalaje para

producto final siempre y cuando fuera requerido. De esta manera, para los 4 productos se logró una reducción del tiempo ciclo en un 12,12%, 34,88%, 19,69% y, para el último caso, el cual fue más drástico, se redujo de 15,58 a 5,11 días logrando así la disminución del 67,20%. Asimismo, el tiempo de valor agregado aumentó en un 13,91% solo para el segundo producto. Por último, para el conocimiento de los operadores diseñaron un cuadro resumen sobre cómo se llegó a cumplir con el Justo a Tiempo y su implementación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Métodos

Las etapas del método utilizado en la investigación fueron las siguientes:

Análisis del flujo de materiales del proceso

Para la estandarización de procesos se despreciaron las mudas de espera y transporte y se tomaron en cuenta los tiempos estándar. Mientras que, para el balance de línea se identificaron los tiempos de los procesos, con la finalidad de que luego las estaciones se agrupen y no sobrepasen el takt time, todo ello, tal cual lo indican Rajadell y Sánchez [9]. Además, con una demanda promedio de 575 paquetes/día y una disponibilidad de tiempo de 360 minutos/día, se utilizó (1):

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ de\ producción\ disponible}{cantidad\ total\ diaria\ requerida} \quad (1)$$

Seguidamente, para agrupar las estaciones Charly y Perleche [10] señalan que, primero se debe calcular el tiempo de flujo equilibrado en el que las operaciones del sistema se tendrían que adaptar para mantener el equilibrio con (2):

$$Tiempo\ de\ flujo\ equilibrado = \frac{tiempo\ de\ ciclo\ de\ la\ siguiente\ operación}{tiempo\ de\ operación\ disponible} \quad (2)$$

De tal manera, teniendo las consideraciones anteriores para el cálculo de número de estaciones, se aplicó (3):

$$N^{\circ}\ de\ trabajadores = \frac{tiempo\ de\ ciclo\ inicial}{tiempo\ equilibrado} \quad (3)$$

Además, se halló la eficiencia del balanceo tal cual lo formulan Díaz y Noriega [11] con (4)

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ ciclo\ total}{Tiempo\ del\ cuello\ de\ botella * N^{\circ}\ de\ estaciones} \quad (4)$$

Luego, se determinó el número de tarjetas kanban requeridas en el sistema aplicando (5):

$$kanban = \frac{\text{producción diaria} * \text{tiempo de flujo equilibrado}}{\text{tiempo disponible}} \quad (5)$$

Posteriormente, se calcularon los lotes de transferencia, ya que estas unidades conjuntas pasaron de un proceso a otro, así se utilizó (6):

$$\text{Lote de transferencia} = \frac{\text{producción diaria}}{kanban} \quad (6)$$

Por último, para determinar el stock en proceso (WIP) se aplicó (7):

$$WIP = Q * \left[1 - \frac{1}{CM} * \left(C_1 - \frac{1}{n} * \sum_1^N C_i \right) \right] \quad (7)$$

Donde:

$Q = \text{demanda}$	$C_i = \text{ciclo en operación}$
$CM = \text{ciclo máximo de producción}$	$n = \text{lote de transferencia}$
$C_1 = \text{ciclo de la primera operación}$	$N = \text{número de transferencia}$

Mientras que, para el tiempo de no valor agregado (NVA) se empleó (8):

$$NVA = \frac{\text{Lote en proceso} * \text{tiempo de ciclo de operación siguiente}}{\text{tiempo de operación disponible}} \quad (8)$$

Cálculo de producción real en el proceso bajo tarjetas kanban

Para que el sistema tengo un flujo continuo y ajustado a su demanda empleando las tarjetas kanban, se tomó en cuenta a Socconini [12]. Primero, se realizó el cálculo del número de piezas por kanban con (9):

$$N^{\circ} \text{ de piezas por kanban} = D * TE * U * \%VD \quad (9)$$

Donde

$D = \text{demanda semanal}$	$U = \text{número de ubicaciones}$
$TE = \text{tiempo de entrega del producto}$	$\%VD = \text{nivel de variación de la demanda}$

Así, para saber el nivel de variación de la demanda (%VD) se tuvo en consideración (10):

$$\%VD = 1 + \frac{\text{desviación estándar de la demanda en el periodo}}{\text{promedio de la demanda en el mismo periodo}} \quad (10)$$

Después, con el número de piezas por kanban se halló el número de contenedores con (11):

$$N^{\circ} \text{ de contenedores} = \frac{\text{Demanda diaria} * \text{plazo de entrega} * \text{margen de seguridad}}{N^{\circ} \text{ de kanban}} \quad (11)$$

Además, la capacidad de cada contenedor en unidades se determinó aplicando (12):

$$\text{Capacidad de contenedor} = \frac{\text{Cantidad de piezas por kanban}}{\text{Cantidad de contenedores}} \quad (12)$$

Finalmente, las unidades producidas por día se hallaron empleando (13):

$$\text{Producción diaria} = \text{cantidad de contenedores} * \text{capacidad del contenedor} \quad (13)$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Análisis del flujo de materiales del proceso

En la tabla 1 se observa que, la estación 4 es donde hay más stock en proceso (WIP); está representada por la etapa de codificado y se ve afectada por la estación 3, es decir la etapa de etiquetado, la cual es el cuello de botella y su lote de transferencia es mucho mayor que los otros, mientras que la estación 5 no presenta WIP debido a que no hay una operación que la suceda. Además, se redujeron de 9 a 5 las estaciones de trabajo, por lo que empleando (4) se determinó que la eficiencia del proceso aumentó en un 78,95%. También, al lograr el equilibrio entre las etapas se disminuyeron los tiempos ociosos en un 64,7%, pues estos tiempos pasaron a ser 0,12 minutos/paquete y se aumentó la productividad de mano de obra a 70 paquetes/operario. Asimismo, se observa que el nuevo stock en proceso (832 paquetes/día) y el tiempo de no valor agregado (1,408 días) se aminoraron en un 37,77% y 1,17%, respectivamente.

Tabla 1. Resultados del nuevo flujo de materiales del proceso en paquetes/ día

Estaciones de trabajo	Lote de transferencia	Kanban	Tiempo de flujo equilibrado	WIP	NVA
Estación 1	237	3	1,29	120	0,160
Estación 2	237	3	1,19	198	0,207
Estación 3	709	1	0,27	95	0,407
Estación 4	142	5	2,50	419	0,053
Estación 5	355	2	0,96	0	0,582
Total				832	1,408

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de producción real en el proceso bajo tarjetas kanban

Empleando (9), se determinó que el número de piezas por kanban fue de 348 paquetes y para el número de ubicaciones la literatura recomienda 2 ubicaciones. En la tabla 2 se muestran los datos que se tomaron en consideración:

Tabla 2. Datos para el cálculo de n° de piezas por kanban

Datos	Valores
Demanda (paquetes/semana)	3 452
Lead time (semana/paquetes)	0,0494
N° de ubicaciones	2
Variación de la demanda (% VD)	1,02

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, con (11) se halló que el número de contenedores requeridos era de 14 contenedores, de tal manera que, la capacidad del contenedor resultó en 25 paquetes/día en el proceso productivo con una demanda de 350 paquetes/día que la empresa podría abastecer. En la tabla 3 se muestran los datos tomados en cuenta:

Tabla 3. Datos para el cálculo de n° de contenedores

Datos	Valores
Número de kanban (paquetes/día)	14
Demanda (paquetes/día)	576
Plazo de entrega (día/paquetes)	0,0071
Margen de seguridad día (paquetes/día)	48

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para flujo de producción del proceso bajo la filosofía Justo a Tiempo, se utilizó el sistema pull con las tarjetas kanban y el método PEPS (primero en entrar, primero en salir). Es decir, se producirá de acuerdo a las cantidades demandadas por el cliente. En la figura 1 se observa el sistema de producción, las tarjetas kanban están dispuestas en cada estación de trabajo y cada kanban contiene 25 piezas (paquetes/día). Cuando el cliente llega con un pedido de 350 paquetes es ahí cuando se activan las órdenes de pedido para cada estación de trabajo. Primero, se activa la quinta estación de trabajo, la cual con 2 kanban abastece para 50 paquetes activando así la cuarta estación. Esta se encargará de aprovisionar con 12 tarjetas kanban que equivalen a los 300 paquetes faltantes, sin embargo, al contar solo con 5 kanban, abastecerá con 125 paquetes, no obstante, se necesitan los 175 pedidos restantes. Así, se activa la tercera estación que se encargará de suministrar las otras 7 tarjetas. La tercera estación solo cuenta con 1 tarjeta kanban y solo cumple con 25 paquetes, es decir aún faltan las 6 tarjetas kanban; por lo que todavía se necesitan los 150 paquetes faltantes. De tal manera, se activa la segunda estación de trabajo, la cual, con sus 3 tarjetas kanban suministra 75 paquetes y así solo quedan 75 paquetes que faltan ser entregados. Por último, se pone en marcha la primera estación, la cual con sus 3 tarjetas kanban llega a aprovisionar el pedido faltante en su totalidad.

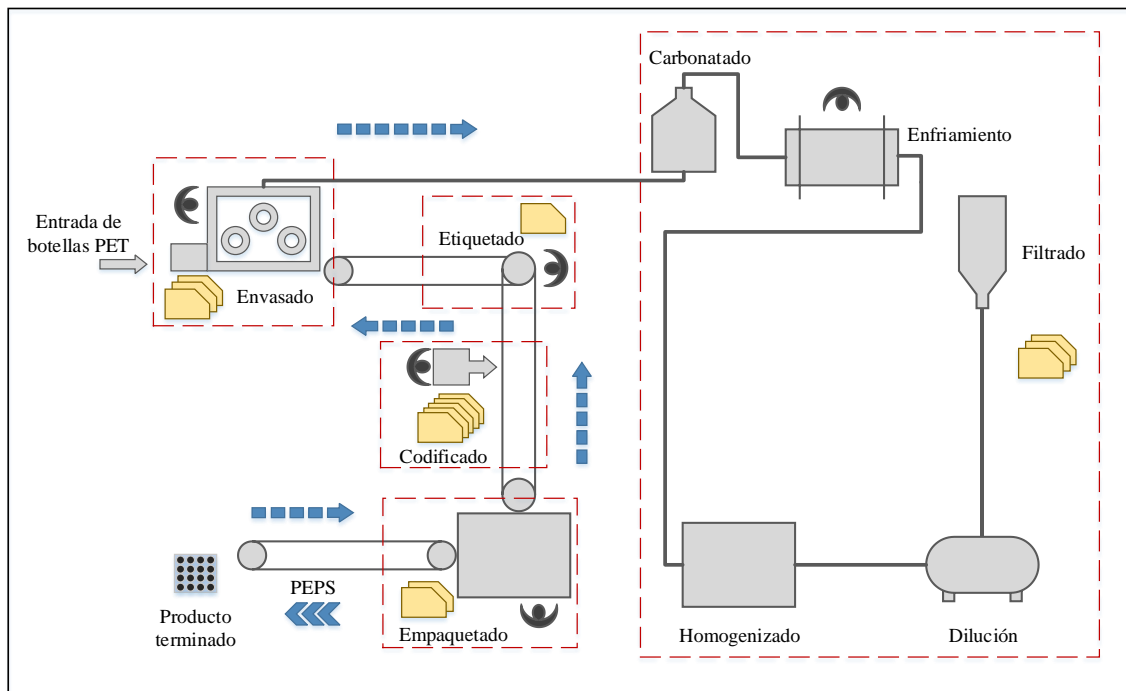


Figura 1. Flujo de producción del sistema mediante la filosofía Justo a Tiempo

Fuente: Elaboración propia

4.2. Discusiones

Con los resultados ya expuestos se lograron reducir las estaciones de 9 a 5 con una eficiencia del 78,95% y aumentó en 21 paquetes/operario la productividad de mano de obra. Estos resultados se asemejan a los de Monarca y Espinoza [6], pues en su investigación pasaron de 8 estaciones a 5 con una mejora al 72,72% y una productividad de MO de 3 unidades más. Esto indica que en el estudio se logró un 6,23% más la eficiencia y primar en 18 unidades/operario. Otro resultado comparable es la reducción de tiempos ociosos en un 64,7% y la disminución del stock en proceso en un 37,77%, los cuales comparados con las deducciones finales de la investigación de Bianco, Santos, Keiko y Godinh [7] en el sector alimentos pet, se halla una semejanza, pues disminuyeron en un 41,79% sus tiempos ociosos y en un 70% (de 1 500 toneladas a 450 toneladas) el stock en proceso. En efecto, se redujo mucho más en el primer resultado (varían en un 22,91%), mientras que en el segundo hay una diferencia del 32,33%.

V. CONCLUSIONES

Se concluyó que, aún con las mejoras aplicadas al proceso bajo la filosofía Justo a Tiempo la empresa no puede abastecer completamente su demanda de 576 paquetes/día, por lo que se debería recurrir a horas extra para los 226 paquetes/día que faltan. Por ende, con un cuello de botella de 0,74 minutos/unidad, se determinó que la empresa debería incurrir en 2,79 horas, es decir 3 horas extra para cumplir la demanda restante.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Scotiabank, «Agua envasada liderará expansión de industria de bebidas no alcohólicas», Scotiabank, Lima, 2016.
- [2] Diario Gestión, «Aguas y energizantes seguirán revitalizando el mercado de bebidas», *Gestión*, 21 12 2016.
- [3] L. Tullime, «Propuesta de mejora del proceso productivo de bebida gaseosa en la empresa Complejo Industrial San Antonio E.I.R.L. para incremento de su productividad», Tullime, Luis, Chiclayo, 2018.
- [4] M. Rajadell y S. José, *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*, Madrid: Díaz de Santos, 2010.
- [5] J. C. Hernández y A. Vizán, *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*, Madrid: Creative Commons, 2013.
- [6] S. Monarca and C. Espinoza, «Performance improvements of the 560A DA production line using Toyota production system tools,» *Tecnología en Marcha*, vol. XXXII, n° 6, pp. 146-160, 2019.
- [7] D. Bianco, J. Santos, J. Keiko and M. Godinho, «Mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso na fabricação de produtos pet food,» *Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção*, vol. XIX, n° 4, pp. 1345-1368, 2019.
- [8] R. Mulyani, E. Nugraha and A. Samadhi, «Implementasi Just In Time di Industri Farmasi Liquid,» *SIFO Microskil*, vol. XVII, n° 2, pp. 145-152, 2016.
- [9] M. Rajadell y J. Sánchez, *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010, p. 83.
- [10] M. Charly y Z. Perleche, «Mejora de la línea de producción de mallas para incrementar la productividad en una empresa de confecciones textiles», *Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, vol. I, n° 1, pp. 5-54, 2015.
- [11] B. Díaz y M. Noriega, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*, Lima: Fondo Editorial, 2017, p. 150.
- [12] L. Socconini, *Lean Manufacturing paso a paso*, México: Norma, 2017, pp. 280-283.