

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Aplicación Dmaic & Lean Manufacturing En Una Fábrica De Caramelos Para La
Optimización De Procesos**

Emilio Isaac Ampudia Orellana

Ingeniería Industrial

**Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Quito, 07 de diciembre de 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACION DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Aplicación Dmaic & Lean Manufacturing En Una Fábrica De Caramelos Para La
Optimización De Procesos**

EMILIO ISAAC AMPUDIA ORELLANA

Nombre del profesor, Título académico

Cristina Camacho Cordovez, MS.

Quito, 07 de diciembre de 2022

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Emilio Isaac Ampudia Orellana

Código: 00137508

Cédula de identidad: 1719534743

Lugar y fecha: Quito, 07 de diciembre de 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around these publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around these publishing, available in <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

La industria de caramelos en el Ecuador ha ido creciendo a través de los años. La creciente demanda de productos de caramelo es un desafío para las empresas que quieren adentrarse en el mercado y tener un buen posicionamiento. Debido a eso múltiples empresas han sido fundadas o empresas que ya tienen un puesto en el mercado ecuatoriano han desarrollado nuevos productos para mantenerse al frente de la industria de caramelos. En el área de procesos, la elaboración de caramelos, su empaquetamiento y la obtención de materia prima se vuelve un problema si no se tienen las medias adecuadas para la elaboración de dicho producto. Dentro de lo mencionado anteriormente, se estudia el caso de una empresa de caramelos ecuatoriana enfocada en realizar caramelo personalizado, la cual presenta problemas en su planta de caramelos debido a una mala organización y desabasto de materia prima. Además, de un desplazamiento excesivo por parte de sus operadores al momento en realizar el caramelo causando demorar y esperas dentro de la producción. Se propone la aplicación de la metodología DMAIC junto con las herramientas de Lean Manufacturing como; poka-yoke, 5S's, fabrica visual y Kanban para el mejoramiento de los procesos dentro de la empresa. De esta forma varios problemas como el desplazamiento excesivo, un desabasto de materia prima y demoras en los tiempos de producción fueron reducidos a las metas planteadas en el estudio.

Palabras clave: DMAIC, Lean Manufacturing, desabasto de materia prima, exceso de movimientos, desorganización.

ABSTRACT

The candy industry in Ecuador has been growing over the years. The growing demand for caramel products is a challenge for companies that want to enter the market and have a good positioning. Because of that, multiple companies have been founded or companies that already have a position in the Ecuadorian market have developed new products to stay ahead of the candy industry. In the area of processes, the elaboration of candies, their packaging and the acquisition of raw material becomes a problem if you do not have the appropriate means for the elaboration of said product. Within the above, the case of an Ecuadorian candy company focused on making personalized caramel is studied, which presents problems in its candy plant due to poor organization and shortage of raw materials. In addition, excessive movements by its operators at the time of enhancing the caramel cause delay and waits within the production. The application of the DMAIC methodology is proposed together with Lean Manufacturing tools such as; poka-yoke, 5S's, visual fabric and Kanban for the improvement of processes within the company. In this way, several problems such as excessive displacement, a shortage of raw materials and delays in production times were reduced to the goals set in the study.

Key words: DMAIC, Lean Manufacturing, raw material shortage, excess movements, disorganization.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	11
Desarrollo del Tema	13
Revisión Literaria	13
Lean Manufacturing	13
Gemba Walk	14
Análisis de MUDAS	15
Diagrama de Spaghetti	16
Metodología	17
Desarrollo	18
Fase: Definir	18
Gemba Walk	18
SIPOC	19
Voz del Cliente (VOC)	20
Encuesta de satisfacción.	20
Diagrama Spaghetti	25
Fase: Medir	26
Análisis de operación	26
Value Stream Map	28
Métricas Claves de Rendimiento (KPIs)	30
Fase: Analizar	33
Diagrama de Ishikawa	33
Análisis Muda	34
Fase: Implementar	36
Poka-yoke	36
Llave de agua	37
5S's	37
Fábrica Visual	39
Kanban	40
Amasadora	40
Fase: Controlar	41
Plan de Control	41

Conclusiones & Recomendaciones	42
Pasos para seguir	44
Restricciones & limitaciones del proceso	44
Referencias	46
ANEXOS	48
<i>Anexo 1: Evidencia GW</i>	48
<i>Anexo 2: SIPOC</i>	49
<i>Anexo 3: Resultado encuestas</i>	50
<i>Anexo 4: Pareto ventas en kg mes julio y agosto</i>	57
<i>Anexo 5: Análisis de operación</i>	58
<i>Anexo 6: VSM</i>	59
<i>Anexo N.7: Poka-Yoke</i>	59
<i>Anexo N.8: Poka-Yoke</i>	60
<i>Anexo 9: Diagrama de Spaghetti</i>	60
<i>Anexo 10: 5S's</i>	61
<i>Anexo 11: 5S's</i>	62
<i>Anexo 12: 5S's</i>	63
<i>Anexo 13: 5S's</i>	64
<i>Anexo N.14: Fabrica Visual</i>	65
<i>Anexo N.15: Kanban</i>	65
<i>Anexo N.16: Amasadora</i>	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación propietario vs operador	24
Tabla 2: KPI de entrada.....	31
Tabla 3: KPI de procesos	32
Tabla 4: KPI de salida	33

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Diagrama de Spaghetti.....	25
Gráfica 2: Actividades que agregan valor y no agregan valor.....	27
Gráfica 3: Actividades que no agregan valor	28
Gráfica 4 & 5: Diagrama de Ishiwaka	34

Introducción

La elaboración de caramelos es un proceso que consta de 3 pasos; cocción, elaboración y empaquetado. Por ende, es un proceso sencillo. Para la elaboración de caramelo duro son necesarias las siguientes etapas. La primera etapa conocida como evaporación rápida es la encargada de eliminar agua de la masa para que se produzca la siguiente etapa. Dicha etapa es llamada enfriamiento ulterior, en donde mediante la ausencia de agua y el enfriamiento de la masa el caramelo comienza a cristalizarse para tener la característica de ser un caramelo duro. Darle la forma deseada al caramelo duro es posible a través de distintas máquinas como; la boleadora, troqueladora o mediante un troceado que es realizado a mano. Sin embargo, puede convertirse en una tarea complicada si no es ejecutada de la manera adecuada. La idea de los caramelos nace en la antigüedad, cuando los médicos utilizaban azúcar y panela mezclado con medicina para que los pacientes no noten el sabor amargo de la medicina. En el Ecuador la primera industria de caramelos en ganarse una buena posición en la industria es La Universal, la cual fue fundada en 1889 (Hernández , 1963). A partir de la fundación de La Universal el mercado de los caramelos empezó a crecer hasta tener varias empresas nacionales como Confiteca. La empresa en la cual se realizará el estudio consta de 2 plantas.

La planta inferior es la encargada de realizar caramelo a base de leche y la planta superior es la encargada de realizar caramelo duro personalizado. Debido a esto, este proyecto integrador plantea una aplicación DMAIC Lean en la segunda planta de la fábrica de caramelos para la optimización de procesos. Montgomery (2009) mencionó que al ser una aplicación eficaz y eficiente puede ser llevado a cabo en 3 meses, o el tiempo que tome la aplicación de la metodología, dependiendo de la complejidad del proyecto. Como objetivo de este proyecto será el de reducir desperdicios dentro del proceso de elaboración de caramelo mediante la metodología DMAIC y

Lean Manufacturing para mejorar las operaciones dentro de la empresa. En específico, se trabajaron en los siguientes problemas; desorganización dentro de la fábrica (17 minutos en buscar materiales relacionados a la producción de caramelo), exceso de movimientos por parte del operador (108 metros de movimientos) y desabasto de materia prima (6 días de espera).

Desarrollo del Tema

Revisión Literaria

A continuación, podemos observar varios temas relacionados con la entrega del proyecto. En esta sección se revisarán temas relacionados a DMAIC & Lean. Como varias de las herramientas como el análisis de MUDAS, la herramienta 5s, diagrama de spaghetti, gemba walk y diagrama de Ishikawa son implementadas, cada una de ellas se ve relacionada entre sí para la mejora de procesos para obtener un impacto positivo en la industria que ha sido aplicada.

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing está enfocado en maximizar el valor del producto para el cliente mientras minimiza las pérdidas dentro de la producción del producto (Correa, 2007). Lean Manufacturing cuenta con varias herramientas que permiten una fácil comprensión del proceso a realizar, evitando demoras y confusiones en el proceso. Una de estas herramientas más populares es la de las 5S's, la cual está enfocada en clasificar, ordenar y limpiar la zona en donde se realiza la producción del producto final. Una herramienta que va de la mano con la anterior mencionada es la de fábrica visual, la cual mediante gráficos o imágenes permite al operador conocer el lugar de las herramientas involucradas en el proceso de manufactura.

Varias empresas han aplicado dicha metodología, según un estudio realizado de la marca Nike. La cual, tras la aplicación de herramientas lean como 5's y poka-yokes logro reducir la tasa

de defectos en un 50%, mejoró su productividad en un 20% y logro tener un mejor tiempo de respuesta hacia sus clientes en un 40% (Camiruaga, 2018). La metodología Lean Manufacturing ha sido implementada en distintas industrias como es el caso de una industria en Malasia. Esta empresa de automóviles logro optimizar sus procesos y controlar su inventario a niveles que se evitaba la sobre producción, evitando un exceso de transporte y preparación (Rasli, 2011). Debido al éxito de la metodología Lean Manufacturing varias empresas a nivel global han utilizado sus herramientas para verse beneficiados, mejorando sus procesos y satisfaciendo al cliente interno y externo.

Gemba Walk

El gemba walk es una herramienta Lean que consiste en informar al operador que va a estar siendo observado al realizar su trabajo mientras una persona realiza una auditoria. Esta herramienta involucra al auditor para conocer acerca del proceso y sus falencias, para identificar los problemas y cuáles son las causas de dicho problema (Fusko, 2022).

Antes de haber realizado un gemba walk el proceso total de almacenamiento de una empresa manufacturera fue de 4 minutos con 30 segundos. Una vez aplicada la herramienta gemba walk y con la ayuda de un diagrama de Ishikawa que permite cualificar la información de los problemas encontrados, el tiempo de almacenamiento fue reducido a 1 minuto con 35 segundos, disminuyendo el tiempo de almacenaje en un 64.81% (Fusko, 2022). Incrementando la eficiencia en el proceso de almacenaje mediante el uso de 2 herramientas Lean Manufacturing.

Análisis de MUDAS

Una MUDA es conocido por algo inútil o que no genera valor dentro del proceso de manufactura de un producto. Es una herramienta de Lean Manufacturing que permite analizar cuáles son las causas y problemas de estas actividades que no agregan valor al proceso, permitiendo buscar soluciones optimas y viables que puede manejar la empresa en cuestión. Dichas MUDAS constan de 7 categorías las cuales son; defectos, sobreproducción, espera, talento desaprovechado, transporte, inventario y movimiento. No es necesario analizar cada una de estas MUDAS. Únicamente, las necesarias y que estén relacionadas a las actividades que no agregan valor para de esta forma facilitar el trabajo de la persona que está realizando el análisis.

El análisis de MUDAS logra evidenciar desperdicios en tiempos en varias industrias, según un estudio realizado a un taller metalmeccánico, en el cual se logró determinar que el tiempo sin valor agregado era 5 veces mayor al tiempo de valor agregado (Castañeda, 2018). Esto dió a conocer que existían aspectos que influenciaban negativamente a la producción de dicho taller en un 500% (Castañeda, 2018). Tras el estudio de MUDAS y la implementación de herramientas Lean Manufacturing se logró disminuir ese porcentaje de 500% a un 40%, ahorrando tiempo, recursos y capital (Castañeda, 2018).

Diagrama de Spaghetti

Un diagrama de spaghetti es aquel que permite observar en un gráfico la disposición de la zona de trabajo con los respectivos movimientos realizados por un producto u operador (Olivo, 2021). Dichos movimientos son realizados mediante líneas que están conectadas de una zona de trabajo a otra. Esta herramienta puede ser aplicada a una metodología DMAIC, como fue el caso en una línea de producción, en la cual fue realizada la metodología DMAIC y en la etapa de medir fue implementada la herramienta de diagrama de spaghetti (Torres, 2019). Esta herramienta demostró cuales eran los movimientos realizados en la línea de producción, posteriormente fueron analizados dichos movimientos para que fueran corregidos y evitar un mal movimiento por parte de los operadores en la zona de trabajo (Torres, 2019). Dicho estudio logró reducir en un 10% el tiempo total del proceso.

A través de la implementación de distintas herramientas Lean Manufacturing y bajo la metodología DMAIC se pueden identificar problemas presentes en la industria que se desee realizar el estudio y posterior aplicación. Cada una de estas herramientas permiten buscar una solución viable y adaptable dependiendo el área de la industria que se desee aplicar.

Metodología

La metodología DMAIC es muy efectiva ya que cuenta con 5 etapas, las cuales permiten definir el problema, medir el problema, analizar el problema, implementar soluciones para mitigar el problema y realizar un plan de control para que las mejoras implementadas para solucionar el problema se mantengan y traiga beneficio a la empresa a largo plazo (Nindiani, 2020). Esta metodología fue creada para identificar y solucionar problemas dentro de una empresa o industria. Desde su creación en los años 1980 ha sido implementada en varias industrias con el objetivo de realizar sus procesos de manera eficiente y manteniendo dichos cambios para obtener una mejora continua.

La primera etapa, Definir, permite identificar a las partes interesadas, determinar y priorizar las necesidades del cliente. La segunda etapa, Medir, permite evaluar la capacidad del proceso actual. En la tercera etapa, analizar, se identifican las posibles causas del problema y serán seleccionadas las herramientas para solucionar dichos problemas. En la cuarta etapa, Implementar, son implementadas las herramientas seleccionadas en la fase anterior. En la quinta y última fase, Controlar, son implementados planes de control.

Según lo mencionado anteriormente, dichas fases serán aplicadas para determinar y eliminar los movimientos y esperas innecesarias para mejorar el desarrollo del proceso y controlar sus desperdicios. Además, de mejorar la seguridad y la satisfacción del cliente interno de la empresa.

Desarrollo

Fase: Definir

Gemba Walk

Un Gemba Walk es una práctica para identificar problemas en una empresa, mediante la comunicación con los empleados se pueden identificar sugerencias de mejora (Mičičeta, 2022). Esta práctica consta en informar al operador que será observado mientras realiza su trabajo, mientras son tomados datos e información acerca de la elaboración del proceso. Mediante esta práctica se propuso identificar los problemas presentes en la elaboración del caramelo. Se identificaron problemas en el traslado del operador con un total de 108 metros de desplazamiento, desorganización en la planta de caramelos y un desabasto de materia prima.

Posteriormente, en la preparación del caramelo se identificaron problemas en el tiempo de ciclo del proceso, esto debido a que el operador tiene que trasladarse por la planta buscando los materiales necesarios como es el agua y herramientas necesarias. Además, de malas posturas al momento de trasladar el quintal de azúcar y ubicarlo en el balde. El operador comentó que sean cambiados a guantes de color negro ya que soportan más el calor del caramelo generando menos molestias al momento de la manipulación de dicho material. Durante el proceso de elaboración del diseño que lleva el caramelo el operador comentó que después de amasar varias veces el caramelo para que el color este homogeneizado presenta dolores en el antebrazo y muñeca.

Finalmente, el proceso de empaquetado fue analizado y se identificó que el operador pasa más tiempo del necesario buscando el frasco o empaque que sea necesario, comentó que en ciertas ocasiones el caramelo ya se encuentra listo para empaquetar, pero no hay el material suficiente para empaquetarlo como frascos, debido a eso el operador tiene que esperar hasta que sea abastecida la materia prima y continuar con el proceso de empaquetamiento **Anexo 1**.

SIPOC

Después de haber analizado el proceso de elaboración de caramelo para identificar el problema, fue elaborado un diagrama SIPOC para un mejor entendimiento del proceso de la elaboración de caramelo. Dicho diagrama consta de 5 partes, las cuales son las siguientes; suppliers (proveedores), inputs (entradas), process (proceso), outputs (salidas) y customers (clientes). Cada parte es detallada con información acerca de cada tema del diagrama para una mejor comprensión de los involucrados en la elaboración del caramelo (Rasmusson, 2006).

Se determinó que se tienen cuatro proveedores, los cuales brindan la materia prima para todo el proceso de elaboración y empaquetado del producto. De esta manera se obtiene la mezcla de caramelo cocinada para iniciar su respectivo proceso. Una vez puesto en marcha el proceso de elaboración de caramelo es tratado hasta obtener el diseño deseado y ser cortado en tiras para su posterior empaquetamiento, realizado por el cliente interno, que en este caso serán los operadores encargados de realizar el caramelo. Una vez finalizado el proceso de elaboración y

empaquetamiento se obtiene el caramelo enfrascado para ser enviado al cliente que realizó el pedido de caramelo. Este proceso puede ser observado de manera detallada en el **Anexo 2**.

Voz del Cliente (VOC)

Encuesta de satisfacción.

Para lograr conocer las necesidades del cliente interno, que son los encargados de la elaboración del caramelo, se realizaron encuestas mediante el software Microsoft Forms, y los resultados pueden ser observados en el **Anexo 3**. Cabe mencionar que estas encuestas fueron elaboradas con el modelo SERVQUAL el cual nos permite conocer los niveles de calidad del servicio. Estas encuestas fueron adaptadas de una encuesta previamente utilizada para un proyecto similar en donde fue aplicada la metodología DMAIC.

Se elaboraron 2 encuestas, el primer tipo de encuesta fue realizada a los trabajadores de la empresa. El segundo tipo de encuesta fue realizada al propietario de la empresa. Para ambos tipos de encuesta se utilizó el mismo formato, el único cambio en las encuestas fue tipo de preguntas enfocadas ya sea en el propietario o trabajador de la empresa. Se realizó una introducción dando a conocer el objetivo de la encuesta. Para la encuesta de trabajadores fueron realizadas las siguientes preguntas de rango; cuál es su rango de edad, hace cuanto tiempo trabaja en el establecimiento, con qué frecuencia realiza las actividades previamente seleccionadas, cuál es el recurso de materia prima que carece en el establecimiento. Para la primera pregunta se obtuvo que los operadores se encontraban dentro en un rango de edad entre 25 a 34 años. Para la segunda pregunta se encontró que los operadores realizaban su trabajo por más de 5 años. Por lo que se puede concluir que ya tienen experiencia realizando el caramelo personalizado. Para la última pregunta se obtuvo un

resultado de que los operadores realizan las actividades del proceso del caramelo todos los días, este resultado es obtenido ya que la empresa suele brindar horas extra para poder completar los pedidos, por ende, los operadores suelen trabajar los fines de semana cuando es necesario.

Las siguientes 2 preguntas fueron elaboradas con el criterio de selección múltiple; seleccionar las tareas que desempeña en el establecimiento, seleccione aquellos criterios que creen que han causado su insatisfacción en las actividades que el trabajador desempeña. Para la primera pregunta se obtuvo que las tareas que son realizadas por la mayoría del establecimiento son el empaquetado del caramelo y la limpieza de la zona de trabajo, seguido de la preparación y elaboración del caramelo. Para la segunda pregunta se obtuvo un resultado que el inventario innecesario por exceso de producto final es lo que causa insatisfacción en los trabajadores ya que este inventario excesivo quita espacio y entorpece el paso de los trabajadores en la planta, otras actividades que causan insatisfacción son el excesivo transporte de material, malos movimientos del operador, esperas por materiales o herramientas, y sobreproducción del caramelo.

Finalmente, las preguntas con la estrategia NPS (Net Promoter Score) la cual consta de una escala de 7 opciones, siendo 7 de acuerdo con el criterio seleccionado y 1 en desacuerdo con el criterio seleccionado, a continuación, las preguntas elaboradas;

- Los equipos y herramientas utilizadas en estas actividades tienen la apariencia de ser modernos.
- Las instalaciones físicas del establecimiento son visualmente atractivas y se encuentran en buen estado (Ej: mesas de trabajo, estanterías, etc).
- Los equipos y herramientas del área de trabajo están siempre preparadas para su uso diario y usualmente no presentan averías.

- Siempre existe materia prima (azúcar / glucosa / frascos / colorante / saborizante) a tiempo y en la cantidad necesaria.
- Persiste el orden y limpieza en el área de trabajo.

Para la primera pregunta se obtuvo una calificación promedio de 3, dando a entender que los equipos y herramientas utilizadas tienen la apariencia de ser modernas. Para la segunda pregunta se obtuvo una calificación promedio de 3, dando a entender que las instalaciones no son visualmente atractivas y estén en buen estado, esta respuesta está relacionada al desorden y al espacio mal aprovechado dentro de la empresa. Para la tercera pregunta se obtuvo una calificación promedio de 3.5, dando a entender que las herramientas del área de trabajo no se encuentran listas para el uso diario, esto debido a que muchas veces los operadores se quedan sin materia prima y deben esperar hasta que esta llegue. Para la cuarta pregunta se obtuvo una calificación promedio de 2.5, dando a entender que no existe la cantidad apropiada de materia prima, causando demoras y esperas en los trabajadores. Finalmente, para la quinta pregunta se obtuvo una calificación promedio de 3, dando a entender que el área de trabajo no se encuentra siempre limpia.

Para la encuesta del propietario fueron realizadas las siguientes preguntas de rango; cuál es su rango de edad, hace cuánto tiempo decidió enfocarse en la industria de caramelo. Para la primera pregunta se obtuvo que el propietario tiene entre 55 a 64 años. Para la segunda pregunta se obtuvo una respuesta que se encuentra en la industria del caramelo por más de 5 años, dando a entender que el propietario ha adquirido experiencia en su empresa.

Las preguntas con la estrategia NPS (Net Promoter Score) la cual consta de una escala de 7 opciones, siendo 7 de acuerdo con el criterio seleccionado y 1 en desacuerdo con el criterio seleccionado, a continuación, las preguntas elaboradas;

- El mantenimiento del establecimiento es totalmente rentable pues el uso de los recursos disponibles es óptimo.
- Los equipos y herramientas utilizadas en estas actividades tienen la apariencia de ser modernos.
- Las instalaciones físicas del establecimiento son visualmente atractivas y se encuentran en buen estado (Ej: mesas de trabajo, estanterías, etc).
- Persiste el orden y limpieza en el área de trabajo, Los equipos y herramientas del área de trabajo están siempre preparadas para su uso diario y usualmente no presentan avería.
- Siempre existe materia prima (azúcar / glucosa / frascos / colorante / saborizante) a tiempo y en la cantidad necesaria.
- Los operarios siempre tienen una apariencia impecable durante la realización de sus actividades laborales.
- Se evidencia que los operarios tienen la preparación y/o capacitación adecuada para el desarrollo de sus actividades laborales.
- ¿Cuán probable es que usted recomiende el servicio prestado por sus operarios?

Para la primera pregunta se obtuvo una calificación promedio de 7, dando a entender que el uso de los recursos disponibles es óptimo. Para la segunda pregunta se obtuvo una calificación promedio de 6, dando a entender que las herramientas y equipos tienen una apariencia moderna. Para la tercera pregunta se obtuvo una calificación promedio de 5, en donde puede mejorar la

aparición de las instalaciones para que sean atractivas visualmente. Para la cuarta pregunta se obtuvo una calificación promedio de 6, dando a entender que existe un orden y limpieza en la zona de trabajo. Para la quinta pregunta se obtuvo una calificación promedio de 6, en la cual las máquinas y herramientas se encuentran listas para el uso diario. Para la sexta pregunta se obtuvo una calificación promedio de 5, en donde se da a entender que el propietario es consciente de que existe una carencia en el pedido de materia prima. Para la séptima pregunta se obtuvo una calificación promedio de 6, debido a que los operadores cuentan con un uniforme durante horas laborales. Para la octava pregunta se obtuvo una calificación promedio de 6, los operadores están capacitados para realizar sus actividades laborales. Finalmente, para la última pregunta se obtuvo una calificación promedio de 7, en la cual el propietario recomendaría a sus trabajadores sin duda.

Mediante estas 2 encuestas realizadas al propietario y al operador se pudo evidenciar que los trabajadores presentaron respuestas diferentes a las del propietario. Mientras los operadores calificaban con un promedio de 3 a la limpieza y el orden del área de trabajo el propietario calificó con un promedio de 6 como puede ser observado en la **Tabla 1**. Esto nos ayuda a comprender que el propietario no está muy involucrado en el área de trabajo por lo que no conoce las necesidades y opiniones de sus operadores.

	Calificación sobre 7	
	Propietario	Operador
Siempre existe materia prima (azúcar / glucosa / frascos / colorante / saborizante) a tiempo y en la cantidad necesaria.	5	2.5
Persiste el orden y limpieza en el área de trabajo.	6	3

Tabla 1: Comparación propietario vs operador.

Diagrama Spaghetti

Al usar el diagrama de spaghetti, podemos rastrear la ruta de movimientos de los productos y trabajadores durante la elaboración de proceso de un producto (Senderská, 2017). Se realizó un diagrama de spaghetti que se puede observar en el **Gráfico 1**. La instalación de la segunda planta del establecimiento tiene unas dimensiones de 18x12 m, es decir, 216 metros cuadrados. El operador que lleva a cabo el proceso del caramelo tiene que ir a ver agua 2 veces, es decir en ida y vuelta se demora un total 32 s con un recorrido de 72 m. Esta distancia es obtenida, ya que la cocina se encuentra al otro extremo del lavabo. Igualmente, en ir a buscar el empaque del caramelo el operador se desplaza unos 36 m en ida y vuelta hasta la mesa de operaciones. Estos movimientos pueden evitarse si se implementa una llave al lado de la cocina y si el empaquetamiento se encuentra en otra ubicación o bien ubicado para que el operador no tome más tiempo del necesario para obtener el empaquetamiento del producto. El desplazamiento ideal para el operador debe ser alrededor de 36 metros los cuales son del desplazamiento en busca del empaque del material finalizado.

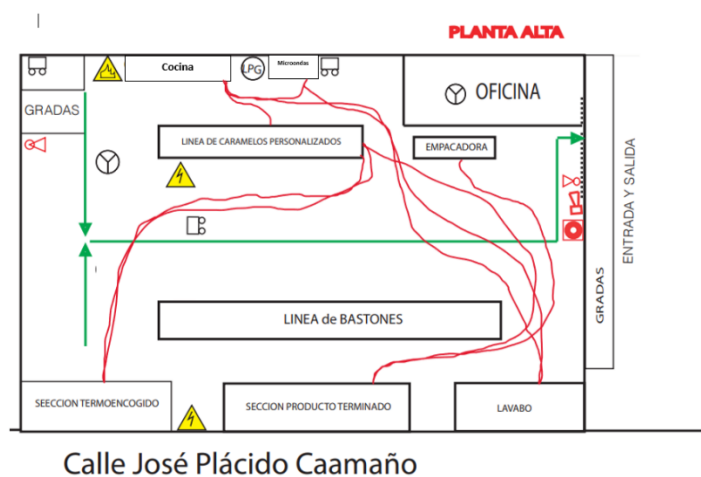


Gráfico 1: Diagrama de Spaghetti.

Finalizada la etapa de definir se encontraron los siguientes problemas:

- I. Desabasto de materia prima (6 días al mes).
- II. Desorganización (17 minutos de tiempo desperdiciado).
- III. Exceso de movimientos (108 metros de desplazamientos).

El objetivo es reducir los 6 días al mes de desabasto a 2 días al mes, reducir los 17 minutos de tiempo desperdiciado a 9 minutos de tiempo desperdiciado y reducir los 108 metros de desplazamiento a 36 metros de desplazamiento.

Fase: Medir

Análisis de operación

La empresa cuenta con distintos pesos para producir sus caramelos, dichos pesos son realizados en cantidades de 3kg, 6kg y 12kg. Mediante una gráfica de Pareto realizado del mes de julio y agosto mostrado en el **Anexo 4**. Se puede observar que la empresa efectúa mayormente pedidos de caramelo con una cantidad de 6 kg. Por lo que se decidió clasificar las operaciones que agregan o no agregan valor mediante un análisis de operaciones. Con este método podemos analizar y comprender como funciona el proceso y todas las actividades que se encuentran relacionadas para la elaboración del caramelo (Martínez, 2007, p.13). Mediante la elaboración del análisis de operaciones podemos ser capaces de observar posibilidades de mejora dentro del proceso para lograr reducir movimientos y tiempos que no agregan valor a la operación y genera una demora en el mismo. El análisis de operación puede ser evidenciado en el **Anexo 5**.

Una vez llevado a cabo el análisis de operaciones, se procedió a realizar una gráfica de barras para las operaciones que agregan y no agregan valor. Según Rodó (2021), Un diagrama de

barras es una representación de “n” filas en dos dimensiones de la frecuencia de una variable discreta que puede ser cuantitativa o cualitativa, es decir, la representación de esta gráfica es simple e intuitiva para la representación de datos o porcentajes. Como se muestra en la **Gráfica 2**. Podemos observar que las operaciones que agregan valor tienen un porcentaje de 73% con un tiempo de, 3829 segundos, dándonos oportunidad de mejora en las operaciones que no agregan valor para poder reducir el tiempo total del proceso, el cual toma, 14315 segundos en elaborarse.

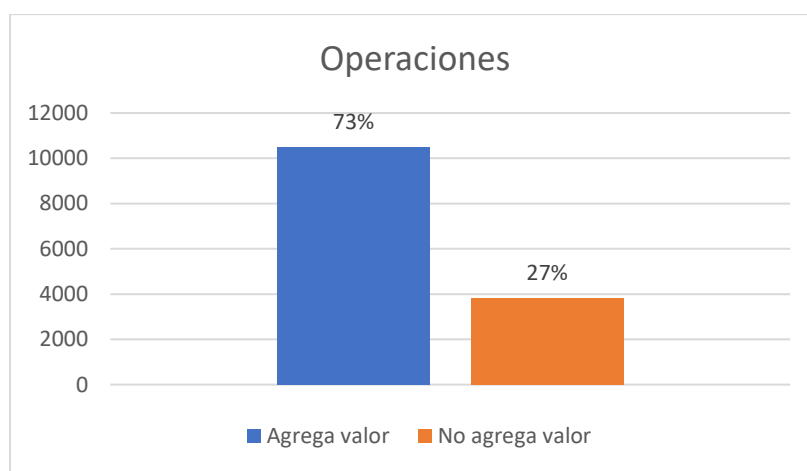


Gráfico 2: Actividades que agregan y no agregan valor.

Para identificar el porcentaje de las actividades que no agregan valor fue realizado un gráfico de barras con las categorías preparación, transporte, inspección y demora como se puede observar en la **Gráfica 3**. En esta gráfica podemos observar que existe un valor de 72% con un tiempo de 2750 segundos de demora. Se obtiene un porcentaje muy elevado, ya que el tiempo que demora en cocinar la materia prima para el caramelo es demoroso. Este tiempo puede reducirse con la implementación de nueva maquinaria que permitiría cocinar esta materia prima más rápido. Sin embargo, debido a las limitaciones de este proyecto, se tendrá un mayor enfoque al resto de operaciones. En la gráfica podemos observar que existe un valor de 26% con un tiempo de, 979

segundos de preparación. Este es el valor resultando de movimientos de insumos y recursos innecesarios que efectúa el operador en la operación de la elaboración del caramelo. Finalmente, se obtiene un valor de 3% con un tiempo de 100 segundos en transporte. No existe desperdicio en la operación de inspección. Sin embargo, el operador durante el tiempo de la elaboración del diseño del caramelo tiene que revisar el modelo a seguir para cumplir con el diseño planteado, aproximadamente esta acción toma un tiempo total de 30 segundos.

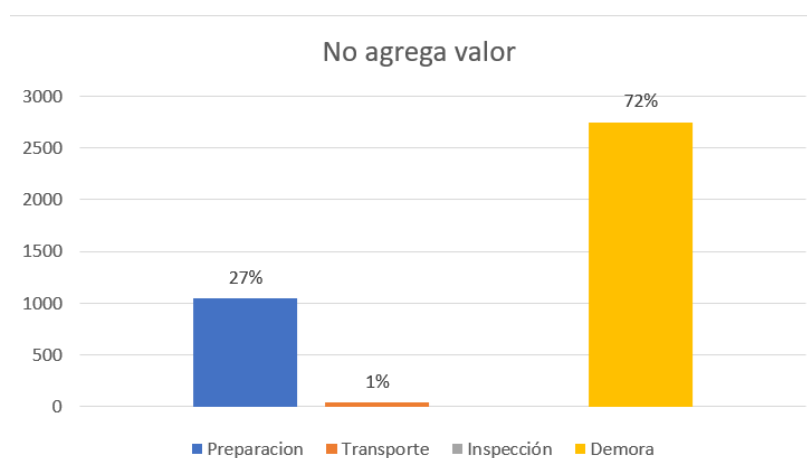


Gráfico 3: Actividades no agregan valor.

Value Stream Map

La herramienta VSM es utilizada para reducir el desperdicio y pérdidas dentro de una cadena de producción. Por eso, un VSM es utilizada para analizar y distinguir las oportunidades de mejora que pueden implementar o eliminar dentro de un proceso (García, 2019). Como se puede observar en el **Anexo 6**, fue elaborado un VSM en donde se puede observar información relevante relacionada al proceso de elaboración del caramelo, con sus respectivos tiempos que están categorizados en sí añaden o no añaden valor. Además, de los involucrados en el proceso y los materiales empleados.

El proceso inicia una vez que 2 de los 4 proveedores van a dejar su respectiva mercadería. El propietario de la empresa debe acercarse a las instalaciones de uno de sus proveedores ya que este proveedor no realiza entregas a domicilio. Cada uno de estos proveedores tienen que abastecer a la empresa cada respectivo tiempo como es mostrado en VSM. El proveedor de azúcar y glucosa van a dejar la materia prima cada 2 semanas. Mientras que la empresa debe ir a retirar la materia prima de los saborizantes, frascos y colorantes cada 3 meses. La materia prima es guardada en la bodega en su lugar respectivo. Para la preparación del caramelo es necesario realizar 3 operaciones, las cuales son; hervir el agua con azúcar, hervir la glucosa, hervir ambas mezclas previamente realizadas. Posteriormente, son añadidos el colorante y saborizante dentro de la mezcla de caramelo, la mezcla es dividida por colores y es amasada hasta que los colores estén completamente homogeneizados. Una vez obtenido el caramelo por colores, uno de los operadores empieza a cortar el caramelo a su conveniencia para ejecutar el diseño que el cliente ha solicitado previamente. Después de que el operador haya hecho el diseño en el caramelo, se procede a estirar el caramelo para que su manipulación sea más sencilla a la hora de cortar en tiras para; ser troquelada o troceada. El operador empieza a empacar el caramelo en frascos y los sella con una pistola de calor para evitar que entre la humedad en el producto. Finalmente, los frascos sellados son colocados en su respectiva caja para ser enviadas al cliente que llevó a cabo el pedido. Es importante mencionar que después de la elaboración de cada parada de caramelo es necesario limpiar la mesa en donde el caramelo fue diseñado.

Una vez analizado el proceso de la elaboración de caramelos podemos identificar posibles actividades de mejora que podrían reducir los tiempos que no agregan valor. Como, por ejemplo,

se podrían realizar marcas en los baldes o herramientas que requieren de una medida en específico. De esta manera se podría reducir el tiempo que el operador se demora en llenar el balde, pesar, y luego corregir el peso para poder empezar el proceso de cocción de materia prima. También, fueron identificados varios movimientos que realiza el operador como el ir a ver agua, esto sucede debido a que no existe una llave cerca de la mesa de operaciones y el operador se debe desplazar hasta el otro extremo de la instalación para obtener agua. Este problema puede ser solucionado implementando una llave cerca de la mesa de operaciones. Para reducir los tiempos en el que el operador busca e identifica los materiales necesarios para realizar el proceso del caramelo pueden ser implementadas varias herramientas como las 5s o fabrica visual para que le operador tenga identificado las herramientas a utilizar y estén a su alcance. De esta manera, y mediante a otras herramientas que pueden ser implementadas el flujo del proceso puede mejorar y de esta manera reducir el tiempo de las actividades que no agregan valor.

Métricas Claves de Rendimiento (KPIs)

Una métrica clave de rendimiento o KPI es una herramienta que permite estandarizar argumentos cuantitativos, permitiendo definir el estado actual en el que se encuentra el proceso para poder aplicar estrategias y medidas para solucionar los problemas identificados (Ríos, 2019). Debido a esto fueron determinados 3 KPI's para lograr solucionar los problemas dentro de la producción de caramelo. En cada uno de los KPI's realizados podemos encontrar los valores actuales que presenta la empresa para poder evaluar el progreso y los cambios una vez implementadas las estrategias planteadas. En el primer KPI de entrada fueron identificados los posibles problemas que se encuentran antes de realizar el proceso de elaboración del caramelo

Tabla 2.

<i>Objetivo</i>	<i>Estrategias</i>	<i>KPIs</i>	<i>Estado actual (medidas)</i>
Contar con la materia prima necesaria diaria evitando inventario excesivo o faltante.	Establecer Poka Yokes para indicar la medida máxima y mínima de almacenamiento de materia prima	Indicador: nivel de azúcar y saborizante Medida: peso de azúcar y glucosa Target: disminuir un 30% la cantidad de azúcar y glucosa en inventario al finalizar el proyecto	50 kg. de azúcar diario 900 g. de saborizante diario Fascos con estrategia pull.
	Realizar una planificación mensual de la compra de materia prima según su demanda	Indicador: obsolescencia de inventario Medida: porcentaje de fascos y saborizantes faltantes. Target: disminuir 60% de materia prima faltante en inventario al finalizar el proyecto	70% de fascos faltante 40% de saborizante faltante

Tabla 2: KPI de entrada.

En el segundo KPI de proceso fue identificado los posibles problemas que suceden durante el proceso de elaboración del caramelo como movimientos innecesarios y desperdicio como puede ser observado en la **Tabla 3**.

<i>Objetivo</i>	<i>Estrategias</i>	<i>KPIs</i>	<i>Estado actual (medidas)</i>
Disminuir los desperdicios para mejorar la eficiencia del proceso	Utilizar una taza con medida para el saborizante y ácido cítrico	Indicador: nivel de saborizante y ácido cítrico Medida: cantidad en granos de saborizante y ácido cítrico desperdiciado Target: al finalizar el proyecto reducir los desperdicios en un 30%	5g de saborizante desperdiciado 3g de ácido cítrico desperdiciado
	Colocar una llave cerca de la mesa de operaciones para reducir movimientos innecesarios.	Indicador: Distancia recorrida por parte del operador Medida: Metros en desplazamiento Target: disminuir a 36 metros al finalizar el proyecto	108 metros de desplazamiento
	Aplicar metodologías Lean, tales como 5S	Indicador: tiempo de ciclo Medida: tiempo total desde que inicia el proceso hasta que finaliza Target: disminuir el tiempo de ciclo en un 40% al finalizar el proyecto	Tiempo de ciclo: 239 minutos

Tabla 3: KPI de procesos.

Finalmente, fue realizado el ultimo KPI de salida fue enfocado en identificar maneras para satisfacer al cliente interno y externo, como puede ser observado en la **Tabla 4**. Cabe

mencionar que la empresa no cuenta con métodos para medir los niveles de satisfacción por lo que será una herramienta para implementar.

<i>Objetivo</i>	<i>Estrategia</i>	<i>KPIs</i>	<i>Estado actual (medidas)</i>
Identificar los dolores (pains) del cliente para satisfacer sus requerimientos	Añadir una caja de sugerencia y mostrar apertura para recibir comentarios de manera digital	Indicador: customer complaints Medida: cantidad de quejas al final del mes Target: no más de una queja al finalizar cada mes	El establecimiento no cuenta con registros actualmente (se debe implementar)
	Realizar una encuesta de satisfacción al dueño del establecimiento al finalizar el mes	Indicador: satisfaction index Medida: calificación sobre diez Target: calificación de 8/10 al finalizar cada mes	El establecimiento no cuenta con registros actualmente (se debe implementar)

Tabla 3: KPI de salida.

Fase: Analizar

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto es una de las herramientas de calidad eficaces y eficientes para disminuir un problema identificado. Mediante sus ramas se pueden identificar las causas de esos problemas y los efectos en el proceso de cada una de las causas

mencionadas (Delgado, 2021). Fue realizado dicho diagrama con el problema principal y sus ramas o categorías las cuales se enfocan en materiales, métodos, medidas, personas, entorno y equipo **Gráfica 4 y 5**.

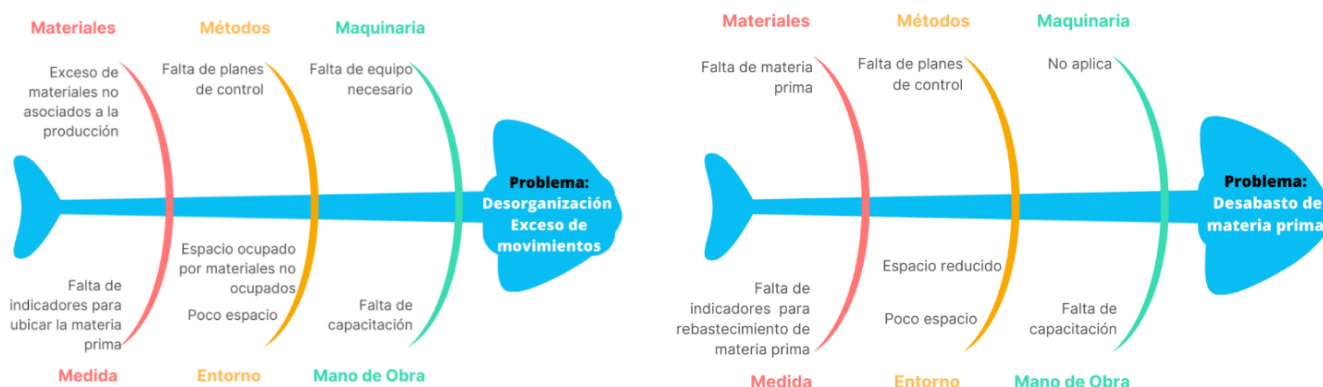


Gráfico 4 & 5: Diagrama de Ishikawa.

En estos 2 diagramas podemos observar que cuentan con las mismas categorías de materiales, métodos, maquinaria, medida, entorno y mano de obra. Un diagrama de Ishikawa abarca 2 problemas, desorganización y exceso de movimientos. El otro diagrama de Ishikawa está enfocado en el problema de desabasto de materia prima. Dichas categorías muestran el efecto que causa el problema en cabeza del pescado en la empresa.

Análisis Muda

Para el siguiente análisis se partirá del análisis de operaciones previamente realizado **Gráfico 3**. Se determinó que el porcentaje de las actividades que no agregan valor fue de 27%, en las cuales de ese porcentaje de actividades que no agregan valor 72% fue de demora, 26% de preparación y 3% de transporte.

El análisis MUDA está enfocado a los siguientes problemas que pueden ser encontrados dentro de un proceso; inspección, preparación o trabajo, espera, y transporte (Contreras, 2018), en los cuales enfocarán las mejoras de este proceso de producción de caramelo. A continuación, se explicarán los problemas encontrados dentro de las actividades que no agregan valor.

- Demora: sucede al momento de preparar la mezcla del caramelo, es decir, el tiempo necesario de cocción de la glucosa y del agua con azúcar. Cabe mencionar que este tiempo no puede ser cambiado a menos que sean implementadas cocinas al vacío para reducir el tiempo de cocción.
- Preparación: ocurre al momento que el operador tiene que preparar la materia prima para ser cocinada, como lo es con pesar el azúcar y la glucosa. Además, de buscar los frascos y cajas con su respectivo armado al momento de haber obtenido el caramelo listo para ser empaquetado. Finalmente, el tiempo requerido para realizar la limpieza de los residuos que ha dejado el caramelo para comenzar con otra parada de caramelo.
- Transporte: sucede debido al exceso de movimiento que tiene que realizar el operador para trasladar materiales e ingredientes necesario para la realización del caramelo, como es el ir a buscar agua, la balanza, y el balde en donde se pesa la materia prima.
- Inspección: debido a que la empresa no cuenta con un supervisor o un encargado del proceso para observar que todo se esté cumpliendo. No existe desperdicio en esta categoría, sin embargo, la implementación de un encargado del proceso es necesario para evitar errores y demoras dentro del proceso.

Fase: Implementar

Poka-yoke

El poka-yoke es una herramienta cuya finalidad es la de evitar errores durante las actividades que desarrolla una empresa o personas. Dicha palabra significa a prueba de errores (Bodek, 2017). Mediante esta herramienta se espera minimizar errores y confusiones que existen durante la elaboración de proceso del caramelo. Varios poka-yokes fueron implementados a distintas herramientas, como en un balde que es utilizado para pesar el azúcar. Mediante la ideología de esta herramienta fueron realizadas rayas con marcas de 3, 6 y 12 kilogramos. Medidas que la empresa utiliza para realizar caramelo personalizado. **Anexo 7.**

Igualmente fueron implementadas dichas marcas en los baldes en donde se encuentra el saborizante, el cual, es el producto de materia prima primero en acabarse. Utilizando poka-yokes en los baldes de saborizante se puede prevenir quedarse sin dicho material. De esta forma cuando el operador observe que el saborizante está en dicha marca puede informar al propietario de la empresa que el saborizante esta pronto a acabarse para ponerse en contacto con el proveedor correspondiente **Anexo 8.**

De esta manera implementada la herramienta poka-yoke se logran evitar muchos inconvenientes futuros como es el de quedarse sin saborizante. Además, de disminuir el tiempo de preparación del operador al momento de realizar la mezcla de caramelo, ya que, ahora el tiempo que el operador tomaba en ir a buscar la balanza, preparar la balanza y pesar el azúcar para la mezcla se ha visto reducido.

Llave de agua

Una llave de agua fue implementada al lado de la cocina. Mediante esta llave de agua el operador ya no tendrá que trasladarse 108 metros para obtener agua. Ahora, el operador ha reducido ese desplazamiento a 36 metros en total, como puede ser observado en el **Anexo 9**. Además, de reducir el tiempo de preparación que tomaba en ir a buscar agua para la masa de caramelos.

5S's

La herramienta de Lean llamada 5S's consta de cinco etapas las cuales son: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina) (Jara, 2017). Mediante la aplicación de estas 5 etapas se pueden reducir muchos inconvenientes que presenta el operador, como es el caso de buscar material necesario para la producción de caramelo. Para implementar las 5s primero se clasificó los materiales necesarios para la producción de caramelo. Cabe mencionar que un 70% de los materiales que se encontraban en la planta de caramelos era material obsoleto y en algunos casos caducados. **Anexo 10**.

La segunda etapa constó en ordenar la zona de elaboración de caramelo. Se empezó por limpiar unos hornos que ahora son utilizados como estanterías para los caramelos ubicados en bandejas que están listos para ser empaquetados o que han sido producidos. Gracias a dichos hornos usados como estanterías se ha solucionado el problema de humedad con el que contaba la

empresa. Dicha humedad es la responsable de echar a perder el caramelo finalizado ya que suele pegarse en su cobertura de plástico y pierde la imagen del producto.

Las estanterías que fueron despejadas ahora están siendo utilizadas por materiales utilizados en la producción de caramelo. Estas estanterías ahora están separadas y clasificadas por materia prima. La sección de debajo de la estantería es utilizada para material de empaquetamiento y palos de paletas que cuneta la empresa. La parte del medio de la estantería es utilizada como zona de almacenaje temporal de producto finalizado, además, de también ubicar material de empaque listo para ser utilizado. La parte superior de la estantería es utilizada para material de cajas y material de empaque para el caramelo que está listo, pero no es indispensable para la producción de caramelo que se esté realizando, como puede ser observado en el **Anexo 11**.

La tercera etapa consta en limpiar, es decir, arreglar y despejar la zona en donde se encuentra el material de producción de suciedad y de herramientas que no pertenecen a dicho lugar. De hecho, dicha suciedad es la causante de varios problemas como es la humedad y la interrupción del paso en la planta de caramelos. Además, de que la suciedad puede infectar a las ollas y herramientas utilizadas para el proceso en producción de caramelo. Estos problemas pueden ser evitados si todos los materiales son ubicados en su lugar asignado evitando al operador realizar una limpieza exhaustiva para mantener su zona de trabajo en buenas condiciones. Para mantener dicha limpieza planes de inspección deben ser implementados para ser evaluados al finalizar el día o la semana de trabajo.

La cuarta etapa consta en estandarizar los procesos para hacerlos claros y simples. Esta etapa también va de la mano con otra herramienta de Lean Manufacturing la cual es denominada

como fabrica visual. De esta manera el operador tendrá una idea visual más clara de a donde pertenecen las distintas herramientas utilizadas para la producción del caramelo. Para fomentar una participación por parte de los operadores, tendrán turnos de revisión de las zonas asignadas para mantener las etapas previamente realizadas e implementar una cultura de mejor continua y de limpieza en la planta de caramelos.

Finalmente, la última etapa de las 5S's es la de disciplina. En esta etapa se fomenta el apoyo de todos los operadores de la fábrica de caramelos mediante leyes y reglamentos a seguir para mantener el orden y limpieza de las etapas anteriores. Varias iniciativas pueden ser implementadas como el beneficio de bonos mensuales al operador que ha mantenido la herramienta de las 5S's. De esta manera se espera mantener el compromiso del operador y que la planta de caramelos mantenga su limpieza y orden para el beneficio de los operadores. Dichos cambios pueden ser observados en los **Anexo 12, 13** correspondientes.

Fábrica Visual

Esta herramienta de Lean Manufacturing es utilizada para facilitar la comprensión por parte del operador a la distinción de la planta de caramelos. Mediante herramientas visuales como son etiquetas con nombres a lugares designados los operados podrán intuir de manera más sencilla donde pertenece cada herramienta utilizada en el proceso de elaboración de caramelo (Hirano, 2018), evitando retrasos y confusiones al momento de realizar el caramelo, como puede ser observado en el **Anexo 14**.

Una vez aplicada la herramienta 5S's la implementación de la herramienta fabrica visual fue más sencilla ya que con un lugar ordenado y estandarizado el operador ahora puede mantener el orden y limpieza de su zona de trabajo. Además, de lograr reconocer e identificar las zonas en donde se encuentra el material y las herramientas para la producción de caramelo.

Kanban

Tal como se muestra en el **Anexo 15** ha sido implementada una pizarra, la cual está dividida en “que hacer”, “haciendo” y “hecho”. De esta manera se espera mantener un control y enfoque en las tareas diarias que debe realizar el operador. Dicha pizarra también tiene el objetivo de informar al propietario de las actividades diarias y de los inconvenientes encontrados por los operadores al finalizar el día. Además, esta pizarra permite mantener información de si la materia prima que utiliza el operador esta pronta a terminarse o si se necesita realizar alguna compra de cierto frasco para un pedido a realizar.

Amasadora

La amasadora que es mostrada en el **Anexo 16** fue implementada para una mayor comodidad el operador. Como había sido revisado en el Gemba Walk y en la encuesta de voz de la cliente realizada al operador la amasadora permite reducir el tiempo de homogenización del colorante en la mezcla de caramelo. También, evita dolores musculares al operador debido al contante esfuerzo de realizar la mezcla de color. Gracias a la amasadora la calidad del producto ha mejorado, evitando reprocesamientos al finalizar la producción.

Fase: Controlar

Plan de Control

Para finalizar con la metodología DMAIC en la última etapa denominada controlar se ha implementado un plan de control para mantener las mejoras realizadas a largo plazo. Si es que se llegase a tener una falta de conciencia por parte de los operadores y propietario las herramientas previamente implementadas no tendrían futuro y serían una solución temporal que puede llegar a provocar los problemas previamente solucionados. Para realizar este plan de control se propuso al propietario y los operadores participar de metas planteadas al finalizar la semana y el mes. Dichas metas están enfocadas en 3 preguntas las cuales son las siguientes. ¿La zona de trabajo se encuentra limpia? ¿Las herramientas se encuentran en su lugar designado? ¿Al trascurrir la semana los productos de materia prima han sido revisados o informados al propietario de su pronto desabasto? Una vez contestadas dichas preguntas se podrán tomar acciones respectivas en caso de que dichas preguntas no alcancen una respuesta satisfactoria.

Para tener mejores resultados y que se mantengan las herramientas implementadas en este proyecto se asignara el puesto de supervisor a uno de los trabajadores que pase una prueba de conocimientos y demuestre su rendimiento en la empresa. Con un supervisor se espera que los trabajadores empiecen a desarrollar una cultura de mejora continua. Además, que se ha demostrado mediante estudios que los trabajadores que se encuentran bajo supervisión tienen a realizar su trabajo de manera eficiente.

Conclusiones & Recomendaciones

Mediante la aplicación de las 5 etapas de la metodología DMAIC y las herramientas de Lean Manufacturing se lograron solucionar los problemas de desabasto de materia prima reduciendo el tiempo de espera de 6 días al mes a 2 días al mes. El problema de desorganización que demoraba al operador en buscar el material y herramientas relacionadas a la producción se redujo de 17 minutos a 9 minutos. Finalmente, el problema de exceso de movimientos fue solucionado obteniendo un desplazamiento por parte del operador de 36 metros a comparación de los 108 metros que el operador tenía que realizar previamente para buscar agua. Cada una de las herramientas implementadas en la cuarta etapa de la metodología DMAIC causaron un gran impacto a la empresa ya que ha mejorado el proceso y se espera que lo siga haciendo siempre y cuando se mantengan dichas herramientas bajo control y conciencia.

La primera etapa que fue elaborada constó en definir las causas de los problemas dentro de la empresa. Mediante el gemba walk se pudieron identificar los principales problemas que encontraba el operador al momento de realizar el caramelo. El diagrama SIPOC permitió tener una mejor visualización de los involucrados como son los proveedores y los pasos para producir el caramelo. La encuesta realizada o voz del cliente (VOC) permitió a conocer que es lo que opina el operador sobre su zona de trabajo y de las herramientas utilizadas. El análisis de operación realizado permitió tener una mejor visualización de las actividades que agregan y las que no agregan valor al proceso, categorizando a las actividades que no agregan valor en preparación, transporte, inspección y demora. El diagrama de Spaghetti realizado permitió conocer la distancia que realizaba el operador durante la elaboración de caramelo.

La segunda etapa elaborada fue la de medir. En la cual se realizó un Value Stream Map para conocer a detalle el tiempo en que el propietario contactaba a sus proveedores para reabastecer de materia prima al establecimiento. Posteriormente en la etapa de medir se planteó KPI's con objetivos específicos para tomar acciones para mejorar el proceso.

En la tercera etapa denominada analizar se realizaron diagramas de Ishikawa para encontrar las causas y efectos de los problemas en el proceso. Se realizó un análisis de MUDAS las cuales permiten conocer a detalle que sucede en cada una de las clasificaciones de las acciones que no agregan valor dentro del proceso.

En la cuarta etapa denominada implementar fueron aplicadas las herramientas de Lean Manufacturing como las 5S's, poka-yoke, fábrica visual, Kanban, llave de agua y amasadora. Cada una de estas herramientas estuvo enfocada en solucionar los problemas de desabasto de materia prima, exceso de movimiento por parte del operador y desorganización.

Finalmente, en la última etapa denominada controlar se planteó realizar planes de control semanales y mensuales para mantener las herramientas previamente aplicadas y que los operadores y propietario desarrollen conciencia acerca su zona de trabajo y desempeño.

Se recomienda a los operadores y al propietario identificar y conversar acerca de los problemas que pueden presentarse en la elaboración del caramelo. De esta manera se puede llegar a una solución o mejora que este afectando el rendimiento del operador y encontrar falencias en el proceso. Además, se recomienda aplicar los planes de control de una manera correcta y constante para mantener las mejoras a largo plazo y que la empresa pueda seguir realizando sus actividades con normalidad y evitando problemas.

Pasos para seguir

Los siguientes pasos para seguir para la empresa es mantener las herramientas aplicadas para mantener una mejora continua. Además, de incentivar al operador a realizar su trabajo de manera activa y eficiente. En caso de volver a realizar un estudio o aplicación en la empresa se debe enfocar en el cliente interno primero para conocer problemas y falencias en el proceso de elaboración de caramelo. La ubicación de la planta de caramelos al ser ubicada en el segundo piso reduce el espacio y las opciones para tener una mejor disposición de la línea de producción de caramelos. Por lo que los cambios realizados fueron adaptados a la disponibilidad de la empresa tanto en tiempo, dinero y espacio. En caso de no contar con dichas limitaciones podría ser cambiado la disposición actual de la fábrica para tener un mejor flujo de material.

Restricciones & limitaciones del proceso

El problema por solucionar es el tiempo total del proceso. Debido a ello se han identificado varias restricciones dentro del proceso que no pueden ser cambiadas como, por ejemplo; el tiempo que demora en realizar el diseño del caramelo ya que esto depende de las habilidades del operador y de la complejidad que se presente, el tiempo de cocción de materia prima ya que este tiempo puede ser disminuido únicamente con la implementación de ollas de cocción al vacío. Otra restricción encontrada fue la de reubicar el producto terminado para su distribución, debido a que la empresa no cuenta con una bodega el producto finalizado debe ser ubicado en una zona donde este libre y no entorpezca el paso. Debido a que la empresa se encuentra en el segundo piso de la instalación el traslado de producto finalizado a la planta baja causa molestias a los trabajadores ya que es tiempo perdido en mover material ya finalizado. Finalmente, la última restricción

encontrada fue la financiación del proyecto ya que no se cuenta con el suficiente capital para realizar todas las mejoras planeadas en la empresa.

Referencias

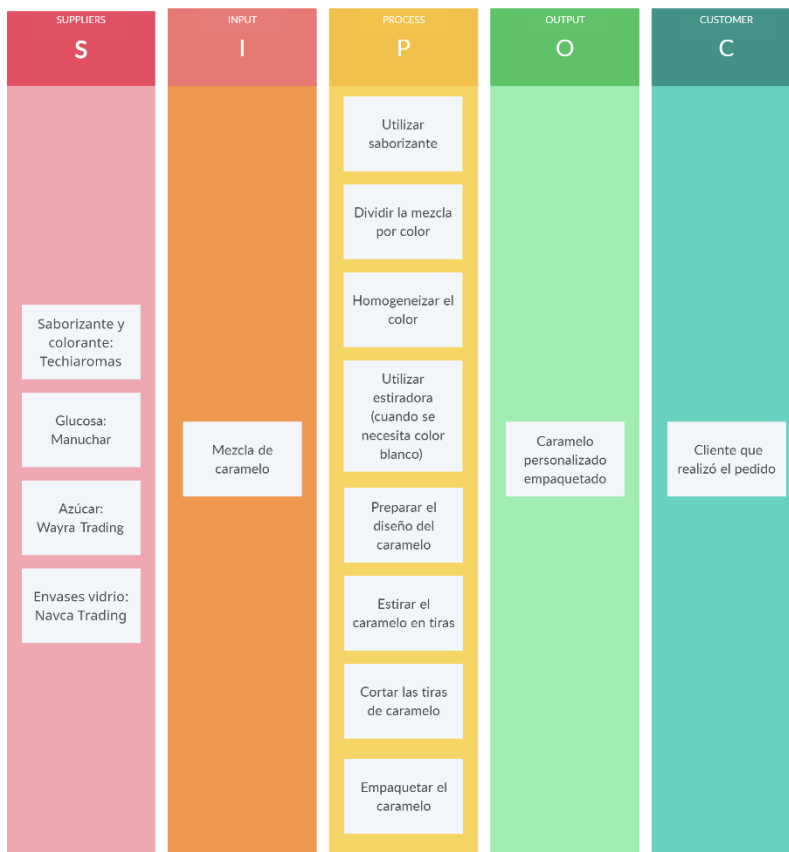
- Martínez, A. (2007). Análisis de operaciones y estudio de tiempos en las líneas de producción de cera en pasta y cera en crema. Recuperado de:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1781_IN.pdf
- Paula Rodó, 03 de enero, 2021
Diagrama de barras. Economipedia.com
- Rasmusson, D. (2006). The SIPOC picture book a visual guide to the SIPOC/DMAIC relationship. Recuperado de:
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=0JDhn1Q_GPkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=sipoc&ots=rIHdXWJD6l&sig=GtggGJFfqMT7fqmWppm7dXaCQYY&redir_esc=y#v=onepage&q=sipoc&f=false
- García Cantó, M. y Amador Gandia, A. (2019). Cómo aplicar “Value Stream Mapping” (VSM). 3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 8(2), pp. 68-83. doi:
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- IVAN, R. J. O. (2019). Key Performance Indicators (KPI).
- Senderská, K (2017). Spaghetti diagram application for workers’ movement analysis.
 Recuperado de:
https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full5a2_608068.pdf
- Mičieta, B., Howaniec, H., Biñasová, V., Kasajová, M., & Fusko, M. (2022). Increasing Work Efficiency in a Manufacturing Setting Using Gemba Walk. Recuperado de:
- Delgado, B., Dominique, D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., & Rocha Guano, M. B. (2021). El Diagrama De Ishikawa Como Herramienta De Calidad En La Educación: Una Revisión De Los Últimos 7 Años. Tomado de http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMAISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf.

- Contreras, E., Zambrano, D. (2018). Análisis de mudas en el sector metalmecánico de Boyacá-Colombia. Retrieved 6 November 2022, from <https://www.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p30.pdf>
- Jara, M. (2017). El método de las 5S: su aplicación. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>
- Shimbun, N. K., Hirano, H., & Bodek, N. (2017). Poka-yoke: Mejorando la calidad del producto Evitando los defectos. Routledge.
- Hirano, H. (2018). 5S para todos: 5 pilares de la fábrica visual. Routledge.
- Trimarjoko, A., Hardi Purba, H., & Nindiani, A. (2020). Consistency of DMAIC phases implementation on Six Sigma method in manufacturing and service industry: a literature review. Management and Production Engineering Review.
- Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Raites, 1(2), 85-112.
- Camiruaga, G. (2018). El éxito de Nike aplicando Lean Manufacturing. Retrieved 16 December 2022, from <https://www.launchcoworking.cl/el-exito-de-nike-con-lean-manufacturing/>
- Rasli, M., Sha'ri Mohd, Y., Ana Sakura Zainal A (2011). Lean Manufacturing Implementation in Malaysian Automotive Components Manufacturer: a Case, Study.
- , E. D., Zambrano-Arroyo, D., & Vaca-Barrera, Y. F. (2018). Análisis de mudas en el sector metalmecánico de Boyacá-Colombia. Revista ESPACIOS, 39, 16-30.
- Torres Rodríguez, Á. G. (2019). Mejoras de Proceso en una Línea de Producción. Manufacturing Engineering Program.
- Olivo Narváez, Y. (2021). Optimización de espacio y recursos en el almacén. Manufacturing Engineering Program.
- Hernández Hernández, M. (1963). Industria para la fabricación de caramelos (Master's thesis, Escuela Profesional de Comercio de Las Palmas de Gran Canaria.

ANEXOS

Anexo 1: Evidencia GW

Anexo 2: SIPOC



Anexo 3: Resultado encuestas

1. ¿Cuál es su rango de edad?

[Más detalles](#)

● Entre 18 a 24 años	0
● Entre 25 a 34 años	2
● Entre 35 a 44 años	0
● Entre 45 a 54 años	0
● Entre 55 a 64 años	0
● Mayor a 65 años	0



2. ¿Cuál es su ocupación dentro del establecimiento?

[Más detalles](#)

● Trabajador	2
● Propietario	0



3. ¿Hace cuánto tiempo trabaja en el establecimiento?

[Más detalles](#)

● Menos de 1 año	0
● Entre 2 a 3 años	0
● Entre 3 a 4 años	0
● Más de 5 años	2



4. Seleccione las tareas que desempeña en el establecimiento

[Más detalles](#)

● Preparación de caramelo	1
● Elaboración del diseño del cara...	1
● Empaquetado del caramelo	2
● Limpieza de la zona de trabajo	2



5. ¿Con qué frecuencia realiza las actividades anteriormente seleccionadas?

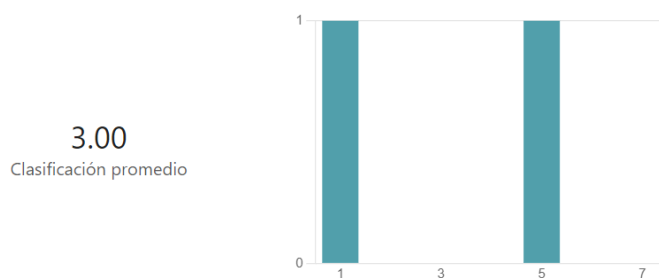
[Más detalles](#)

● 1-2 veces a la semana	0
● 3-4 veces a la semana	0
● 5-6 veces a la semana	0
● Todos los días	2



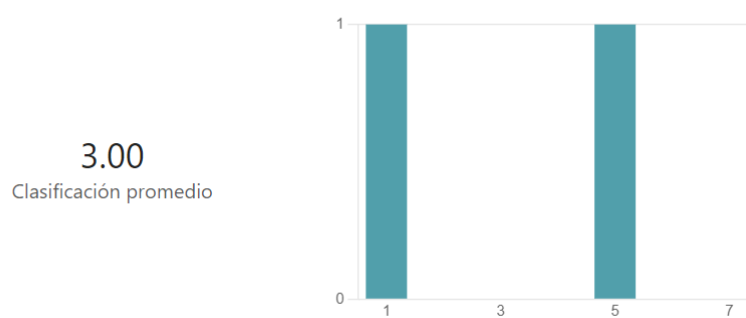
6. Los equipos y herramientas utilizadas en estas actividades tienen la apariencia de ser modernos.

[Más detalles](#)



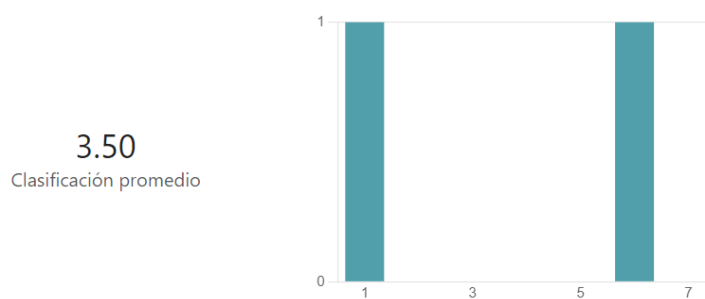
7. Las instalaciones físicas del establecimiento son visualmente atractivas y se encuentran en buen estado (Ej: mesas de trabajo, estanterías, etc).

[Más detalles](#)



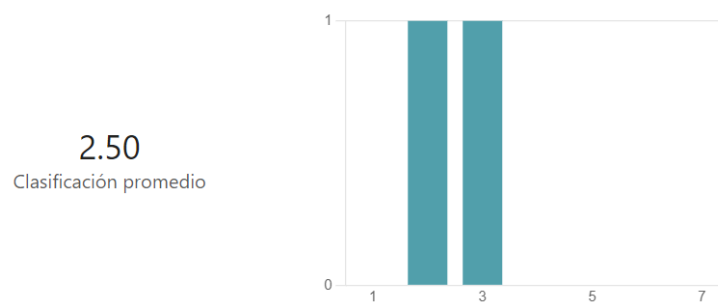
8. Los equipos y herramientas del área de trabajo están siempre preparadas para su uso diario y usualmente no presentan averías.

[Más detalles](#)



9. Siempre existe materia prima (azúcar / glucosa / frascos / colorante / saborizante) a tiempo y en la cantidad necesaria.

[Más detalles](#)



10. ¿Cuál es el recurso de materia prima que carece en el establecimiento?

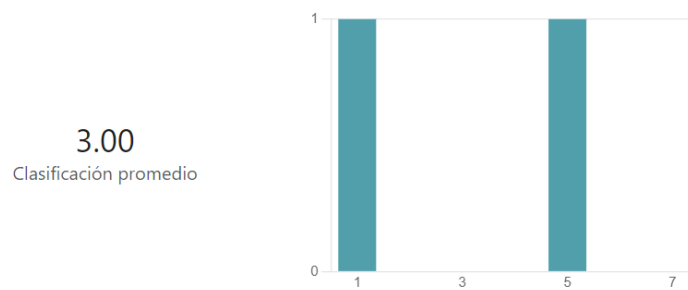
[Más detalles](#)

● Azúcar	0
● Glucosa	0
● Frascos	1
● Colorante	0
● Saborizante	2



11. Persiste el orden y limpieza en el área de trabajo.

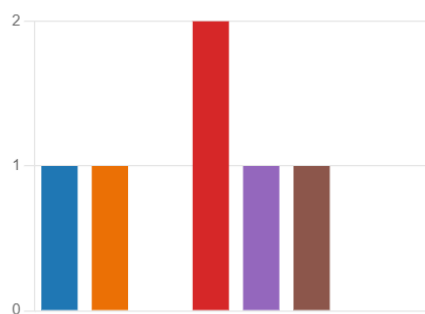
[Más detalles](#)



12. **Seleccione aquellos criterios que crea que han causado su insatisfacción en las actividades mencionadas anteriormente.**

[Más detalles](#)

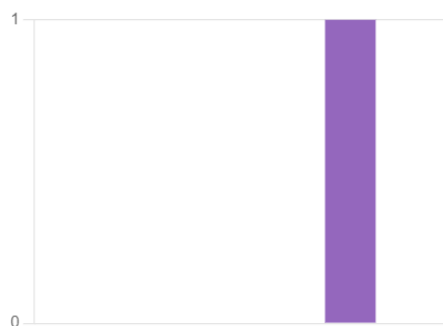
- Excesivo transporte de material... 1
- Malos movimientos del operad... 1
- Inventario innecesario por exces... 0
- Inventario innecesario por exces... 2
- Esperas por materiales, herrami... 1
- Sobreproducción (cantidad sobr... 1
- Subutilización del personal (no s... 0
- Ninguna 0



1. **¿Cuál es su rango de edad?**

[Más detalles](#)

- Entre 18 a 24 años 0
- Entre 25 a 34 años 0
- Entre 35 a 44 años 0
- Entre 45 a 54 años 0
- Entre 55 a 64 años 1
- Mayor a 65 años 0



2. ¿Cuál es su ocupación dentro del establecimiento?

[Más detalles](#)

● Trabajador	0
● Propietario	1



3. ¿Hace cuánto tiempo decidió enfocarse en la industria de caramelo (Sweet Place)?

[Más detalles](#)

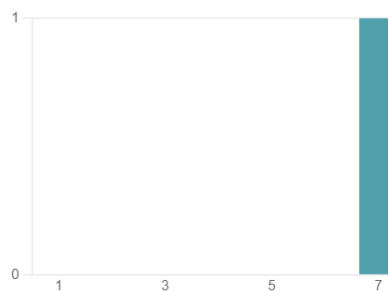
● Menos de 1 año	0
● Entre 2 a 3 años	0
● Entre 3 a 4 años	0
● Más de 5 años	1



4. El mantenimiento del establecimiento es totalmente rentable pues, el uso de los recursos disponibles es óptimo.

[Más detalles](#)

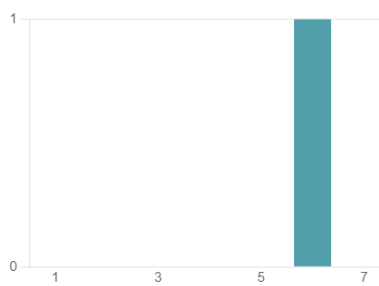
7.00
Clasificación promedio



5. Los equipos y herramientas utilizadas en estas actividades tienen la apariencia de ser modernos.

[Más detalles](#)

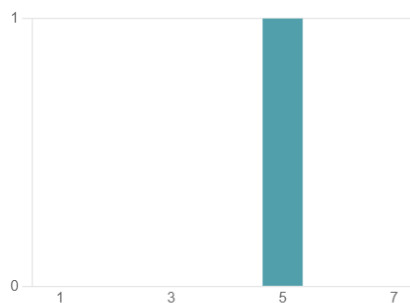
6.00
Clasificación promedio



6. **Las instalaciones físicas del establecimiento son visualmente atractivas y se encuentran en buen estado (Ej: mesas de trabajo, estanterías, etc).**

[Más detalles](#)

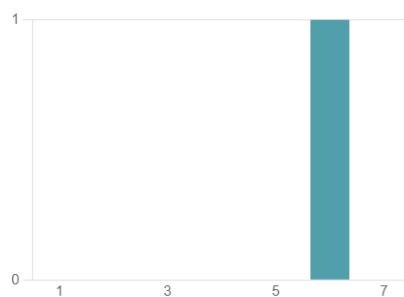
5.00
Clasificación promedio



7. **Persiste el orden y limpieza en el área de trabajo.**

[Más detalles](#)

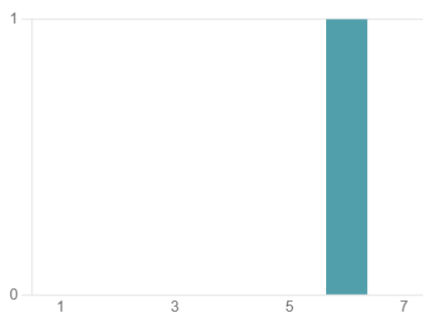
6.00
Clasificación promedio



8. **Los equipos y herramientas del área de trabajo están siempre preparadas para su uso diario y usualmente no presentan averías.**

[Más detalles](#)

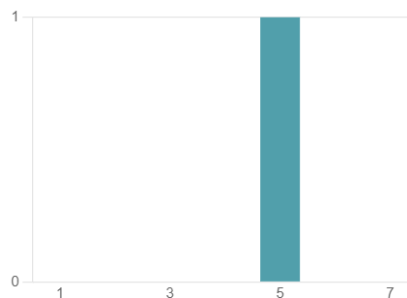
6.00
Clasificación promedio



9. **Siempre existe materia prima (azúcar / glucosa / frascos / colorante / saborizante) a tiempo y en la cantidad necesaria.**

[Más detalles](#)

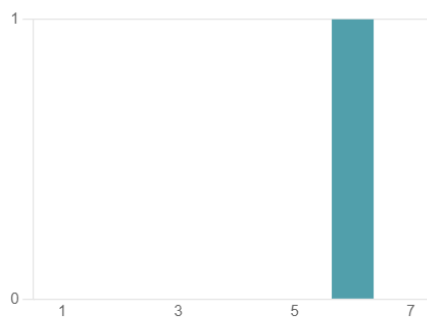
5.00
Clasificación promedio



10. **Los operarios siempre tienen una apariencia impecable durante la realización de sus actividades laborales.**

[Más detalles](#)

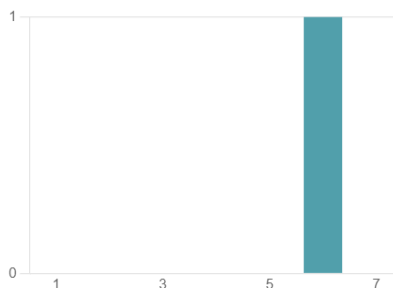
6.00
Clasificación promedio



11. **Se evidencia que los operarios tienen la preparación y/o capacitación adecuada para el desarrollo de sus actividades laborales.**

[Más detalles](#)

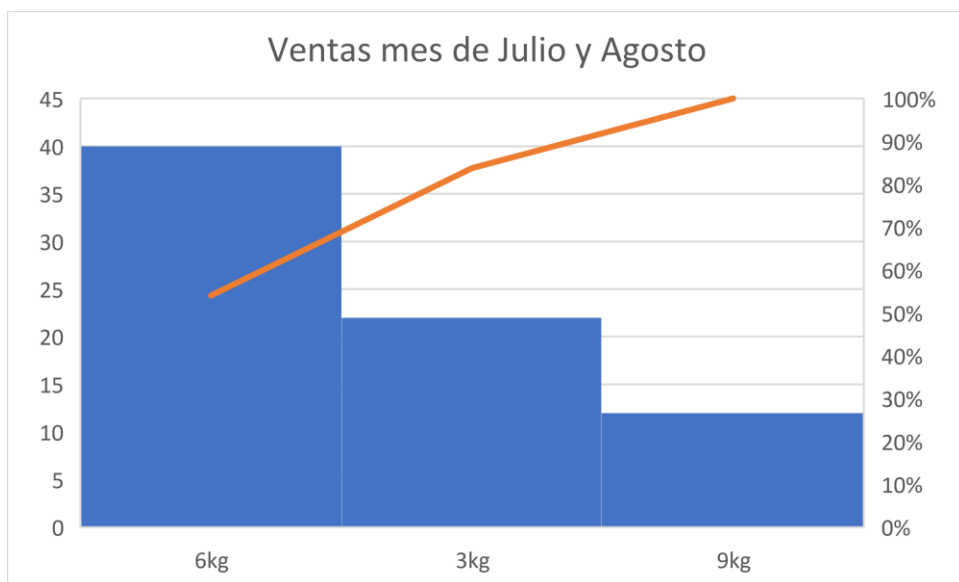
6.00
Clasificación promedio



12. ¿Cuán probable es que usted recomiende el servicio prestado por sus operarios?

[Más detalles](#)

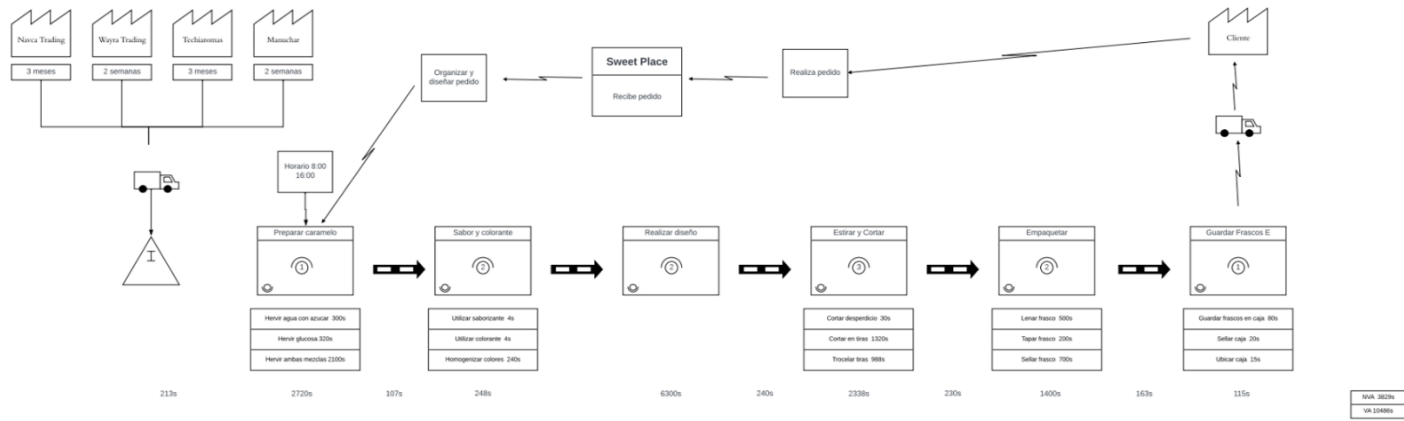
7.00
Clasificación promedio

*Anexo 4: Pareto ventas en kg mes julio y agosto*

Anexo 5: Análisis de operación

No	Trabajo	Transporte	Inspección	Movimiento	Demora	Descripción de operación	Tiempo añadido valor (TAV)	Tiempo no añadido valor (TNAV)	Observación
1	●	→	■	■	⊕	Llenar la olla de agua		21	
2	●	→	■	■	⊕	Transportar la olla con agua		20	
3	●	→	■	■	⊕	Llevar Balanza		15	
4	●	→	■	■	⊕	Llevar balde de azúcar		10	
5	●	→	■	■	⊕	Llenar balde de azúcar		145	
6	●	→	■	■	⊕	Llevar azúcar a la olla		2	
7	●	→	■	■	⊕	Hervir agua con azúcar		300	
8	●	→	■	■	⊕	Hervir glucosa		320	
9	●	→	■	■	⊕	Hervir toda la mezcla		2100	
10	●	→	■	■	⊕	Preparar mesa de operaciones		34	
11	●	→	■	■	⊕	Llevar caramelo a la mesa	15		
12	●	→	■	■	⊕	Utilizar colorante y saborizante	8		Se realizó una medida que varía de la longitud que se usará para llenar una cajita.
13	●	→	■	■	⊕	Llevar vaso al lavabo		16	
14	●	→	■	■	⊕	Llenar de agua el vaso		2	
15	●	→	■	■	⊕	Transportar el vaso al microondas		16	Estos 3 pasos suceden cuando se añade colorante blanco
16	●	→	■	■	⊕	Calentar el agua		30	
17	●	→	■	■	⊕	Transportar el vaso a la mesa de operaciones		3	
18	●	→	■	■	⊕	Dividir el caramelo	15		
19	●	→	■	■	⊕	Llevar caramelo dividido a la mesa		10	
20	●	→	■	■	⊕	Homogenizar el color en el caramelo	240		
21	●	→	■	■	⊕	Llevar masa a estiradora		2	
22	●	→	■	■	⊕	Utilizar estiradora	200		Utilizada con el color blanco a tonalidad clara
23	●	→	■	■	⊕	Llevar caramelo de la estiradora a la mesa		10	
24	●	→	■	■	⊕	Preparar el caramelo	6300		Depende del diseño del caramelo
25	●	→	■	■	⊕	Buscar empaque		240	En caso de que requiera un frasco
26	●	→	■	■	⊕	Desprender desperdicio del caramelo		30	
27	●	→	■	■	⊕	Cortar en tiras	1320		Cada tira tiene una longitud de 60 a 75 cm
28	●	→	■	■	⊕	Trocelear tiras	388		
29	●	→	■	■	⊕	Limpia mesa para envasado		180	
30	●	→	■	■	⊕	Recolectar desperdicio		50	
31	●	→	■	■	⊕	Llenar frasco	500		Depende de las dimensiones del frasco
32	●	→	■	■	⊕	Tapar frasco	200		
33	●	→	■	■	⊕	Buscar sello del frasco		63	
34	●	→	■	■	⊕	Buscar pistola de calor		20	
35	●	→	■	■	⊕	Sellar el frasco con pistola	700		
36	●	→	■	■	⊕	Buscar caja		30	
37	●	→	■	■	⊕	Armar caja		45	
38	●	→	■	■	⊕	Guardar frascos en caja		80	
39	●	→	■	■	⊕	Sellar caja		20	
40	●	→	■	■	⊕	Ubicar caja		15	

Anexo 6: VSM



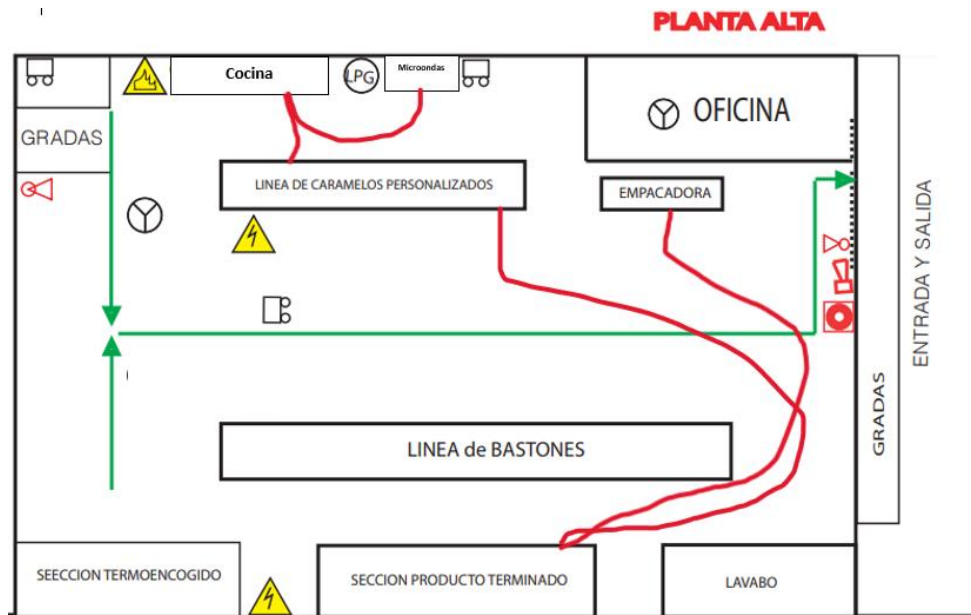
Anexo N.7: Poka-Yoke



Anexo N.8: Poka-Yoke



Anexo 9: Diagrama de Spaghetti



Calle José Plácido Caamaño

Anexo 10: 5S's



Anexo 11: 5S's



Anexo 12: 5S's



Anexo 13: 5S's



Anexo N.14: Fabrica Visual*Anexo N.15: Kanban*

Que Hacer	Haciendo	Hecho
Bastones mini (man) Bastones mini (fresa) Revisar Saborizante	Bastones mini (man)	

Anexo N.16: Amasadora

