

ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS Y MEJORA CONTINUA: UN ENFOQUE LEAN PARA LA FABRICACIÓN DE DESODORANTES

Data de submissão: 11/10/2024

Data de aceite: 02/12/2024

Siro Tagliaferro

Ingeniero de Producción (2012)
Universidad Metropolitana de Caracas,
MBA (2016) IESA, Data Science (2022)
UCV, profesor a tiempo completo de
la Universidad Metropolitana, Caracas
Venezuela del departamento de
Producción Industrial con más de 5 años
de experiencia

Andrea Virela

Ingeniería Química (2020) e Ingeniería
de Producción (2020) Universidad
Metropolitana de Caracas

RESUMEN: El estudio se centró en optimizar el proceso de producción de desodorantes en Venezuela utilizando las herramientas de Esbelta. Se utilizaron indicadores cuantitativos y cualitativos bajo las normas ISO 9000 e ISO 9001 para evaluar dos empresas e identificar puntos críticos. Se utilizaron herramientas como KPI y VSM para detectar cambios en la producción, inventario y movimientos. Se encontró que el proceso de producción optimizado mejoró a las empresas A en un 49,25% y a la B en un 68,24%.

PALABRAS CLAVE: Herramientas de

Manufactura Esbelta, ISO 9000, ISO 9001, desodorantes, calidad.

ABSTRACT: The study focused on optimizing the production process of deodorants in Venezuela using Esbelta tools. It used quantitative and qualitative indicators under ISO 9000 and ISO 9001 standards to evaluate two companies and identify critical points. Tools like KPI and VSM were used to detect changes in production, inventory, and movements. The optimized production process was found to improve companies A by 49.25% and B by 68.24%.

KEYWORDS: Lean Manufacturing tools, ISO 9000, ISO 9001, deodorants, quality

INTRODUCTION

Desde los años 60, la manufactura esbelta se ha convertido en una metodología válida utilizada por Toyota como estrategia de optimización. Utiliza principios como valor, flujo de valor, flujo de actividades y ejecución de procesos *pull* para entregar productos de alta calidad a bajo costo. (Tiempo) (Payseo, 2017, p.5). Por otro

lado, la calidad de un producto, conforma las especificaciones y características referidas a la capacidad de satisfacer las necesidades de un cliente, por lo que es el mayor objetivo que debe tener una organización en el desarrollo de un producto (ISO 9000-2, 2015). Es por ello, que organizaciones como: la Organización Internacional de Normalización (ISO) y sus comités conjuntos, han desarrollado múltiples estándares con diversos enfoques en esta área, los cuales poseen una aprobación mundial de más de 161 naciones (ISO 9000-0, 2015). En Venezuela, el control del mal olor y la transpiración son de suma importancia; sin embargo, la demanda de desodorantes ha ido incrementando, tanto por escasez, como por la creciente crisis económica que atraviesa el país (El Emprendedor, 2017). Este estudio investiga el uso de las herramientas Esbelta bajo las normas internacionales ISO 9000 e ISO 9001 para mejorar la producción de desodorantes en Venezuela. Se seleccionaron dos empresas con diferentes sistemas de producción, utilizando indicadores como KPI, VSM, 5S's, SMED y POKAYOKE. Se diseñó un proceso general de mejora continua.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Fase 1: El estudio realizó una extensa revisión bibliográfica en línea utilizando plataformas como Google Académico, UNIMET Biblioteca, Redalyc y Dialnet para realizar una investigación exhaustiva sobre la Metodología de Manufactura de Esbelta.

Fase 2: Se establece las métricas e indicadores cualitativos y cuantitativos basados en la bibliografía consultada, permitiendo un marco de comparación entre las seleccionadas en base en normas ISO 9000 e ISO 9001.

Fase 3: Se realizaron visitas a plantas de empresas seleccionadas para recolectar datos de tiempos, recursos, procedimientos, materias primas, inventarios y otros indicadores que forman parte de los indicadores prediseñados.

Fase 4: El análisis del desempeño de A y B se realizó utilizando indicadores para evaluar sus procesos, identificando oportunidades de mejora y puntos críticos, considerándose todos los valores superiores.

Fase 5: El proceso de producción se mejoró con la manufactura Esbelta para mejorar la calidad, costo y disminuir despilfarros, además se establecieron oportunidades de mejora para ambas empresas.

Fase 6: Validación del proceso diseñado

Fase 6.1: Se desarrolló un modelo de simulación del proceso de producción de desodorantes, permitiendo estimar la mejora entre el proceso actual y el mejorado, fijando el objetivo del sistema y definiendo variables.

Fase 6.2: A continuación, en la Figura 5, se presenta un esquema general de la metodología aplicada:

RESULTADO Y ANÁLISIS

Indicadores diseñados

Como instrumento de recolección de la información y dando respuesta al primer objetivo, se diseñaron indicadores cualitativos y cuantitativos. Se plantearon de forma tal que siempre que se obtuviese una respuesta negativa implicaría una deficiencia por parte de la empresa. En la Tabla 2A, se encuentran los indicadores cuantitativos, donde, el índice es la fórmula matemática que permite el cálculo de este. Por otra parte, como ya se mencionó, los rangos aceptables por indicador fueron tomados de: Hernández y Vizán (2013), Heyzer y Render (2008), y Ramos (2012). I

Resultados de indicadores En la Tabla 1, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de indicadores a las empresas seleccionadas.

Empresa A	Empresa B
Todos los indicadores cualitativos aplicaron para la empresa, sin embargo, esta no cumple con los indicadores: 1.2, 1.3, 1.7, 2.4, 2.5, 2.6, 3.4, 3.5, 4.7, 5.1, 6.6, 7.3, 8.1, 8.2, 8.8, 9.1, 10.5, 10.6, 10.9, 10.11, 10.12, 11.2, 11.3, 11.4	Todos los indicadores cualitativos aplicaron para la empresa, sin embargo, esta no cumple con los indicadores: 1.2, 2.4, 4.6, 4.9, 6.6, 7.1, 8.2, 10.5, 10.11

Tabla 1. Indicadores de las empresas

La empresa A tiene más defectos que la empresa B y solo existe una norma internacional que exige control externo suministrado. La Tabla 4 muestra indicadores cuantitativos para la empresa.

Como se puede ver, 8 de 28 indicadores están fuera del rango aceptable y, nuevamente la empresa A es la que incumple con el mayor número de indicadores, esto se atribuye al tamaño de la empresa, experiencia y tiempo en el mercado. Por otro lado, la falta de información en el indicador 4.2 (Tiempo de reacción ante el cliente), se tomó como un incumplimiento. Por lo que finalmente, hay siete de 28 indicadores fuera del rango aceptable. La detección de puntos crítico están presentes en la Tabla 2, que detectaron en las visitas técnicas

#	Elemento de la Norma ISO 9001-2015 e ISO 9000-2015	Peso	Porcentaje de incumplimiento	Calificación
1	Procesos	13	30	3.90
2	Liderazgo de la organización	9	42.86	3.86
3	Planificación	6	40	2.40
4	Apoyo	11	33.33	3.67
5	Documentación	5	25	1.25
6	Operaciones	9	14.29	1.29
7	Requisitos del producto	6	20	1.20
8	Desarrollo del producto	14	18.18	2.55
9	Control de procesos, producto y servicios suministrados externamente	4	0	0
10	Producción	17	38.46	6.54
11	Evaluación de desempeño	6	60	3.60

Tabla 2. Elementos de la Norma ISO 9000 y la Norma ISO 9001

Tomando en cuenta que el promedio de las calificaciones es 2.75, los elementos: 1, 2, 4, 10 y 11, representan puntos críticos en el proceso de producción de desodorantes. Lo cual implica que las mejoras se tienen que dar en esas áreas en particular. Se destaca que, para esta evaluación se tomó en cuenta los incumplimientos de ambas empresas y, de acuerdo con los resultados, ambas comparten deficiencias en estas áreas, lo que refuerza aún más la necesidad de mejora mencionada. En la Tabla 3, se encuentran los resultados de los procedimientos de los indicadores cuantitativos.

#	Elemento de la Norma ISO 9001-2015 e ISO 9000-2015	Peso	Porcentaje de incumplimiento	Calificación
1	Operaciones, producción y procesos	64	22.22	14.22
2	Equipos	11	33.33	3.66
3	Factor humano	4	100	4
4	Cliente	14	25	3.50
5	Almacenamiento e instalaciones	7	100	7

Tabla 3. Resultados de los elementos de cuantitativos de las Normas ISO 9000 y ISO 9001

La calificación promedio de los desodorantes fue de 6,476, con puntos críticos en los elementos 1 y 5. Los resultados son consistentes con la Tabla 6, ya que el primer y quinto indicador cuantitativo corresponde al elemento “Apoyo” de la norma ISO 9000. Para mejorar los procesos de producción, se concentró en los procesos, las operaciones, el liderazgo organizacional, el soporte, el desarrollo de productos, la producción y la evaluación del desempeño. Se creó un VSM y se realizaron cálculos de tiempo utilizando horas de trabajo de planta de 8 horas durante tres semanas.

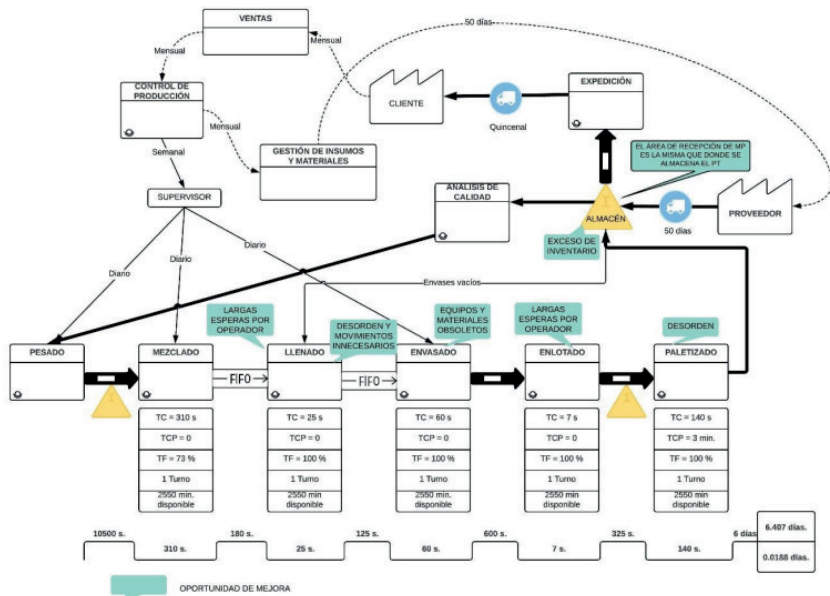


Figura 6. Mapa de Flujo de Valor (VSM) actual de la empresa A

Figura 1. VSM de la empresa a

En este Mapa de Flujo de Valor de la empresa A, se puede observar que está en congruencia con los puntos críticos obtenidos a partir de los indicadores. Además, se detectaron las siguientes mudas o despilfarros:

- Muda de inventario: La planta de producción A tiene un almacén amplio con envases de productos no fabricados o defectos, sin contabilización de la cantidad de stock.
- Muda por movimientos: Los operarios tienen movimientos innecesarios en la distribución de la planta, incrementando mezclado y llenado procesos. En las visitas se encontraron objetos sin nombres, generando más tiempo para decidir y en consultar al farmacéutico.
- Muda por espera: Como se mencionó, esta empresa no solo fabrica desodorantes, sino también otros productos y la cantidad de empleados que tiene actualmente la empresa, muchas veces es insuficiente, sobre todo cuando se fabrican más de dos productos a la vez, porque un operario puede estar encargado de múltiples tareas, ya que no tienen puestos fijos de trabajo, lo cual genera retrasos por espera de operador. Con un procedimiento análogo al realizado para la empresa A, se le hizo el VSM actual a la empresa B, como se muestra en la Figura 7

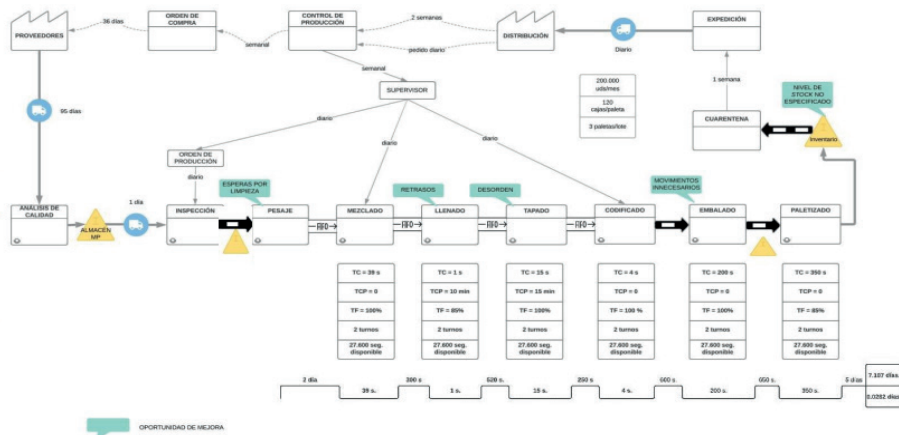


Figura 2. VSM de la empresa B

a.) Muda por movimientos: Existen muchos desplazamientos innecesarios de los operarios, por falta de herramientas a disposición (cercanas al área de trabajo). También, por fallas de Figura 7. Mapa de flujo de valor (VSM) de la empresa B los operarios pueden ocurrir derrames, los cuales deben ser limpiados, generando más tiempo en proceso.

b.) Muda por espera: La empresa tiene dos llenadoras que generan retrasos por una parada no programada, el mayor tiempo es ocupado por el ajuste del peso y excesos de pausas activas.

Según un reporte del departamento de planificación de producción, la falta de personal para operar las máquinas en el momento requerido, representa aproximadamente un 10% del tiempo que toma el proceso de llenar los envases con la mezcla, tal como se observa directamente en el VSM mostrado (véase Figura 9).

Con base en las mudas anteriormente expuestas, para ambas empresas y haciendo uso de las herramientas de Manufactura Esbelta presentadas en el Capítulo II, se realizó el Mapa de Flujo de Valor (VSM) futuro para ambas empresas, tal como se observa en la Figura 3 y en la Figura 4.

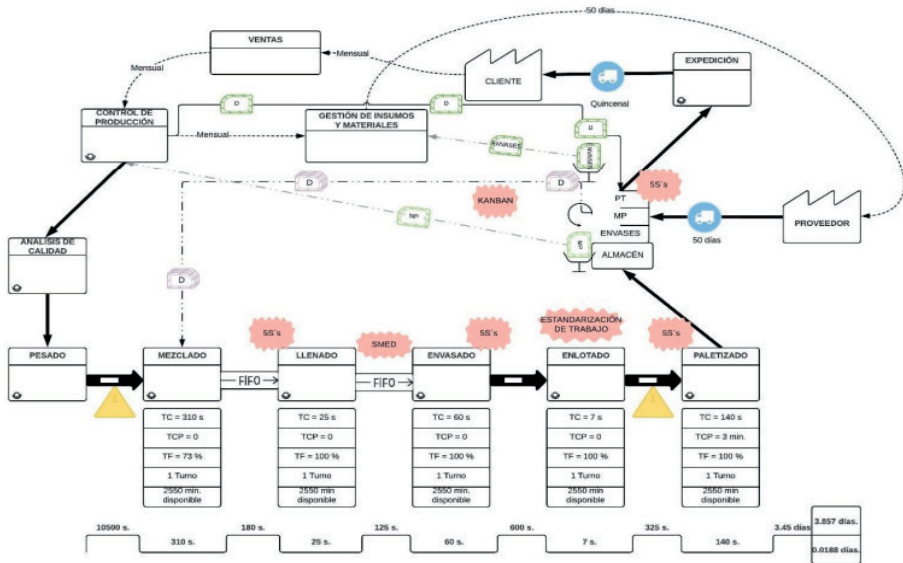


Figura 4 VSM de la empresa A con mejoras

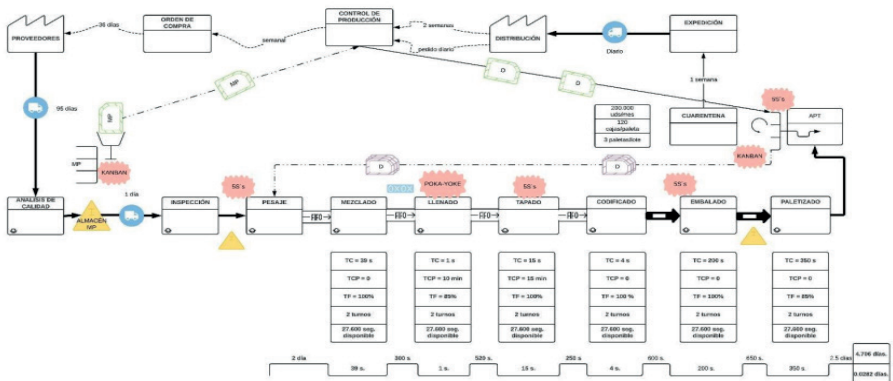


Figura 5. VSM de la empresa B con mejoras

El mapa de las empresas A y B permite comprender mejor sus procesos y reducir las pérdidas de tiempo. La herramienta 5S debe implementarse en áreas donde se produce caos y sucesión, reduciendo las pérdidas de tiempo. Para la empresa B, implementar un POKA-YOKE en el área de llenado puede establecer un punto de partida para la organización del trabajo y mantener un equilibrio de línea en la llenadora.

Utiliza la herramienta KANBAN, la producción de desodorantes se mejora mediante gestión de inventarios, correcta gestión de recursos, distribución de planta, supervisiones en puntos críticos y controles de calidad. SMED permitirá realizar área preparaciones más cortas, especialmente en la empresa A. Utiliza un diagrama SIPOC para representar el

proceso general mejorado.

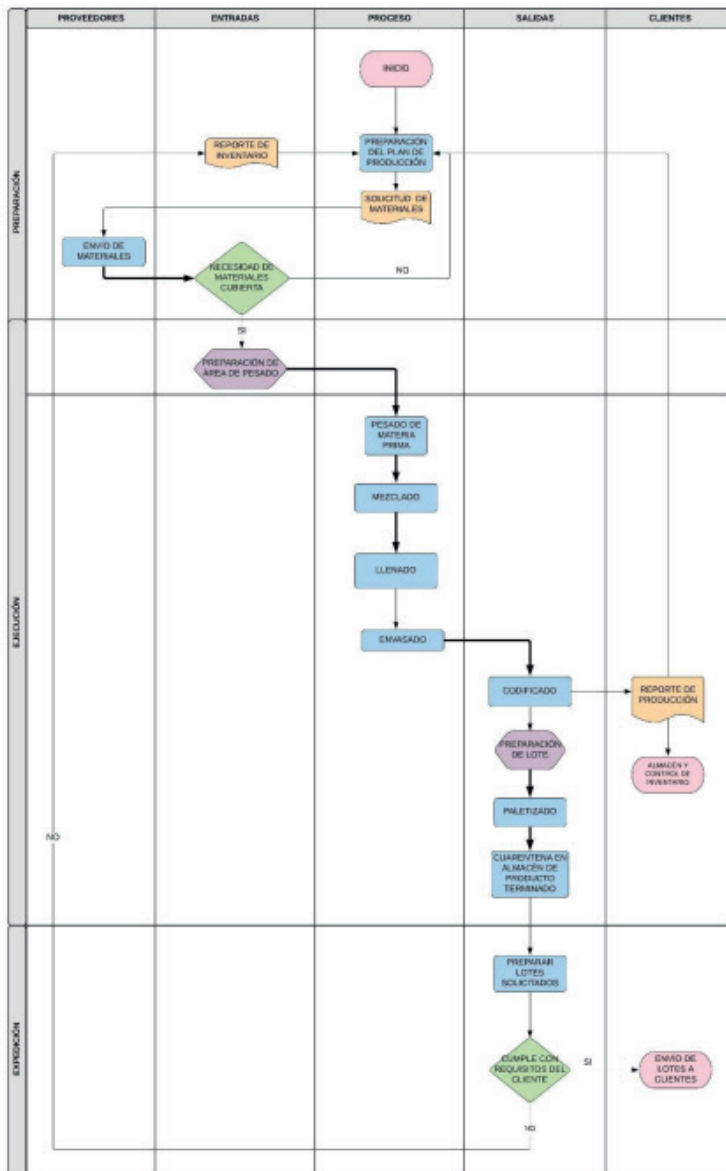


Figura 6. Diagrama SIPOC del proceso de fabricación de desodorantes

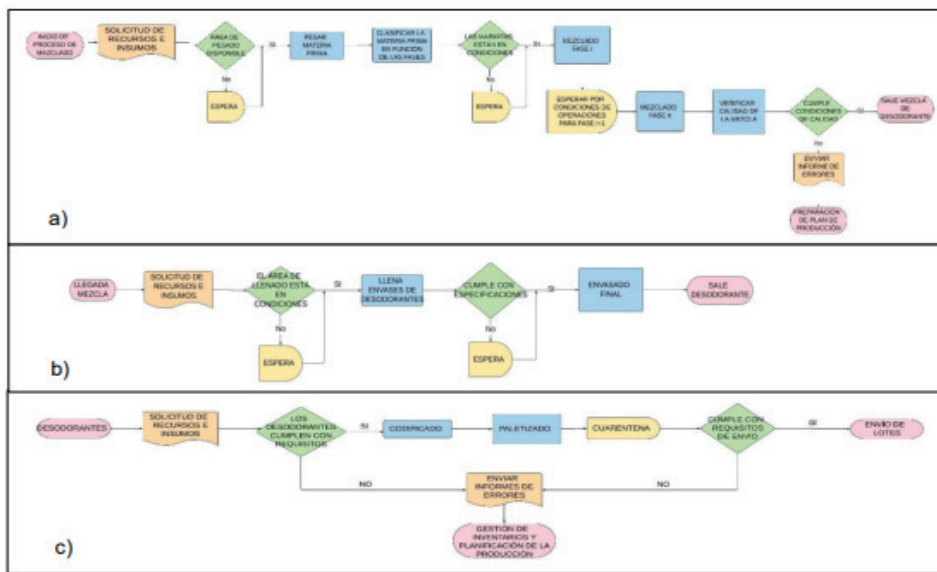


Figura 7. Diagrama de flujo de los procesos fundamentales

Se crea un diagrama de flujo de los procesos fundamentales en la etapa de ejecución, junto con las verificaciones continuas para asegurar la disponibilidad. El diagrama enfatiza la importancia de la disponibilidad en aspectos como seguridad, higiene y disponibilidad de material. El mejor proceso tiene alta disponibilidad, asegurando un correcto servicio. El diagrama también muestra el proceso general mejorado a través de la planificación, ejecución y expedición, incluyendo la elaboración del plan de producción.

Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
PREPARACIÓN DEL PLAN DE PRODUCCIÓN	Reporte de inventario	En ésta área se busca dar respuesta a la demanda, determinando la cantidad de insumos y materia prima requeridos, para ello, el departamento de planificación define cuál es el plan de producción en función del pronóstico de la demanda. Se deben tomar en cuenta aspectos como: inflación, control cambiario, oferta, entre otros.	Plan de producción. Solicitud de materiales.

Tabla 4. Planificación preparación del plan de producción

Para la óptima ejecución de esta operación se aplica la metodología 5S's para manejar el inventario en almacén, considerando aspectos como inflación, control cambiario, oferta, plan de producción y solicitud de materiales.

Solicitud de materiales (proveedor externo)

En la Tabla 8, se muestra la operación de envío de información a un proveedor

externo, acerca de la solicitud de materiales programados.


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Plan de producción.	El Departamento de planificación envía la información al departamento de procura, quien será el responsable de realizar el proceso de contacto con proveedores y solicitud de pedido.	Solicitud de insumos y/o materia prima.

Tabla 5. Planificación de Solicitud de Materiales

Recepción de materiales

En esta sección, se encuentra la Tabla 9, en la que se describe el proceso de recepción de insumos y materia prima y la operación de verificación de necesidades cubiertas, acordes con el plan de producción.



Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Pedido de insumos y/o materia prima.	Se reciben los insumos y/o materia prima. Se realiza una verificación para conocer si los insumos y/o materia prima recibidos cumplen con los requerimientos en aspectos de cantidad y calidad. En caso de que no, se deben tomar los correctivos necesarios al momento y notificarlo a todos los departamentos relacionados (procura y planificación).	Pedido de insumos y/o materia prima verificado.

Tabla 6. Recepción de Materiales

Preparación de área de pesado

Para el proceso de pesado de materia prima, es necesario una preparación previa del área, tal como se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10. Planificación: Preparación de área de pesado

Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Pedido de insumos y/o materia prima.	Se despeja, se limpia y se prepara el área de pesado. Y se verifica la trazabilidad de las mediciones. El área de pesado debe estar dispuesta para el pesado de la materia prima, por lo que todos los equipos deben estar correctamente calibrados, limpios, preparados y a disposición. Los operadores también deben estar disponibles.	Área de pesado preparada.

En esta operación se utilizan procedimientos previamente establecidos por la organización. Se hace una supervisión por corrida de producción, para medir el correcto cumplimiento de los procedimientos y tomar correctivos en caso de que sea necesario.

Proceso de mezclado

Esta es la primera parte de la etapa de ejecución, la cual está centrada en el proceso de mezclado 2 a 1 Solicitud de materia prima e insumos (proveedor interno) En esta sección se solicita la materia prima e insumos. Estos son provistos por operadores del área de recepción de envíos, los cuales se van a convertir en proveedores internos del proceso de pesado


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Cantidad de materia prima e insumos requeridos acorde con el plan de producción.	Se envía una solicitud de materia prima e insumos de forma electrónica o verbal. La solicitud se realiza en función del plan de producción.	Solicitud de materia prima e insumos. Envío de materia prima e insumos a área de pesado.

Tabla 7. Solicitud de Materiales

Para la ejecución óptima de las operaciones se utiliza la metodología KANBAN, que incluye tarjetas de remesas que muestran el tipo de material, la cantidad solicitada, la zona solicitada y la cantidad recibida. Las solicitudes se envían de forma electrónica o verbal, según el plan de producción y la zona de peso.

Pesado de materia

En la Tabla 8, se muestra el proceso de pesado y clasificación de materia prima en función de la cantidad de desodorantes programada y de las fases de la formulación.


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Materia prima requerida.	En esta área se pesa la materia prima en función de la cantidad de mezcla que se planifica producir y se clasifica de acuerdo al tipo.	Materia prima pesada y clasificada.

Tabla 8. Pesado y clasificación

Para la optimización de estas operaciones, es necesario: Realizar calibraciones a los instrumentos de medición periódicamente (al menos una vez por semana). Con la

finalidad de obtener exactitud de las mediciones y menor margen de error en la preparación de la mezcla.

La tarjeta de producción KANBAN para informar a los operadores sobre el material y el contenido, encontrar operadores adecuados con la capacitación apropiada y hacer que un supervisor evalúe todas las reglas y procedimientos.

El primer punto de verificación en el proceso de mezclado, es descrito en la Tabla 9:


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	<p>Procedimiento de verificación de marmitas.</p> <p>Marmitas por verificar.</p>	<p>Este es un punto de verificación en el cual se decide si se puede comenzar a mezclar. Las condiciones de operación son inherentes a la fórmula maestra, sin embargo, estas deben estar limpias y dispuestas para el proceso de mezclado.</p> <p>La afirmación indica que se vierte la materia prima de la fase i en la(s) marmita y empezar el proceso de mezclado. La negación implica una espera para colocar las marmitas en condiciones de operación.</p>	<p>Afirmación: Marmitas en condiciones de operación.</p> <p>Negación: Espera por condiciones de operación.</p>

Tabla 9. Primera Verificación

Para mejorar el estado de las mermas se deben implementar las 5S, que incluyen clasificarlas, limpiarlas, mantenerlas y ajustarlas periódicamente según procedimientos establecidos y un supervisor. Se pueden utilizar indicadores KPI, como ISO 9000 e ISO 9001, para controlar las condiciones operativas.

Proceso de mezclado

El proceso de mezclado de materias primas para formar la mezcla de desodorantes, se puede observar en la Tabla 10:


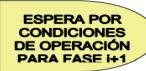

Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Materia prima requerida para el mezclado de fase i.	Se vierte la materia prima seleccionada para la primera fase (denominada fase i) en la cantidad de marmitas dispuestas en el área de mezclado, en función del volumen de producción.	Mezcla resultante de fase i.
	Mezcla resultante de fase i. Materia prima requerida para fase i+1.	Se espera que la materia prima se encuentre en condiciones de operación acordes a la fase siguiente (denominada fase i+1) y una vez termina, se le introduce la materia prima seleccionada para la fase i+1.	Mezcla resultante de fase i+1.
	Materia prima requerida para fase n. Mezcla resultante de fase i+1.	El proceso de mezclado fase n, es el último, de él debe salir la mezcla de desodorantes.	Mezcla resultante de fase n: mezcla de desodorante.

Tabla 10. Mezclado

Se destaca que la cantidad de fases

Depende de la fórmula maestra, por lo que el proceso de mezcla-espera por condiciones de operación-mezcla, se repite hasta alcanzar la última fase.

Verificación de calidad de mezcla: Este es el segundo punto de verificación en el proceso de mezclado, el cual es descrito en la Tabla 11:

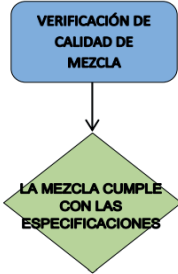
Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Mezcla de desodorante. Especificaciones de la mezcla.	En este proceso se verifica la calidad de la mezcla, a partir de especificaciones previas. Siempre que la mezcla cumpla con especificaciones de calidad, entonces es llevada a área de llenado y envasado.	Afirmación: Mezcla lista para envasar. Solicitud de recursos e insumos para envasar la mezcla. Negación: Enviar informe de errores

Tabla 11. Verificación de calidad de mezcla

Los operadores, documentación e instrumentos deben estar a disposición en el momento de verificación de calidad, para evitar mudas por movimientos.

Mezcla de desodorantes lista: en la Tabla 12, se muestra la última operación de la primera parte de la etapa de ejecución


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Mezcla de desodorante	Este es el final del proceso de mezclado. Siendo el proceso lo más automatizado posible, la marmita debe tener una salida que se conecte a unas redes de tuberías que, por gravedad, desplacen el flujo hasta la llenadora (tal como lo ejecuta la empresa B).	Solicitud de recursos e insumos para envasar la mezcla.

Tabla 12. Mezcla de desodorantes

Para evitar la automatización, se debe colocar una alarma (POKAYOKE) en el área de mezcla para alertar a los operadores sobre la transferencia de la mezcla al área de mezclado, lo que permite la planificación y la posible transferencia de merma. En este momento, se hace la solicitud de insumos y materiales necesarios para llevar a cabo un proveedor interno (operador de planta), tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 17. Ejecución: Solicitud de recursos e insumos (proveedor interno)


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Plan de producción.	Se solicitan insumos para envasar de forma electrónica o verbal, en función de la cantidad de mezcla producida. Se alerta a los operadores que está a punto de iniciar el proceso de llenado.	Insumos necesarios para envasar mezcla.

Tabla 13. Solicitud de recursos de insumos

Verificación de disponibilidad de área de llenado

Este es el primer punto de verificación del proceso de llenado y envasado y ocurre de la forma en cómo se desarrolla en la Tabla 14.


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Solicitud de recursos e insumos. Procedimiento establecido para área de llenado.	Este es un punto de verificación en el cual se decide si se puede comenzar a llenar los envases. Se realiza una verificación para conocer si el área se encuentra limpia, las máquinas con los moldes preparados, los envases y operarios disponibles y los instrumentos cumplen con los requerimientos en aspectos de cantidad y calidad. En caso de que no, habrá una espera por habilitación de área.	Afirmación: Área de llenado en condiciones. Negación: Espera

Tabla 14 Verificación del llenado

Para mejorar la condición del área de llenado, se deben implementar las 5S, incluyendo la clasificación, limpieza y ajuste periódico del lleno, así como implementar indicadores KPI para controlar las condiciones operativas.. Control de merma a través de indicadores KPI.

Llenar envases de mezcla de desodorantes

En este renglón, se describe el proceso de llenado de envase de mezcla de desodorante, de la forma en como se plantea en la Tabla 15.


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Envases llenos sin tapa ni bolita.	En este proceso se les coloca la bolita y la tapa a través de un proceso automatizado, con asistencia de un operario que controle el proceso y surta la máquina.	Desodorante listo.

Tabla 15. Proceso de llenado

Hay máquinas que simplifican aún más este proceso, a través de unas máquinas llenadoras que tapan el envase inmediatamente después del envasado.

Salen desodorantes listos

Esta es la operación final de esta etapa, la cual es detallada en la Tabla 16.


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Desodorantes con tapa y bolita.	Fin del proceso de llenado y envasado. De él salen los desodorantes listos para llevar a línea de codificado.	Solicitud de recursos para área paletizado.

Tabla 16 Desodorantes listo

Proceso de codificado y paletizado

Esta es la tercera y última parte de la etapa de ejecución, la cual está centrada en el proceso de codificado y paletizado.

En esta sección, se solicitan los recursos e insumos necesarios para paletizar a un proveedor interno, el cual puede ser un operario del área de almacenamiento. El detalle de esta operación, se encuentra en la Tabla 17.

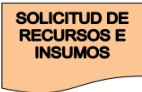
Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Plan de producción.	Se solicita de forma electrónica o verbal en función de la cantidad de desodorantes producidos, los insumos necesarios para paletizar y codificar. Se alerta a los operadores que está a punto de iniciar el proceso de llenado.	Solicitud de recursos e insumos para codificar.

Tabla 17. Solicitud de codificación

Para la óptima ejecución de la operación posterior, se aplica la metodología KANBAN, incluyendo tarjetas de retiro que contenga el proceso anterior, posterior, referencia, número de referencia, lugar de ejecución del proceso, y nombre del insumo.

Proceso de codificado y paletizado

Este proceso consiste en el marcaje de lotes y posterior paletizado de desodorantes, de la forma en como se presenta en la Tabla 18.



Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Insumos y materiales para codificar. Desodorantes en espera por codificación.	Se codifican los desodorantes en una línea que le coloca información sobre el lote producido al desodorante.	Desodorantes codificados.
	Desodorantes codificados. Insumos y materiales para paletizar.	Se colocan los desodorantes en cajas en función del tamaño de las paletas adquiridas.	Paletas de desodorantes.

Tabla 18. Proceso de codificado y paletizado

Para optimizar este proceso, se utiliza SMED en caso de que haya que cambiar el molde de la máquina que marca los lotes. De esta forma, el cambio se realiza en un tiempo menor a 10 minutos.

Verificación de cumplimiento de requisitos de desodorantes

Este es un punto de verificación que permite saber si el desodorante paletizado cumple con los requisitos del cliente, de la forma en como se muestra en la Tabla 19.


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Especificaciones de calidad.	Se verifica los desodorantes paletizados cumplen con los requisitos del cliente. De no cumplir, se llama a un supervisor de área que comunique la situación con el departamento de planificación, para tomar los correctivos necesarios.	Afirmativo: Enviar a cuarentena. Negativo: Enviar informe de errores.

Tabla 19. Verificación del desodorante

Cuarentena Cuarentena

Es el proceso de aislamiento de paletas, para su posterior revisión, tal como se observa en la Tabla 20.

Tabla 25. Ejecución: Cuarentena


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Paletas con cajas de desodorantes	Se colocan las paletas con los desodorantes en cuarentena y son sometidos a una revisión hasta que llega el momento de su envío, de esta forma se asegura preservación de los desodorantes.	Paletas por preparar para expedición

Tabla 20. Ejecución de Cuarentena

Expedición: es la última etapa del proceso de producción de desodorantes, es la expedición del producto. El detalle de la etapa de expedición se muestra en las tablas 20 y 21.

Preparar lotes solicitados

La operación de preparación de lotes, es presentada en la Tabla 22.

Tabla 26. Expedición: Preparar lotes solicitados


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Paletas en cuarentena por verificar.	<p>Se verifica si la cantidad de lotes disponibles son los requeridos por el cliente.</p> <p>La afirmación indica que se pueden preparar los lotes para su envío.</p> <p>De no tener la cantidad de lotes requeridos, entonces se envía un informe de errores al departamento de control de inventarios y al de planificación de la producción.</p>	Lotes listos.

Tabla 22. Preparación de lotes

Envío de lotes a clientes

A continuación se presenta la Tabla 23, la cual contiene el fin del proceso de producción de desodorantes, en el que es enviada la cantidad de lotes solicitados por el cliente.

Tabla 27. Expedición: Envío de lotes a clientes


Símbolo	Entradas	Descripción	Salidas
	Lotes listos para ser enviados.	Se envían las paletas llenas de desodorantes a los clientes.	Nota de entrega de pedido.

Tabla 23 Envío a clientes

Simulación de los procesos mejorados

Con base en el diseño anteriormente expuesto, se simularon los procesos de producción de desodorantes de las empresas en estudio, utilizando los tiempos de cada proceso tal como se encuentran en los VSM diagramados.

Simulación empresa A

El proceso de la empresa A, se muestra en la Figura 8.

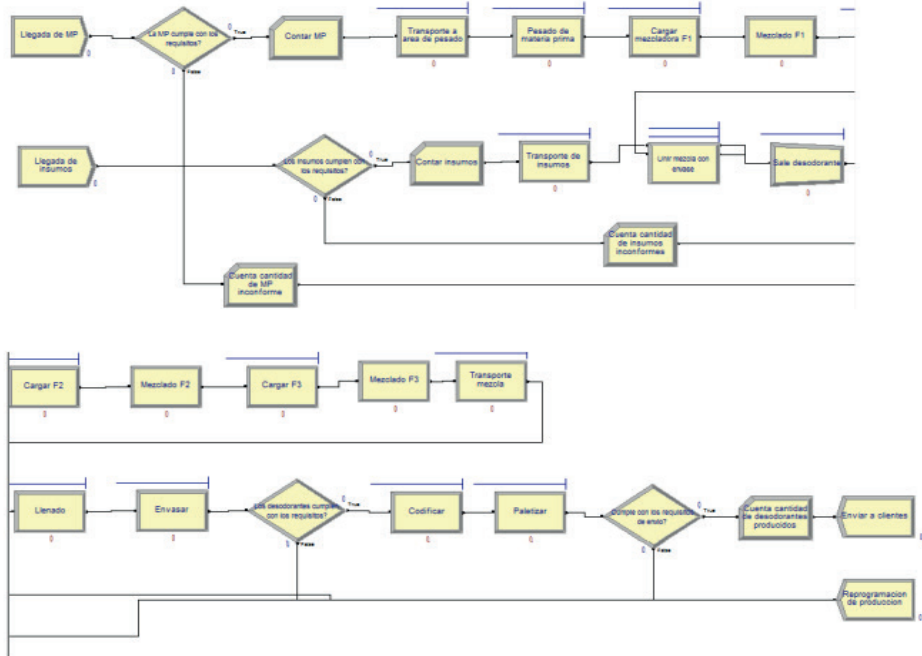


Figura 8. Modelo de simulación de la producción de la empresa A

Como se puede observar, se respetaron las operaciones que realiza la empresa, inclusive los traslados entre áreas (corresponde a la distribución de la planta); sin embargo, se eliminaron las esperas pues el proceso mejorado contempla que todas las áreas, los recursos, materias prima e insumos, se encuentran correctamente dispuestos y disponibles. Figura 12. Modelo de simulación de proceso de producción mejorado (empresa A)

Es por lo anterior, que se le asignó una cantidad infinita de recursos al simulador, en los procesos donde había un volumen de atención de entidades mucho mayor con respecto a los demás. De esta forma, siempre van a estar disponibles para operar en el área correspondiente, así como se presenta en la Figura 9

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Operario pesado	Fixed Capacity	infinte	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
2	Operario mezclado	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
3	operario llenado	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
4	Operario palet	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
5	Operario recepcion	Fixed Capacity	infinte	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓

Figura 9. Recursos asignados a la simulación de la empresa A

Por otro lado, se le asignó una tasa de llegada de materia prima e insumos, igual y constante por módulo, de acuerdo con la información suministrada. A pesar de que llegan con la misma frecuencia, la materia prima y los insumos no necesariamente son enviados por el mismo proveedor, por lo que para modelar lo más cercano a la realidad, se optó por

dos *create*, tal como se muestran en la Figura 10.

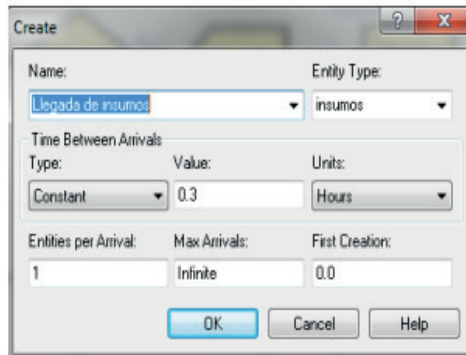


Figura 10. Llegadas de insumos de la empresa A

Transporte y pesado procesos son operados por el mismo operador, ocupando la entidad hasta cumplir el tiempo. El análisis sobre el módulo transporte de insumos se destaca como un proceso *delay* y no necesidad de un recurso.

El modelo se enfoca en una entidad de materia prima e insumos, utilizando el módulo *match* y el módulo *batch* para “ensamblar” y convertirlas en una “lote” permanente, añadiendo el atributo “desodorante” en las figuras 12 y 13.

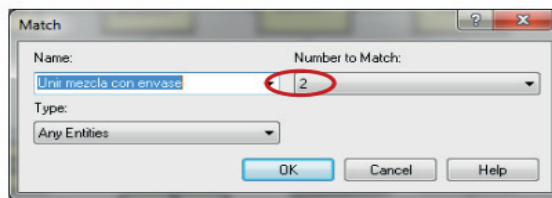


Figura 12. Unir mezcla en la simulación

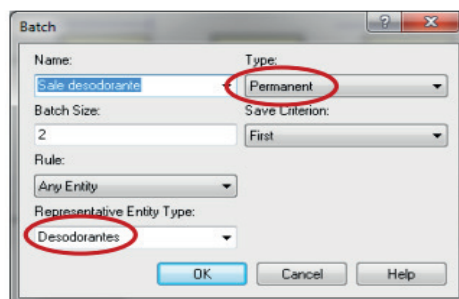


Figura 13. *Batch* de desodorante

Los procesos de toma de decisiones se basaron en la lógica *two ways by condition*, ajustando proporciones obtenidas a través de indicadores y utilizando contadores para

comprender cantidades específicas de simulación.

Antes de correr la simulación, se establecieron los parámetros de la simulación, como se observa en la Figura 14. Además, por el Teorema Central del Límite, se seleccionaron 30 repeticiones, además, cada repetición tiene una duración infinita, con una condición terminal basada en la producción de un lote (200 unidades) y en el horario laboral.

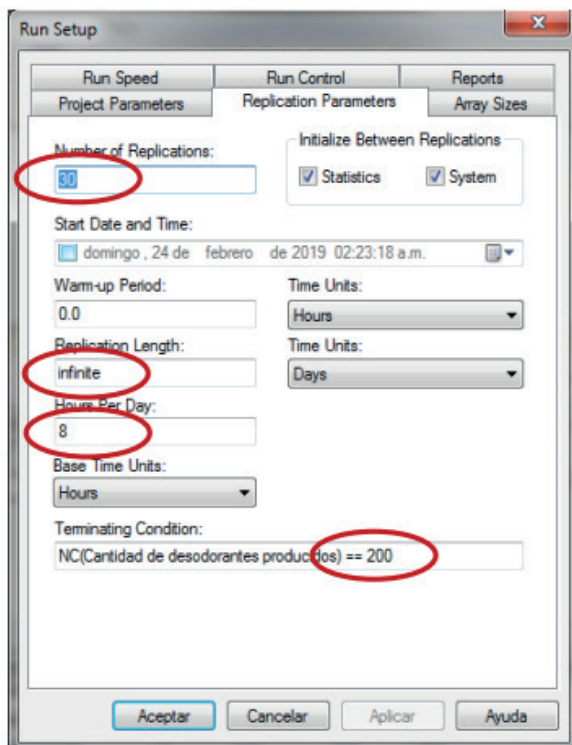


Figura 14. *Setup* de la simulación de la empresa A

Luego de correr la simulación se obtienen los siguientes resultados: La información que contiene el reporte arroja que a las 75,7248 horas (3.1552 días) se producen 200 desodorantes, una cantidad de tiempo menor a la esperada a través del VSM y a la que maneja actualmente la empresa A. A su vez, en la sección user specified, se encuentran los resultados de todos los contadores que se ubicaron en el modelo, como se muestra en la Figura 15.



Figura 15. Reporte de los recursos utilizados

Con respecto al reporte de entidades, se obtiene que en promedio entraron y salieron 212,77 desodorantes (salida del módulo batch), de los cuales 0,1783 en promedio, al final de la corrida de producción de 200 desodorantes, se quedan trabajando en algún proceso (WIP), tal como se puede observar en la Figura 16.

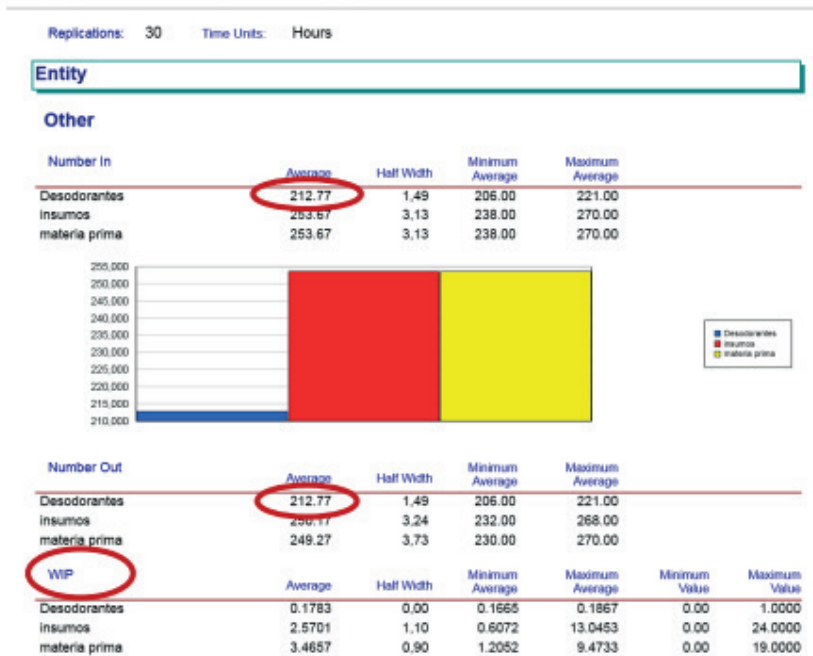


Figura 16. WIP de la simulación de la empresa A

El informe muestra que la cola solo se produce en los procesos de entrega e invasión debido a las limitaciones de tiempo inherentes, pero estas son mínimas debido al nivel de disponibilidad del operario. Lo anterior se observa en la Figura 17

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cargar F2.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cargar F3.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cargar mezcladora F1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Codificar.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Envasar.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Llenado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paletizar.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesado de materia prima.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Salir desodorante.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte a area de pesado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte de insumos.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte mezcla.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Unir mezcla con envase.Queue1	0.6707	0.37	0.00108385	4.1384	0.00	8.0257
Unir mezcla con envase.Queue2	0.7495	0.30	0.00	2.6752	0.00	6.3757

Figura 17. Reporte de las colas de la empresa A

La mejora estimada del proceso de producción de desodorantes en la empresa A, es de un 49,25%, de implementarse las herramientas mencionadas a lo largo de la investigación.

Simulación empresa B

En la Figura 18, se muestra el modelo de simulación para la empresa B

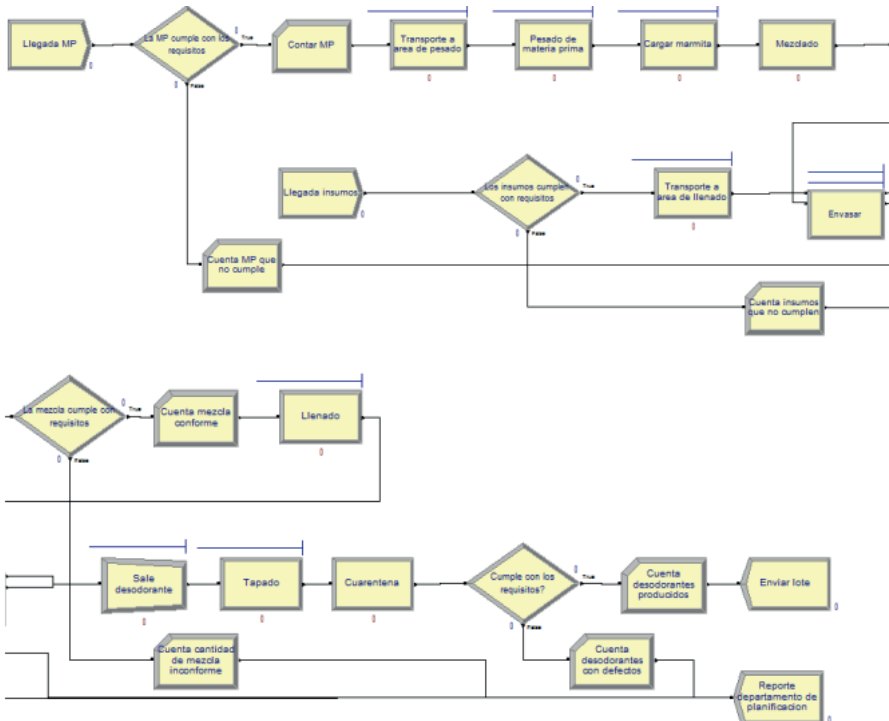


Figura 23. Modelo de simulación de proceso de producción de desodorantes (empresa B)

La empresa respetó operaciones, incluyendo traslados entre áreas, sin eliminar esperas. El proceso mejorado se enfoca en disponer recursos correctamente y aprovechar la capacidad de atención, lo que implica un colapso del sistema y una cantidad infinita de recursos al simulador; esto se puede observar en la Figura 19.

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Operario pesado	Fixed Capacity	Infinite	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Operario mezclado	Fixed Capacity	Infinite	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Llenadora	Fixed Capacity	Infinite	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
4	operario llenadora	Fixed Capacity	Infinite	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Receptor de MP e insumos	Fixed Capacity	Infinite	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 24. Formulación de recursos en simulador (empresa B)

Figura 19. Recursos asignados a la simulación de la empresa B

Se ingresó en la simulación, una tasa constante de llegada de materia prima e insumos, pero no enviados por el mismo proveedor, y se optó por dos modelos para modelar lo más cercano a la realidad.

Figura 20. Llegada de la empresa B

Como se puede observar, en entidades por llegada se encuentra una expresión booleana (véase Figura 26), la cual se utiliza para permitir que el simulador (versión estudiantil) continúe funcionando sin que se exceda las 150 entidades que limita la versión y sin alterar los tiempos en corrida. Razón por la cual se comparó un número cercano a 150 (en este caso 120), con el número de entidades en la cola que le correspondía al create del módulo match, ya que era la que estaba generando el colapso del sistema (la velocidad de llegada de clientes sobrepasaba a la capacidad de atención en operación).

Los módulos posteriores, son análogos a los utilizados en la simulación de la empresa A, sólo que se utilizaron los tiempos correspondientes a un lote que contuviese 10440 desodorantes. Esto implica que se utilizaron los módulos: *batch*, *match*, *process* (*delay*, *sieze-delay-release*), *record*, *record*, y *decide*.

Antes de correr la simulación, se establecieron los parámetros de la simulación, como se observa en la Figura 27. Además, dadas las limitaciones presentadas con el

simulador, sólo se pudo hacer una repetición con una condición terminal basada en la producción de un lote (10440 unidades) y en el horario laboral.

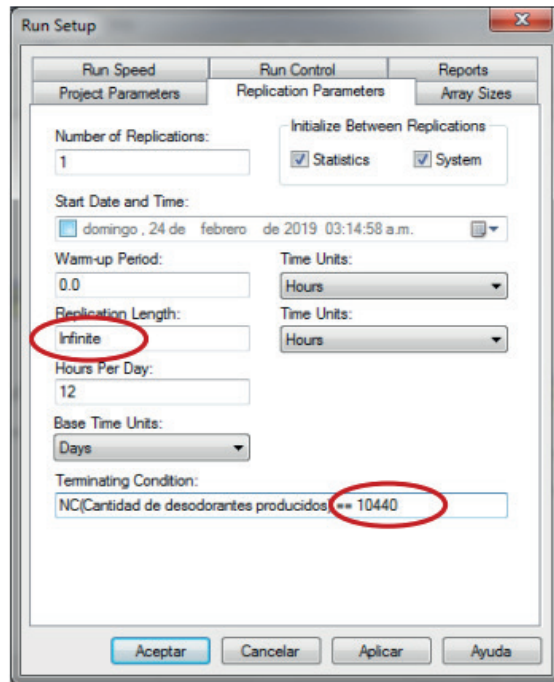


Figura 21. Setup de la simulación de la empresa B

Luego de correr la simulación se obtienen los siguientes resultados: La información que contiene el reporte arroja que a las 116,3904 horas (4.8496 días) se producen 10440 desodorantes, una cantidad de tiempo menor a la que maneja actualmente la empresa B. A su vez, en la sección user specified, se encuentran los resultados de todos los contadores que se ubicaron en el modelo, como se muestra en la Figura 21.

Time				
Waiting Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Cargar marmita.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Envasar.Queue1	0.04680028	(Correlated)	0.00	0.05779777
Envasar.Queue2	0.00000121	(Correlated)	0.00	0.00070488
Llenado.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Pesado de materia prima.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Salir desodorante.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Tapado.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Transporte a area de llenado.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Transporte a area de pesado.Queue	0.00	0.000000000	0.00	0.00

Figura 21. Reporte de colas de la empresa B



Figura 22. Reporte de recursos de la empresa B

Con respecto al reporte de entidades, se obtiene que en promedio entraron y salieron 10993 desodorantes (salida del módulo batch), de los cuales 0.01588 en promedio, al final de la corrida de producción de 10440 desodorantes se quedan trabajando en algún proceso (WIP) tal como se puede observar en la Figura 23.

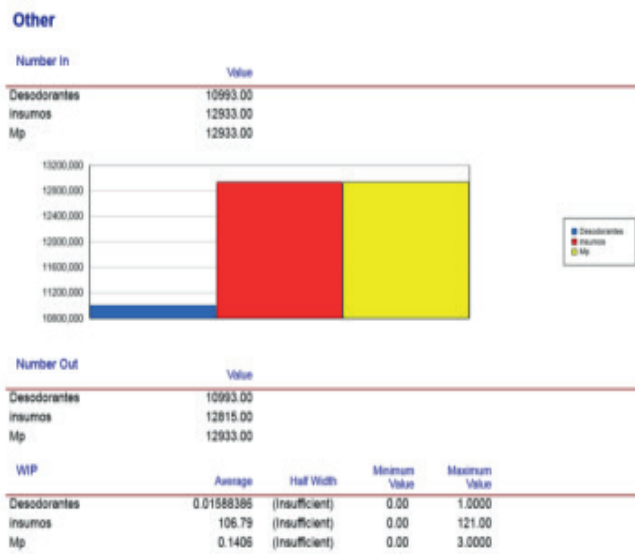


Figura 20. Reporte de entidades de Arena de la empresa B

Con respecto a la cola que se produce en las distintas operaciones, se puede observar en la Figura 30 que, dado lo infinito nivel de disponibilidad de los operarios, sólo

se produce en los lugares que no se pueden controlar, como la llenadora y la envasadora.

La mejora estimada del proceso de producción de desodorantes en la empresa B, es de un 68,24%, de implementarse las herramientas mencionadas a lo largo de la investigación.

CONCLUSIONES

Los indicadores de gestión de la calidad diseñados bajo el marco de las Normas ISO 9000 e ISO 9001, permiten analizar e identificar oportunidades de mejora y puntos críticos en un proceso de producción.

Las mejoras implementadas por la metodología de Manufactura Esbelta, reducen significativamente el tiempo que no añade valor al proceso en un 68% y 49%, para cada empresa estudiada.

La correcta distribución de una planta, la identificación de materiales, procesos y secuencias son de suma importancia para evitar mudas por espera y movimientos.

El proceso diseñado requiere la implementación de KPIs, un sistema integral de control de información, manuales, normas, planes correctivos y preventivos, monitoreo y auditorías constantes e identificación de todas las entradas y salidas del proceso.

RECOMENDACIONES

Realizar un estudio de fuerza laboral para determinar la mano de obra necesaria para el proceso mejorado de producción de desodorantes.

Hacer un análisis técnico de la maquinaria a utilizar, ya que dependiendo de las funciones se podría optimizar aún más el proceso.

Hacer un balance de masa en cada proceso singular, para detectar mermas de producción por área y proponer mejoras.

REFERENCIAS

Dave, Y. y Sohani, N. (2012) Single Minute Exchange of Dies: Literature Review.

International Journal of Lean Thinking Vol. 3. [En línea]. Recuperado de: http://thinkinglean.com/img/files/PAPER_3.pdf

Deiana, a., Granados, D., & Sardella, M. (2018). Balance de Masa. Buenos Aires: UNSJ. Dioxogen®. (s.f.). Dioxogen hipoalergénico. Recuperado de: <https://www.dioxogen.com/es/dioxogen/historia/>

EAS. (2018). Manufactura Esbelta en empresas. Recuperado de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60218/fichero/04.+LEAN+MANUFACTURING.pdf>

EFE. (2018). Fedecámaras: casi el 60% de empresas en Venezuela han desaparecido en casi 20 años. El Nacional. Recuperado de: <http://elestimulo.com/elinteres/fedecamaras-casi-el-60-de-empresas-en-venezuela-han-desaparecido-en-casi-20-anos/>

El Emprendedor. (2017). Escasez en Venezuela hace atractivo el mercado de productos de higiene artesanales.. Recuperado de: [http://periodicoelemprendedor.com/ve/index.php?option=com_k2&view=ite m&id=2189:escasez-en-venezuela-hace-atractivo-mercado-de-productosde-higiene-artesanales&Itemid=1245](http://periodicoelemprendedor.com/ve/index.php?option=com_k2&view=item&id=2189:escasez-en-venezuela-hace-atractivo-mercado-de-productosde-higiene-artesanales&Itemid=1245)

El Nacional. (2018). Los nuevos precios de desodorantes en Venezuela. Recuperado de: http://www.el-nacional.com/noticias/economia/los-nuevosprecios-desodorantes-venezuela_239644

European Commission. (2004). Manufacture-A vision for 2020 Asuring the future of manufacturing in Europe. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones oficiales de las Comisiones Europeas

Flores, M. (2007). Las Variables: Estructura y función en la hipótesis. Investigación Educativa, 163-179.

Flórez, D. (2012). Prodpuesta de mejora pel incremento de la producción de una línea de desodorantes: Dioxogen Roll-on, Caso: Ponce & Benzo Scr, C.A.

Gobierno de Canarias. (s.f.). Desodorantes y antitranspirantes. Sociedad anticancerosa, 1(1), 1-7. Recuperado de: [http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rquiarn/files/2014/03/d esodorantes-y-antitranspirantes1.pdf](http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rquiarn/files/2014/03/desodorantes-y-antitranspirantes1.pdf)

Gros, L. & Hayley, K. (2009). Desodorantes y antitranspirantes. Química: Motor de la sociedad, 1(1), 1-11. Recuperado de: [https://www.citeseu.org/sites/default/files/attachments/es/071_ES_QMS_ Desodorantes.pdf](https://www.citeseu.org/sites/default/files/attachments/es/071_ES_QMS_Desodorantes.pdf)

Hernandez, J. y Vizán A. (2013) Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación. Madrid: EOI escuela de organización industrial [Fecha de consulta: 20 de enero de 2014] Disponible en: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnicas-e-implantacion>

ISO 9001 VERSIÓN 2015. Sistemas de gestión de la calidad requisitos. [En línea]. Recuperado de: <https://www.bps.gub.uy/tps/file/13060/1/normativainternacional-iso-9001.2015.pdf>

Ibarra, V., & Ballesteros, L. (2017). Manufactura Esbelta. Ciencia Tecnológica, 1-8. Morales, R. (s.f.). Análisis y evaluación energética de procesos. UAM: México. Recuperado de: <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/rmro/2122110/SEM04/TallerSimulacion1.pdf>

Ochsenius, I. (2016). Herramienta de control y mejora: aplicación de poka yoke al proceso de contratación pública. Auditoría pública, 83-94.

Payseo, F. (2017). Metodología Manufactura Esbelta (Ed. 1). España: Avreproy. Pérez, J. (2018). Desodorante: el producto que se le hace cuesta arriba adquirir al venezolano. Caraota Digital. Recuperado de: <http://www.caraotadigital.net/economia/desodorante-el-producto-que-se-lehace-cuesta-arriba-adquirir-al-venezolano-precios/>

Ramos, J. (2012). Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo. Lima: Pontificia Universidad Católica del