

**AUMENTO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO DEL QUESO
CUAJADA DE UNA EMPRESA DE LÁCTEOS EN LA VICTORIA, VALLE DEL
CAUCA.**

**JUAN ESTEBAN ARBELAEZ GAMBOA
LAURA LUCIA CASTAÑO CANDAMIL**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL - 3751
ZARZAL
2022**

AUMENTO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO DEL QUESO
CUAJADA DE UNA EMPRESA DE LÁCTEOS EN LA VICTORIA, VALLE DEL
CAUCA.

JUAN ESTEBAN ARBELAEZ GAMBOA
LAURA LUCIA CASTAÑO CANDAMIL

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director de proyecto
Ing. Jorge Andrés Moncaleano Maquilon

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL - 3751
ZARZAL
2022

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
OBJETIVOS	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
CAPÍTULO 1: Caracterización de los procesos de la cadena productiva de la empresa de lácteos.	8
RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN.....	9
PROCESOS PRODUCTIVOS ACTUALES.....	10
VALUE STREAM MAPPING (VSM) INICIAL	13
SIMULACIÓN MONTECARLO INICIAL	16
SIMULACIÓN EN PYTHON INICIAL	18
CAPÍTULO 2: Formulación de un plan de mejora para el aumento del nivel de aprovechamiento de la correspondiente cadena productiva de la empresa de lácteos.	20
IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	20
DIAGRAMA DE ISHIKAWA	22
OPORTUNIDADES DE MEJORA	26
PLAN DE MEJORAS	27
APLICACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	31
SIMULACIÓN MONTECARLO FINAL	36
VALUE STREAM MAPPING (VSM) FINAL.....	38
CAPÍTULO 3: Análisis de los resultados arrojados en la implementación de la mejora.	39
RESULTADOS OBTENIDOS.....	39
ANÁLISIS DE LOS INGRESOS BRUTOS EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS	40
CONCLUSIONES.....	43
ANEXOS	44
BIBLIOGRAFIA	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de recorrido con los flujos de productos por la planta.	9
Ilustración 2. Organigrama de la empresa.	10
Ilustración 3. Diagrama de Flujo.....	11
Ilustración 4. VSM Inicial	15
Ilustración 5. Presentación del modelo de simulación.....	19
Ilustración 6. Diagrama de Pareto	21
Ilustración 7. Diagrama de Ishikawa numero 1.....	23
Ilustración 8. Diagrama de Ishikawa numero 2.....	24
Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa numero 3.....	25
Ilustración 10. Guía para calibrar termómetros.	35
Ilustración 11 . Representación modelo de simulación prueba piloto.....	37
Ilustración 12. VSM Final.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Agrupación de datos.....	17
Tabla 2. Simulación Montecarlo inicial	17
Tabla 3. Variaciones para el cálculo de tamaño de muestra.	18
Tabla 4. Resultados de la simulación Montecarlo inicial	18
Tabla 5. Problemas encontrados mediante el VSM.	20
Tabla 6. 80% de los problemas del Diagrama de Pareto.	21
Tabla 7. Relación oportunidad de mejora/problemática	26
Tabla 8. Área de mejora número 1.....	28
Tabla 9. Área de mejora número 2.....	28
Tabla 10 .Área de mejora número 3.....	28
Tabla 11. Escala de priorización.	29
Tabla 12. Matriz de priorización.	29
Tabla 13. Plan de mejoras	30
Tabla 14. Cronograma de prueba piloto para el plan de mejoras.....	31
Tabla 15. Aplicación de mejora 1.	32
Tabla 16. Aplicación de mejora 2	33
Tabla 17. Aplicación mejora 3	35
Tabla 18. Datos agrupados prueba piloto.	37
Tabla 19. Tabla comparativa de las simulaciones.	38
Tabla 20. Disminución de desperdicios.	39
Tabla 21. Proceso de calibración del termómetro.	40
Tabla 22. Tabla Comparativa de ingresos brutos.....	41
Tabla 23. Inversión inicial requerida para la aplicación de la mejora.	41

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se llevará a cabo en la empresa LÁCTEOS, ubicada en el municipio de La Victoria, Valle del Cauca, la cual ha presentado algunos contratiempos en el proceso productivo de su único ítem, el queso cuajada. La principal materia prima para la fabricación de este ítem es la leche.

Colombia produce cerca de 6717 millones de litros anuales de leche, de los cuales cerca del 48% son procesados por las grandes transformadoras de lácteos (industria formal); 30% se comercializa a través de intermediarios que la venden fresca o la transforman en quesos que son utilizados en la industria de panadería, repostería y pizzerías en ciudades medianas y pequeñas; 13% se procesa en finca y se comercializa como leche cruda y queso fresco y 9% se destina para la alimentación de los terneros y/o consumo por parte de los productores (Carulla Fornaguera & Ortega García, 2016)

Teniendo en cuenta las cifras anteriores, la organización se ve opacada por un mercado competitivo, por lo que se propone replantear la forma de operar e incurrir en algunos procesos y generar cambios que les permita poseer un mayor control, este cambio se busca, mediante una disminución de residuos, aumentar su nivel de aprovechamiento. Existen varias “filosofías” que permiten disminuir los costos, una de las más exitosas es Lean Manufacturing, una filosofía de mejoramiento encausada, a la disminución de desperdicios, que utiliza enfoques de métodos y sistemas para generar una mejora en el ambiente de trabajo, los procesos y el desempeño del negocio, para así “crear” clientes satisfechos (Cerón et al., 2015).

Esto se hace debido a que la empresa presenta dificultades a la hora de cumplir con la demanda y muchas veces los horarios de trabajos son extendidos como consecuencia de los retrasos en la producción. Al establecer un tiempo estándar de las operaciones, se identifica el tiempo necesario para realizar la producción total. Al determinar la productividad se puede emplear todos los recursos a nuestra disposición, así evitar las demoras entre los clientes internos para satisfacer las necesidades requeridas por el cliente externo. (Aplicadas & Software, 2015). Una de las técnicas más usadas para superar dichas deficiencias y elevar la productividad de los trabajadores es el estudio del trabajo, definido como el examen sistemático de los métodos para ejecutar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos (Sogamoso et, 2016). La productividad y demás indicadores, se evaluarán mediante herramientas propias de la ingeniería industrial como lo es el Value Stream Mapping, ya que gracias a este se puede valorar la situación inicial y final de un proceso productivo.

Generalmente, las reformas deben ser aprobadas por los jefes del proponente, para dar su aprobación; los jefes comparan las ventajas derivadas del cambio, con el costo que dicho cambio conlleva. (Acero, 2009) Por ello se genera una propuesta de mejora en este caso de bajo costo, la cual será evaluada por los administradores y propietarios de la empresa. Esta propuesta de mejora se realizará a partir de la identificación de problemas en el proceso de producción, a través de herramienta de análisis tales como el diagrama de Pareto. El principio de Pareto se enuncia diciendo que el 80% de los problemas se generan por un 20% de las causas.

Entonces lo lógico es concentrar los esfuerzos en localizar y eliminar esas pocas causas que producen la mayor parte de los problemas (Rojas & Ruiz, 2009). Una vez localizado el 80% de las causas que generan una disminución en el porcentaje de aprovechamiento, se utilizarán diagramas de Ishikawa con la finalidad de encontrar la causa raíz de cada una de estas problemáticas.

Una vez aprobada la propuesta de mejora se planteará y ejecutará posteriormente un plan de mejora. Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para incrementar su rendimiento. (¿Qué es un Plan de Mejora?, s.f.). Este plan de mejora buscará aumentar el nivel de aprovechamiento diario de la empresa de Lácteos, para que al final de la jornada productiva se incrementen los ingresos diarios, a través de un aumento de las libras de queso producidas. Una vez establecido el plan de mejora, se realizará una prueba piloto, la prueba piloto (PP) es parte de la metodología de investigación que sirve para realizar aproximaciones reales de los proyectos de investigación antes de establecer la prueba final (Mora et al., s.f.).

Con la prueba piloto se busca aumentar el aprovechamiento de la materia prima que en este caso es la leche. Se presentan las siguientes variables de respuesta: rendimiento quesero y aprovechamiento de componentes de la leche (sólidos totales, grasa y caseína), midiendo en cada producción el volumen de leche procesada y la masa de quesos obtenidos (Villegas et al., s.f.). Esta prueba piloto genera resultados que permiten efectuar una evaluación de la producción a futuro mediante simulaciones, tanto antes como después de la aplicación de la propuesta de mejora.

Para finalizar se hace una evaluación financiera para comparar los ingresos generados antes y después de la aplicación de la mejora, para así evaluar la viabilidad de la misma.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mundo globalizado donde se desempeñan las organizaciones se encuentra cambiando constantemente y a una gran velocidad. Esto se debe principalmente al auge de las nuevas tecnologías, la revolución de la información, el flujo creciente de datos y la facilidad con la que se puede efectuar la comunicación con cualquier parte del mundo. Como consecuencia, las industrias se ven forzadas a mejorar continuamente en todos sus ámbitos para poder satisfacer de forma adecuada las exigencias crecientes de los clientes, no solo en aspectos relacionados con la calidad, sino también con la velocidad con la que se satisfacen estas necesidades, lo que implica la agilización de las organizaciones. (Acosta Carpio, 2017)

Ya en un contexto más específico, se centra este trabajo en una empresa situada en el municipio de La Victoria, al norte del Valle del Cauca, además, cuenta con un mercado competitivo en el sector, dado que, en su ubicación, se hallan dos empresas que dedican sus actividades a la misma finalidad, la realización de productos lácteos, centrado principalmente en el queso cuajada.

Esta empresa tiene una trayectoria de trabajo de varios años con clientes permanentes, en su mayoría, queseras ubicadas en la ciudad de Pereira

(Risaralda) y otros municipios al norte del Valle del Cauca, encargadas de distribuir el queso al consumidor final, a pesar de su larga continuidad en la relación que poseen, han presentado algunas falencias, entre lo que se encuentra quejas en repetidas ocasiones por la calidad y las condiciones físicas del queso, que suelen presentar variaciones, además del no cumplimiento de la cantidad demandada por parte de estos, diariamente se incumple con aproximadamente el 10% de la demanda requerida, esto se debe a que no tienen un nivel aprovechamiento de la materia prima óptimo.

La empresa actualmente tiene un aprovechamiento de la materia prima menor de lo esperado, esta afirmación se dicta con base a distintos seguimiento realizados a la misma donde se logró evidenciar distintos métodos de realizar ciertas actividades repetitivas que según la información suministrada por el dueño de la empresa, basado en su vasta experiencia en el campo, conllevan a una variación negativa en el aprovechamiento de la materia prima (leche de vaca); también con fundamentos científicos y propuestas técnicas concretas desde hace años, se demostró que eso implica por una parte gran variabilidad o falta de normalidad en el control y, por otra parte, resulta en bajo y muy variable aprovechamiento de los componentes de la leche. (Hernández Monzón et al., 2019), este radica en la relación directamente proporcional entre los litros de leche que entran en el proceso y las libras de queso cuajado salientes. El proceso de producción inicia en la recepción de la leche y continúa con el tratamiento manual de la misma para finalizar en el empaque del producto final. Un ejemplo de las actividades que generan una disminución en el aprovechamiento de la leche, es la del vaciado del suero y el queso desde las tinas hasta las tarrillas, dado que, si este lo realizan muy rápido, al final de la actividad aumentará la cantidad de suero, además, está el momento del corte de la cuajada el cual es uno de los procesos tecnológicos de mayor importancia en la calidad y economía de la producción quesera es la coagulación de la leche. Sin embargo, todavía en la práctica industrial actual, la decisión sobre el final de la coagulación o momento de corte de la cuajada se realiza a partir de criterios empíricos y mediante evaluación sensorial por parte del maestro quesero. (Hernández Monzón et al., 2019) siendo este uno de las causas por las cuales se disminuye el nivel de aprovechamiento.

Un control permite monitorear características de calidad cuando estas estén en función de una o más con variables; esto logrará mejorar el rendimiento de producción del queso (Coss Pérez et al., 2017) La empresa de lácteos no cuenta con los controles adecuados y suficientes para el tratamiento de la leche como lo establece el Decreto 616 de 2006 [Ministerio de la protección social] Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país 28 de febrero de 2006 (Decreto 616 de 2006), dado que solo hay dos puntos en el proceso donde toman datos de la materia prima, esto es en el momento de la recepción de la misma donde miden la cantidad entregada en litros por cada uno de los proveedores, el otro es el de temperatura el cual es utilizado principalmente para conocer el momento preciso para agregar algunos de los aditivos manuales, como lo son el cuajo, la sal y el calcio. Estos son

los únicos controles que se llevan a lo largo del proceso productivo, no obstante, cabe resaltar la falta de indicadores para medir y llevar un control adecuado del mismo, además, debido a esto la empresa no puede realizar análisis comparativos de estos indicadores de resultados, con la finalidad que la misma entre en un proceso de mejora continua.

También cabe resaltar que los operarios no cuentan con todos los elementos de seguridad requeridos para el trabajo en una planta de alimentos con altas temperaturas.

Es debido a esto que se formula la siguiente pregunta problematizadora, la cual es la que rige y guía la orientación del presente trabajo:

Pregunta problema

1. ¿Cómo incrementar el volumen de producción del queso cuajada en una empresa de lácteos?

El presente trabajo busca la mejor alternativa donde se logre aumentar al máximo el volumen de producción de la empresa de lácteos, en el proceso de su único ítem, el queso cuajado, dado que su principal problemática radica allí, como se mencionaba anteriormente, por el incumplimiento de la demanda requerida. No se centra en disminuir u optimizar el tiempo total de producción debido a que la empresa con sus horarios laborales no es fija, inician a una hora específica con el apoyo para la recepción de la materia prima y culminan en el momento que ya la han procesado en su totalidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Incrementar el volumen de producción del queso cuajada en una empresa de lácteos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

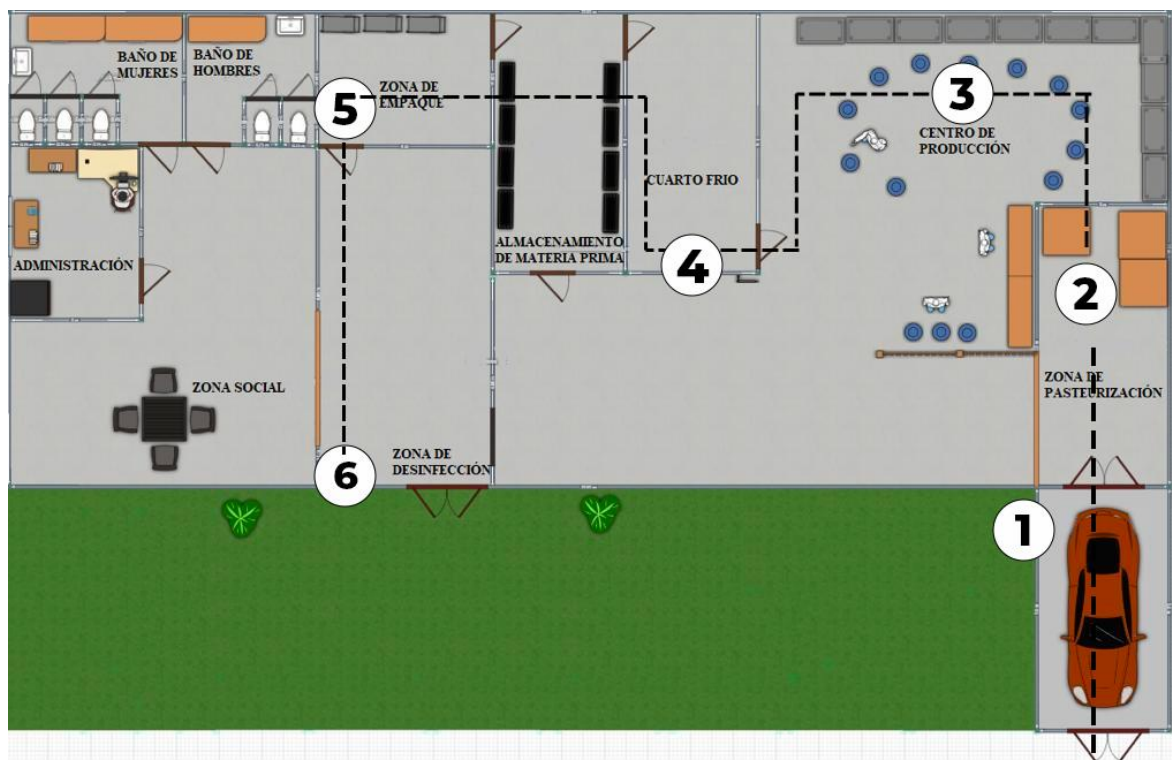
1. Caracterizar los procesos de la cadena productiva de la empresa de lácteos.
2. Formular un plan de mejora para el aumento del nivel de aprovechamiento de la correspondiente cadena productiva de la empresa de lácteos.
3. Realizar un análisis de los resultados arrojados en la implementación de la mejora.

CAPÍTULO 1: Caracterización de los procesos de la cadena productiva de la empresa de lácteos.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La empresa de Lácteos está ubicada en el departamento del Valle del Cauca, en el Municipio de La Victoria, actualmente producen solo un tipo de queso y es la cuajada. Su planta productora de quesos se encuentra contigua a la casa de los propietarios de la microempresa, esta planta cuenta con un total de 199,5 m² de construcción los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

Ilustración 1. Diagrama de recorrido con los flujos de productos por la planta.



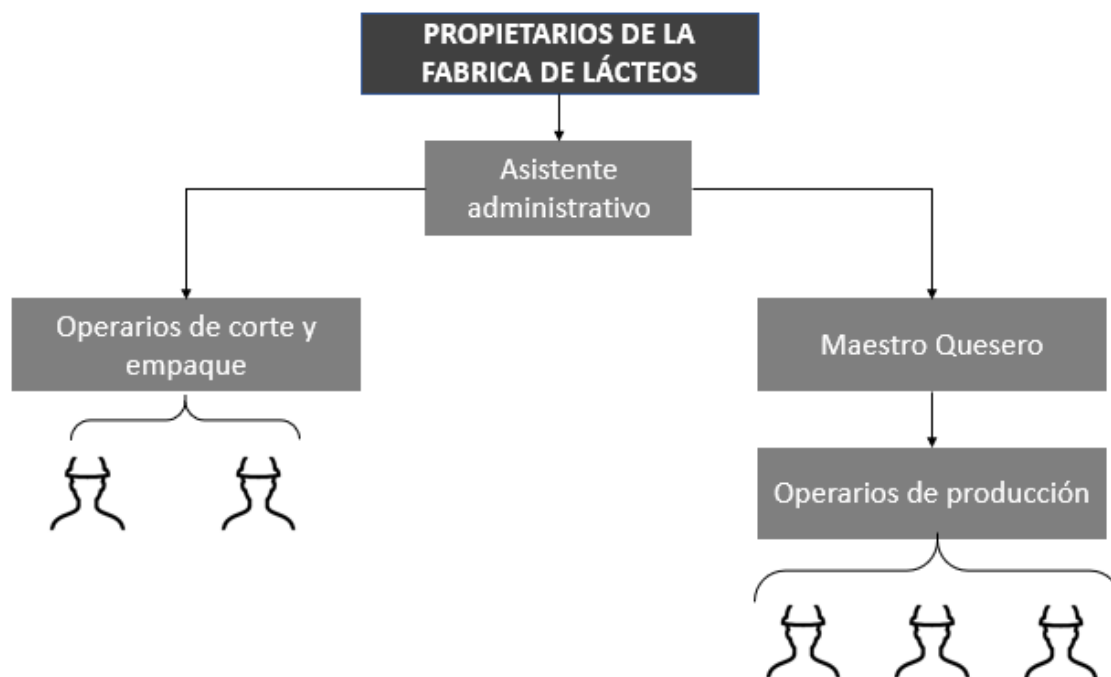
Fuente: Elaboración Propia, por medio de Planner 5D

El diagrama de recorrido con los flujos de productos por la planta se representa con 6 estaciones:

- Estación 1: En esta estación se realiza la recepción de la materia prima a los distintos proveedores
- Estación 2: En esta estación se realiza el proceso de pasteurización de la leche para posteriormente ser procesada
- Estación 3: Esta es el centro de producción, es un espacio abierto donde se ubica 10 tinas en las cuales se realiza los procesos físicos para transformar la leche en el producto terminado, en este caso el queso cuajada.
- Estación 4: En esta estación o cuarto frío se almacena el queso cuajada para completar su proceso productivo y obtener el producto terminado.
- Estación 5: Esta estación solo es utilizada aproximadamente 3,5 horas al día, en ella se porciona el queso cuajada y se empaqueta para la distribución.
- Estación 6: Esta es la estación final, ya que en esta se efectúa el despacho del queso cuajada a los diferentes clientes.

La empresa cuenta con un total de 7 operarios distribuidos de la siguiente manera:

Ilustración 2. Organigrama de la empresa.



Elaboración propia

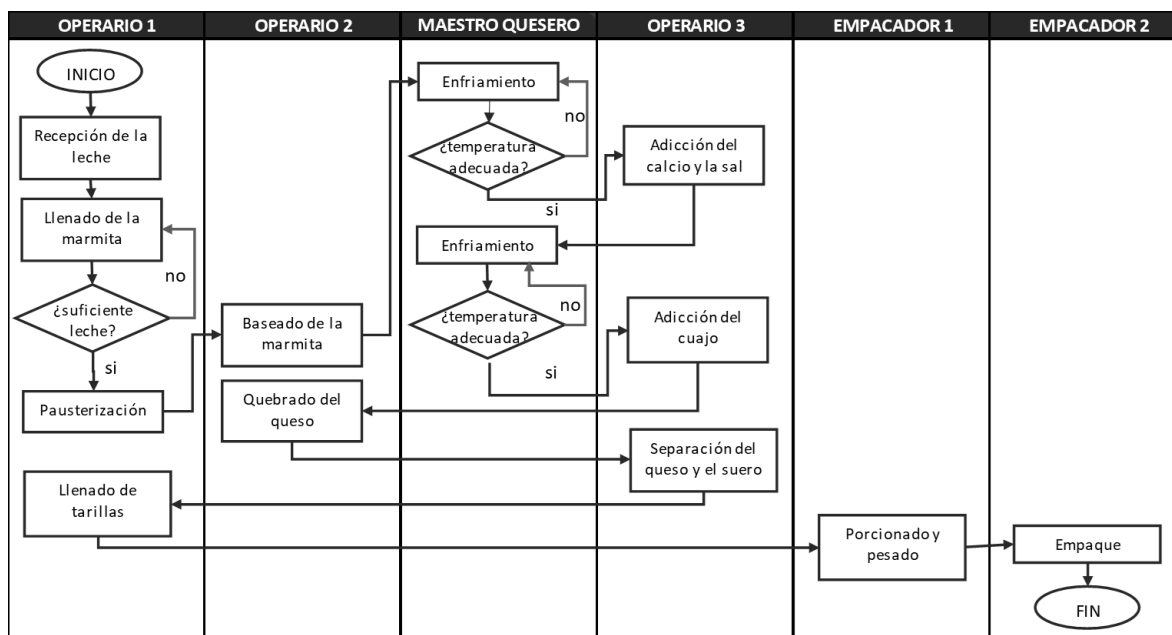
Para la producción del queso, cuentan con proveedores de materia prima locales, los cuales los surten diariamente de leche de vaca, esta depende de la producción de cada finca lechera, por lo cual no tienen establecido un valor específico para cada lote de producción de esta materia prima, debido a estas variaciones en la cantidad de materia prima recibida por parte de los proveedores no se tiene una producción diaria establecida, por esta razón muchas veces no se cumple con la totalidad de la demanda requerida por los clientes, por ende en distintos casos entregan cantidades menores a las solicitadas por sus clientes.

PROCESOS PRODUCTIVOS ACTUALES

Los procesos productivos actuales de la planta productora de lácteos para el ítem del queso cuajada se establecen por medio de un diagrama de flujo, el cual es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo. Son de gran importancia, ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este. En la actualidad, los diagramas de flujo son considerados en la mayoría de las empresas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema. (Manene, 2011)

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la producción de queso cuajada en la empresa de lácteos, en el que se presenta la forma de trabajo interna de la

Ilustración 3. Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración Propia.

- **Recepción de materia prima:** Los principales proveedores de la empresa son fincas lecheras del sector, con las cuales tienen dos tipos de relaciones de trabajo, la recepción en la planta, y la colecta puerta a puerta por parte de los carros lecheros de la empresa. Según esta relación, la leche llega a planta entre las 5:00 am y las 10:00 am, de esta manera les dé tiempo de abastecerse y empezar a realizar las quemas lo antes posible; esta materia prima es recibida por un operario de producción y depositada en tinas de 240 litros, para las cuales el único control que se realiza es la medición volumétrica de la leche para conocer la cantidad de esta y así mismo pagarles a sus proveedores.
- **Llenado de marmita:** Poseen una marmita a vapor que a la hora de cocinar lo efectúan con vapor a 30 lb de presión. Con este equipo efectúan el proceso de pasteurización de la leche, esta tiene una cantidad mínima de llenado de 1200 litros, para iniciar el proceso de pasteurización se deposita el termómetro en la marmita y este indica a que temperatura está la leche; por ende, deben llenar al menos con esta cantidad para que logre alcanzar la altura en la que se encuentra el termómetro; por otra parte, la capacidad máxima de la marmita es de 2400 litros. Para proceder al llenado de este equipo se emplea una bomba y una manguera, la que conduce la leche desde las tinas de 240 litros que se encuentran ubicadas en el área de recibimiento, hasta el interior de la marmita, esta manguera cuenta con una

tela al final de la misma, la cual se encarga de recolectar todas aquellas impurezas de la leche, este es uno de los pocos puntos de control que posee la empresa, por ser obligatorio por la ley según la norma ISO 14001:2015. Este proceso demora un promedio de 195,84 segundos en trasladar los 240 litros de leche de la tina a la marmita.

- **Pasteurización:** Este proceso se realiza con la finalidad de elevar la temperatura de leche a 88 °C, y también de tener una temperatura uniforme en toda la materia prima, ya que esta se obtiene de diferentes proveedores y esto genera variabilidad en la temperatura de los diferentes lotes de leche que son recepcionados. Al elevar la temperatura también se logra un tratamiento térmico el cual ayuda a eliminar microorganismos y alargar la vida útil de la leche, este proceso de pasteurización tiene un tiempo promedio de 45 minutos, pero puede variar por diversos factores como lo puede ser la cantidad total de leche a calentar y las condiciones químicas de la leche. Para llegar a la temperatura deseada se utiliza una caldera, al llegar a la temperatura anteriormente mencionada suena una alarma indicando a los operarios el fin de este proceso y dándole paso a la siguiente actividad. Para este proceso de pasteurización, después de haber iniciado se le puede agregar más producto, en caso tal que llegue más materia prima a la planta, pero esto bajo la restricción de que solo se puede hacer máximo hasta los 60 °C.
- **Vaciado de marmita:** La marmita se vacía al llegar a la temperatura requerida en el proceso de pasteurización, para esto se cuenta con una alarma instalada en el termómetro de la marmita, para realizar este proceso se cuenta con unas mangueras instaladas en la base de la marmita las que conducen la leche desde el interior de la marmita hasta unas tinas de 200 litros para darle continuación al proceso productivo.
- **Enfriamiento:** Este proceso se ejecuta con una herramienta en espiral, hecha de tubos metálicos en los que circula agua fría, este elemento es introducido en cada una de las tinas de 200 litros, monitoreando su temperatura por medio de un termómetro, gracias a la información que suministró el maestro quesero se evidenció, que el termómetro nunca a pasado por calibración para verificar el correcto funcionamiento. Esto se procede en dos momentos, el primero para adicionar el calcio, el segundo para adicionar el cuajo.
- **Adición de calcio y sal:** la adición del calcio y la sal se efectúa manualmente a la temperatura específica y en una cantidad determinada por la empresa, dato que no fue proporcionado por temas de confidencialidad.
- **Adición de cuajo:** la adición del cuajo se realiza manualmente a la temperatura específica y en una cantidad determinada por la empresa, dato que no fue proporcionado por temas de confidencialidad, este producto se utiliza para separar el queso o caseína del suero, esto se logra por medio de las enzimas que él mismo posee, para lograr este efecto se debe dejar reposar la leche por un tiempo mínimo de 5 minutos, este es el valor que ha estipulado la empresa como óptimo para esperar, de igual medida no siempre se cumple, lo cual quedó en evidencia en los distintos seguimientos realizados.

- **Quebrado de queso:** el proceso de quebrado se hace luego de proporcionar el cuajo a la leche y dejarlo reposar un tiempo mínimo, se emplea un cortador, el cual es un implemento de acero inoxidable con una base circular con hoyos, se debe ejecutar con movimientos suaves porque al ejecutar el proceso con rapidez se generará un mayor porcentaje de suero y disminuirá el aprovechamiento de la leche. Al final de este proceso se debe dejar reposar la tina tratada.
- **Separación de suero y queso:** luego de que el queso sea quebrado en la tina, se separará en la parte superior la parte líquida o suero la cual será extraída en otro recipiente, este suero tiene como finalidad servir de insumo agropecuario.
- **Llenado de tarillas:** las tarillas son recipientes rectangulares de metal, con pequeños orificios para filtrar el suero sobrante, recubiertos con una funda de tela, estos son utilizados para compactar y dar forma al queso, en ellos se vacía la parte sólida extraída de la leche o queso, esto debe hacerse con movimientos suaves porque puede afectar al rendimiento del mismo, debido a que al emplear movimientos bruscos produce más suero, dicho esto con base a la información suministrada del dueño de la empresa. Al terminar el llenado se deben dejar reposar y posteriormente llevar a refrigeración.
- **Refrigeración del queso:** el queso se ingresa a un cuarto frío en las tarillas para su proceso de refrigeración durante un mínimo de 12 horas.
- **Porcionar el producto final:** al terminar el proceso de refrigeración una operaria saca el queso de las tarillas y pasan a porcionar el producto unidades de 500 g y 5000 g, para este proceso se emplea un cuchillo y una gramera. Al finalizar este proceso procede a entregarle las porciones a una segunda operaria.
- **Empaque:** al tener el queso porcionado en sus dos presentaciones, una operaria envuelve estas porciones en papel film y se empaca en unas bolsas transparentes marcadas con el nombre de la empresa, su fecha de caducidad y el número del lote, al finalizar sella estas bolsas con un sellador térmico y organiza el producto terminado en canastas.
- **Despacho de producto final:** todos los días, el producto final se distribuye al por mayor en camiones frigoríficos, y al por menor es vendido en la casa de los dueños de la empresa.

VALUE STREAM MAPPING (VSM) INICIAL

El mapeo de flujo de valor (VSM) es un método sencillo, pero eficaz, que se utiliza para ilustrar y rediseñar los flujos de valor (González et al., 2018). Es una herramienta empleada en Lean Manufacturing que consiste en analizar los flujos de materiales e información desde el proveedor hasta la satisfacción del cliente. Sirve para identificar los desperdicios (waste) dentro de la organización, así como también en la cadena de suministro, mejorando sus procesos y desarrollar una ventaja competitiva. La manufactura esbelta o Lean Manufacturing tiene como meta identificar los ocho principales tipos de desperdicios en producción (Haefner et al., 2014)

La metodología VSM, basada en el Mapa del Flujo de Materiales e Información de Toyota, es una representación gráfica, mediante símbolos específicos, del flujo de materiales y del flujo de información lo largo de la cadena de valor de una familia de productos al conjunto de procesos que contribuyen a transformar la materia prima en producto terminado (Montoya et al, 2019).

Pasos para la elaboración del VSM:

- Encontrar un agente del cambio.
- Encontrar un maestro que enseñara la técnica.
- Crear una crisis que motive la acción para la necesidad del uso de la nueva técnica.
- Mapear el flujo de valor para todas las familias de productos
- Encontrar y empezar a eliminar importantes desperdicios rápidamente.

(Cipriano., s.f.)

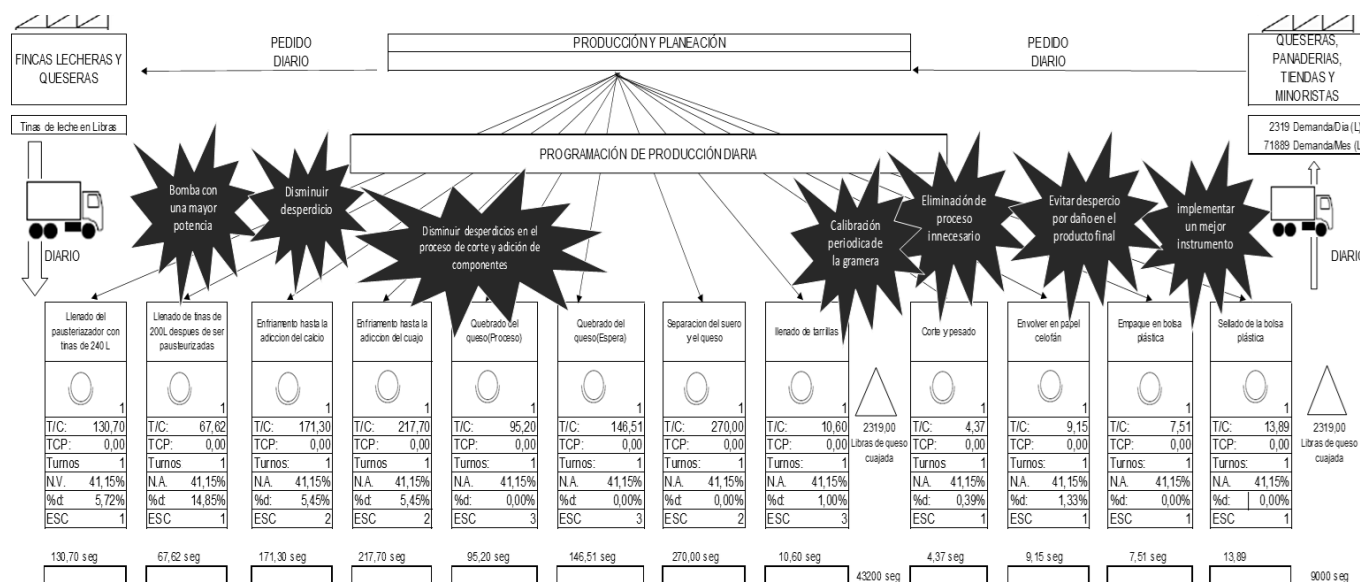
Para obtener un VSM en primera instancia se debe identificar el agente de cambio, este, se dio por medio de los indicadores que se establecen a continuación:

Indicador	
T/C	Este indicador es el tiempo de ciclo, el cual será medido en cada actividad mediante visitas diarias a la planta de producción
TCP	El TCP es el tiempo de cambio entre productos, en este caso este indicador se reduce a 0 debido a que solo se produce un solo ítem.
Turnos	Este indicador muestra la cantidad de turnos requeridos para cada actividad
N/A	El porcentaje de aprovechamiento hace referencia al rendimiento de la leche en el proceso productivo
%d	El porcentaje de desperdicios se obtiene por medio un muestreo en el proceso productivo, donde se miden los ml desperdiciados en cada actividad
ESC	Se establecerá una escala de importancia en cada actividad, donde 0 es poca importancia y 5 mucha importancia.

Estos indicadores se evaluarán de la mano del maestro quesero de la empresa, el cual es el líder técnico de la planta de producción y para realizar la elección de una familia de productos, pero en este caso en específico se realiza del único ítem producido por la empresa, el cual es el queso cuajada. Posteriormente, se realiza un estudio de las actividades de la línea productiva, esto a través de visitas a la planta de producción.

El VSM actual de la empresa de Lácteos en su proceso de producción de queso cuajada es el cual consta de 12 de actividades, las que se ilustra a continuación:

Ilustración 4. VSM Inicial



Fuente: Elaboración Propia.

En mapa de flujo de valor se modeló con el proceso actual teniendo en cuenta los indicadores de tiempo de ciclo, turnos, porcentaje de desperdicios y una escala de impacto en el proceso media del 1 al 5. El porcentaje de desperdicios se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%d = \frac{\text{cantidad de materia prima desperdiciada (ml)}}{\text{cantidad de materia prima que entra al proceso (ml)}}$$

A través de un análisis de las actividades productivas junto a cada uno de los operarios se identificaron los siguientes problemas en el proceso productivo:

- Desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
- Desperdicio en el proceso de enfriamiento
- Desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes
- Carencia de instrumentos para corte y empaque
- Proceso innecesario
- Desperdicio en el proceso de empaque
- Desperdicio del producto terminado debido a la inexactitud del peso por libras

- Poca potencia en la bomba de diafragma que alimenta la marmita.

Y posteriormente por medio de visitas y de la mano de los trabajadores se tomaron las debidas medidas para concluir los índices de desperdicio, se realizó un análisis de las posibles oportunidades de mejora, las cuales se nombran a continuación:

- Bomba con una mayor potencia
- Disminuir desperdicio
- Calibración periódica del termómetro
- Calibración periódica de la gramera
- Eliminación de proceso innecesario
- Evitar desprecio por daño en el producto final
- Implementar un mejor instrumento

Estas oportunidades de mejora son las que se evidencian en el VSM inicial.

SIMULACIÓN MONTECARLO INICIAL

Seguidamente se plantea para un punto específico del presente trabajo, una simulación la cual se estipuló que la más apropiada sería una simulación Montecarlo, por la misma naturalidad de la situación. La simulación Montecarlo es un desarrollo lógico-matemático de un sistema, de manera que se obtenga una imitación de un proceso del sistema a través del tiempo (Salazar & Álzate, s.f.). Dado que el estudio busca un mayor alcance en términos de producción se requería una simulación que emulara los resultados de esta a través del tiempo, en su fase inicial se simulara 1000 días de producción para conocer el nivel de aprovechamiento actual de la empresa.

El objetivo de un modelo de simulación consiste, precisamente, en comprender, analizar y mejorar las condiciones de operación relevantes del sistema (García et al., 2006). A continuación, ya se maneja un tema más específico en simulación y es la de la simulación Montecarlo, es una técnica cuantitativa que hace uso de la estadística y los ordenadores para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales no dinámicos (por lo general, cuando se trata de sistemas cuyo estado va cambiando con el paso del tiempo, se recurre bien a la simulación de eventos discretos o bien a la simulación de sistemas continuos) (Faulín & Juan, s.f.), siendo este el tipo de simulación empleado para la situación planteada a continuación.

Debido a que se necesita emplear un método para conocer un valor más preciso del nivel de aprovechamiento de la materia prima, por parte de la empresa, se procedió a realizar un seguimiento de 50 días donde se tomó este valor, calculando con la relación que tiene el total de litros de leche recibidos, sobre el total de libras de queso producidas. En consecuencia, a esto se realiza una agrupación de los datos teniendo en cuenta los límites inferior y superior, marca de clase, frecuencia, frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada.

Tabla 1. Agrupación de datos.

TABLA DE AGRUPACIÓN DE DATOS					
Lim. Inferio	Lim. Superior	Marca de Clase	Frecuencia	F. Relativa (Prob.)	F. R. Acumulada
35,83%	37,35%	36,59%	5	10%	10%
37,35%	38,87%	38,11%	9	18%	28%
38,87%	40,39%	39,63%	12	24%	52%
40,39%	41,91%	41,15%	8	16%	68%
41,91%	43,43%	42,67%	9	18%	86%
43,43%	44,95%	44,19%	3	6%	92%
44,95%	46,47%	45,71%	4	8%	100%
			50	100%	

Fuente: elaboración propia.

Podemos interpretar la frecuencia relativa como la probabilidad de que ocurra el suceso asociado, en este caso, la probabilidad de un determinado número de consultas (Grijalva, 2019) en este caso, la probabilidad de un determinado nivel de aprovechamiento, los cuales están definidos en las marcas de clase.

A continuación, se desarrolla la tabla donde se dan las propiedades de la simulación Montecarlo, en esta se definen primero la probabilidad que ocurra el suceso que en la tabla anterior se definía como la frecuencia relativa, seguidamente los límites, tanto inferior como superior y finalmente el nivel de aprovechamiento al cual le corresponde cada probabilidad.

Tabla 2. Simulación Montecarlo inicial

MONTECARLO			
Probabilidad	Lim. Inferior	Lim. Superior	Nivel de Aprovechamiento
10,0%	0,0%	10,0%	36,59%
18,0%	10,0%	28,0%	38,11%
24,0%	28,0%	52,0%	39,63%
16,0%	52,0%	68,0%	41,15%
18,0%	68,0%	86,0%	42,67%
6,0%	86,0%	92,0%	44,19%
8,0%	92,0%	100,0%	45,71%

Fuente: elaboración propia

En primera instancia se deberá calcular el número total de iteraciones óptimo a realizar, para obtener unos resultados confiables, donde se ejecutó haciendo variaciones en el nivel de confianza para obtener cuál era la mejor opción, con una probabilidad de éxito de 0.5, una probabilidad de fracaso de 0.5 y una precisión de 0.3, seguidamente se presenta la ecuación empleada y la tabla con las respectivas variaciones y sus resultados para conocer cuál era el número óptimo de iteraciones mínimas.

$$n_{opt} = \frac{Z^2 * p * q}{d^2}$$

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = Probabilidad de fracaso

d² = Precisión (error máximo admisible en término de proporción)

Tabla 3. Variaciones para el cálculo de tamaño de muestra.

Tamaño de muestra	Nivel de confianza	Probabilidad de éxito	Probabilidad de fracaso	Precisión
225	0,9	0,5	0,5	0,03
250,6944444	0,95	0,5	0,5	0,03
256	0,96	0,5	0,5	0,03
266,7777778	0,98	0,5	0,5	0,03
272,25	0,99	0,5	0,5	0,03

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar se desarrollan 4 campos donde el primero será el total de iteraciones utilizadas en el proceso de simulación, las cuales para esta ocasión fueron un total de 1000 iteraciones, superando así el resultado de 272,25 iteraciones calculado con el nivel de confianza de 0,99. Seguidamente la variable que fue arrojada por la simulación con ayuda del valor aleatorio, seguidamente el valor aleatorio con ayuda de la función +ALEATORIO() del software Microsoft Excel. Por último, está el promedio de las 1000 iteraciones que en esta ocasión arrojó un resultado de 40,51% de nivel de aprovechamiento.

Tabla 4. Resultados de la simulación Montecarlo inicial

ITERACIONES	1000
VARIABLE	41,15%
ALEATORIO	0,590516
PROMEDIO	40,51%

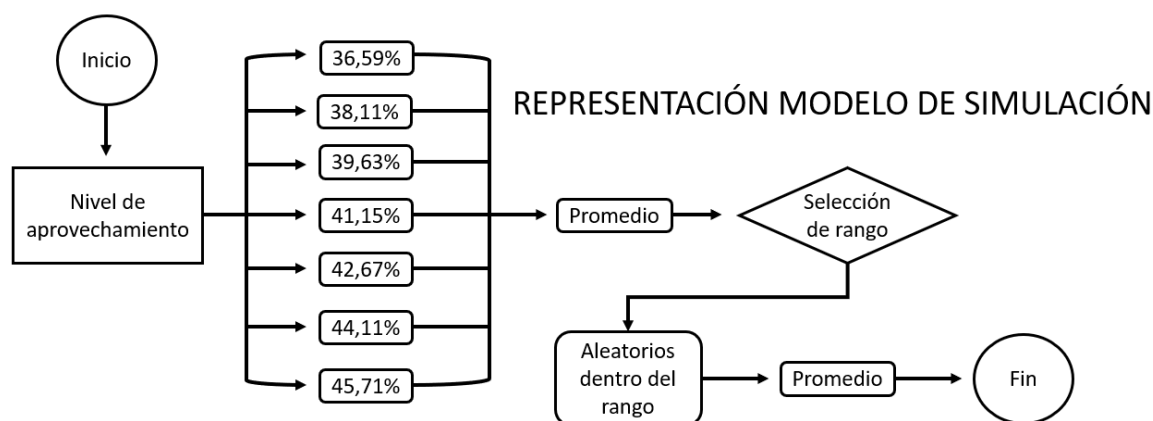
Fuente: elaboración propia

SIMULACIÓN EN PYTHON INICIAL

De igual medida se trabajó utilizando otro software el cuál esta más optimizado para realizar este tipo de labores, como lo es el lenguaje de programación Python, usando el IDE (entorno de desarrollo integrado) de PyCharm professional, en el que se obtuvieron resultados más precisos dado que el mismo daba la posibilidad de realizar un mayor número de iteraciones, que para este caso fue un total de 1'000.000 de iteraciones.

Primero se desarrolla la representación del modelo simulación, por medio de un algoritmo para otorgar de esta manera la secuencia que se buscará simular, la cual será la siguiente:

Ilustración 5. Presentación del modelo de simulación.



Fuente: Elaboración propia

El presente algoritmo se desarrolló con la iniciativa de tener una representación gráfica para el momento de realizar la simulación, dónde se inicia con la simulación de los distintos niveles de aprovechamiento, seguido se realiza el promedio de los valores arrojados, con este se identifica el rango correspondiente y finalmente se simulan los valores dentro del mismo, para que al concluir se realice nuevamente otro promedio de estos resultados, y tener un resultado más confiable

El código implementado para realizar esta labor se especifica en el Anexo 1

Para realizar la simulación Montecarlo en Python, inicialmente se buscará simular unos valores aleatorios, los cuales se le asignaran un valor específico del nivel de aprovechamiento, que se identificó anteriormente como las marcas de clase en la agrupación de datos.

Inicialmente se realizó un total de 1'000.000 de iteraciones, para lo cual seguidamente se les sacó el promedio arrojando un resultado de 40,603189120136896%, el cual se encuentra entre los límites 40,3885426129512% al 41,9084932146685%, es por esta razón que se selecciona este mismo para realizar una segunda simulación generando valores entre estos dos niveles de aprovechamiento y generándoles el promedio a los mismos.

Para la segunda simulación se generó un total de 1'000.000 de números arrojando finalmente un nivel de aprovechamiento promedio del 41,1480631620739% como resultado final.

CAPÍTULO 2: Formulación de un plan de mejora para el aumento del nivel de aprovechamiento de la correspondiente cadena productiva de la empresa de lácteos.

IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

Para identificar las principales problemáticas habituales en la empresa de Lácteos se realizó una lista de motivos por los cuales se generaron las oportunidades de mejora en el VSM justificadas en el apartado *VALUE STREAM MAPPING (VSM) INICIAL* este análisis generó los siguientes resultados:

Tabla 5. Problemas encontrados mediante el VSM.

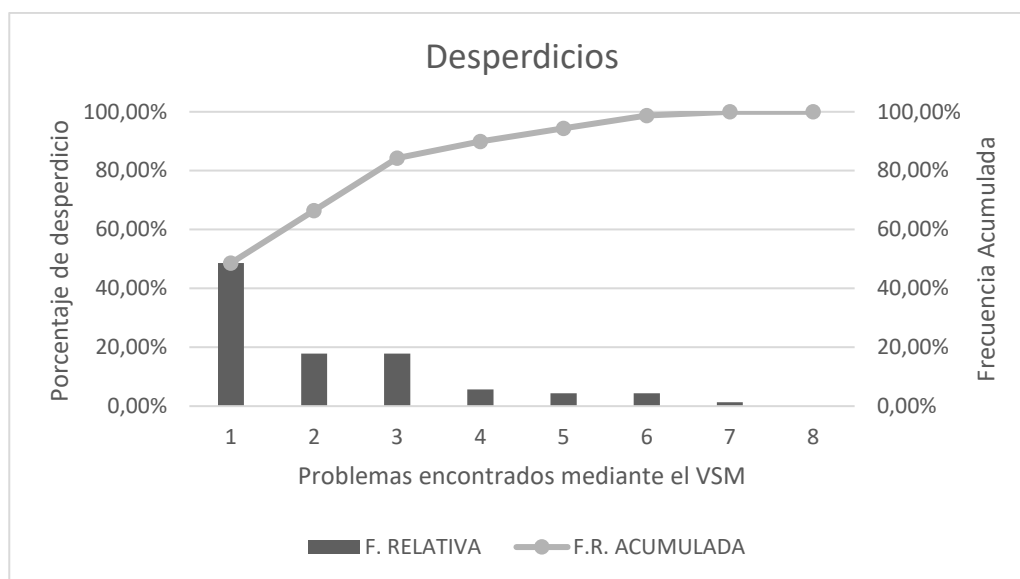
Problemas encontrados mediante el VSM
1.Desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
2.Desperdicio en el proceso de enfriamiento
3. Desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes
4.Carencia de instrumentos para corte y empaque
5.Proceso innecesario
6.Desperdicio en el proceso de empaque
7.Desperdicio del producto terminado debido a la inexactitud del peso por libras
8.Poca potencia en la bomba de diafragma que alimenta la marmita

Fuente: elaboración propia

Con estas problemáticas identificadas, se procedió a darle un valor numérico, este valor se refiere al desperdicio, el cuál fue analizado en el VSM inicial, ya que se busca minimizar estas cifras y se planteó un diagrama de Pareto. En donde un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto (Contreras et al., s.f.). Además, un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto(González, s.f.).

El valor numérico o índice de desperdicio en este caso en específico se ordenó de mayor a menor, y se creó un diagrama de Pareto el cual fue el siguiente:

Ilustración 6. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia

Este Pareto fue elaborado con la información recolectada en las visitas a la planta de producción, en las cuales se realizaron mediciones y cálculos registrados en una base de datos de Excel, este análisis se realizó por 30 días.

Los resultados arrojados por este gráfico mostraron que los principales problemas que equivalen al 80% son los siguientes:

Tabla 6.80% de los problemas del Diagrama de Pareto.

Problema a solucionar
Desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
Desperdicio en el proceso de enfriamiento
Desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes

Fuente: elaboración propia

1. **Desperdicio en el proceso de llenado de tinas:** con el 48,62% del Pareto, el proceso de llenado de tinas tiene el mayor nivel de desperdicio, presentando uno de los mayores problemas. Este proceso consiste en llenar las tinas de 200 litros después de que la misma fue pasteurizada. El proceso se realiza con una manguera que deposita el total del contenido del tanque por medio de gravedad, al desplazar la manguera entre las tinas se genera un gran desperdicio ya que la manguera solo posee un mecanismo de cerrado y este es la válvula de salida desde la marmita, y la leche es derramada directamente en el suelo cuando se moviliza de una tina hacia otra.
2. **Desperdicio en el proceso de enfriamiento:** el proceso de enfriamiento se realiza posterior a la pasteurización y se utiliza un tubo en forma de espiral el

cual debe ser introducido en cada una de las tinas, al ser extraído de cada tina se derrama una cantidad de leche considerable generando desperdicios y ocupando de esta manera el segundo lugar en el Pareto con un 17,85%.

3. **Desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes:** en el proceso de enfriamiento se utiliza un termómetro, el cual debe dar la medida precisa en donde se encuentra la leche, ya que según su temperatura se debe adicionar ingredientes como lo son el cuajo, la sal y el calcio, si estos ingredientes no son adicionados en la temperatura adecuada se produce un desperdicio, ya que se generará menos partículas sólidas y mayor cantidad de líquidos, lo que disminuye la cantidad del queso, este error en el cálculo es muy recurrente debido que en la empresa no se cuenta con un control periódico de los utensilios utilizados, también se hace muy evidente la rapidez con la que realizan el proceso de corte del queso, el método y movimientos realizados en esta actividad también influyen directamente en el aprovechamiento de la leche, siendo así el desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes la tercera razón de desperdicios teniendo un 17,85% en el Pareto.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr.Kaoru Ishikawa en el año 1943 (Valenzuela, s.f.). Con esta herramienta se busca indagar un poco más sobre el problema raíz de los tres problemas iniciales los cuales fueron extraídos por medio del Pareto desarrollado anteriormente. Su estructura es muy intuitiva ya que identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en subcausas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado (Poveda & Guardiola, 2019).

La finalidad del diagrama de Ishikawa aplicado a la empresa de lácteos es encontrar la causa raíz de los tres problemas que reflejan el mayor porcentaje del desperdicio total de la producción diaria, para de esta manera encontrar un plan de acción que solucione o disminuya radicalmente el problema, disminuyendo directamente el porcentaje de desperdicio.

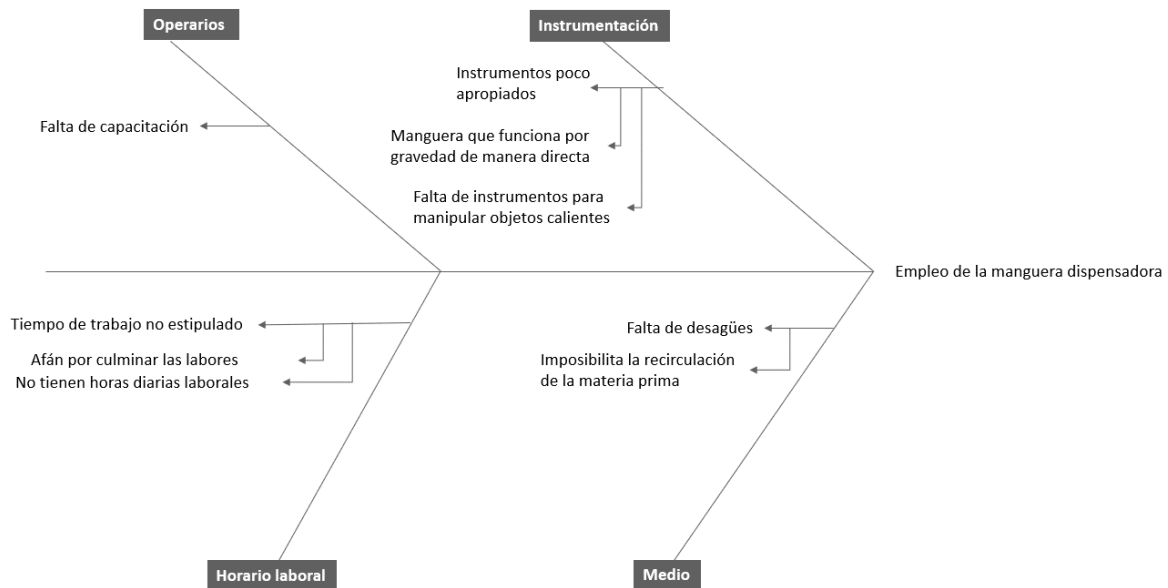
Para encontrar las problemáticas a abordar en el diagrama de Ishikawa, se realizó un VSM en el que se analizaron los problemas a resolver y las oportunidades de mejora, posteriormente se diagrama se elaboró un diagrama de Pareto en los cuales se encontraron los puntos más críticos de la producción los cuales fueron los siguientes:

1. Desperdicio en el proceso de llenado de las tinas

2. Desperdicio en el proceso de enfriamiento
3. Fallas en el cálculo térmico

Como primera problemática tenemos el desperdicio que se genera en el proceso de llenado de tinas, este actualmente se realiza con ayuda de una manguera, esta debe ser movilizada de tina en tina por el operario, para identificar la causa raíz se utilizó el siguiente diagrama de Ishikawa:

Ilustración 7. Diagrama de Ishikawa numero 1



Fuente: elaboración propia

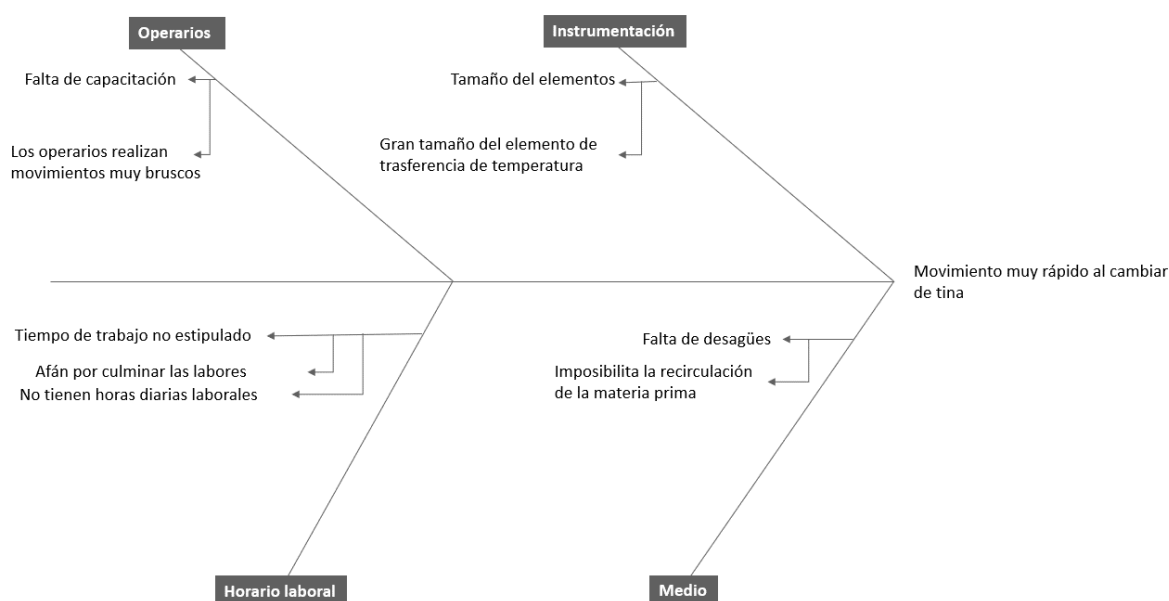
Como resultado de la herramienta de Ishikawa se obtuvo el análisis de que la causa raíz de este problema es el empleo de la manguera dispensadora, ya que este es tedioso debido a que los trabajadores deben manipular esta manguera a temperaturas muy altas, y no cuentan con ningún elemento de protección para el calor, la manipulan únicamente con ayuda de un toalla para evitar el contacto directo con ella, lo que genera un riesgo laboral para el operario donde Es fundamental identificar los equipos, materiales e infraestructura en el lugar de trabajo que generen peligro sea su procedencia de la organización u otros. La norma considera la evolución de la organización, ya sea un material que puede cambiar significativamente el riesgo, un nuevo tipo de actividad u otros cambios realizados o propuestos (Cepeda, 2016). Esto es un factor de que el proceso debe ser modificado por seguridad, ya que esto más adelante puede ocasionar problemas en la empresa, además, esta actividad afecta directamente al operario.

Por otro lado, el problema productivo radica en el gran porcentaje de desperdicio que se genera, ya que la manguera es abierta para drenar la marmita, una vez esta culmina su proceso de pasteurización y se procede a llenar 10 tinas ubicadas en forma de media luna alrededor de la zona de trabajo, el operario mueve de manera muy rápida y descontrolada la manguera de una tina a otra generando litros de

desperdicio, los cuales van directamente al suelo para luego ser lavados, ya que no se cuenta con ningún mecanismo para recolectar esta leche y tener la posibilidad de ser recirculada o utilizada en otra operación.

En la segunda problemática presentada por el Pareto se encontró el desperdicio en el proceso de enfriamiento, este se realiza con un tubo metálico en forma de espiral el cual se introduce en cada tina, este contiene agua a temperatura muy baja para generar un intercambio de temperaturas. Como el calor se transfiere del fluido con mayor temperatura hacia el fluido de menor temperatura, la temperatura de los fluidos se aproxima la una a la otra, es decir que uno disminuye su temperatura y el otro la aumenta tratando de alcanzar el equilibrio térmico entre ellos. Debe quedar claro que el fluido con menor temperatura nunca alcanza la temperatura del fluido más caliente (Jaramillo, 2007). También utilizan un utensilio de metal en forma de cuchara con huecos con el cual el operario realiza movimientos en círculos para asegurar una uniformidad en la temperatura de la tina. Este proceso de enfriamiento se genera desperdicios debido a diferentes variables las cuales se analizan en el siguiente diagrama:

Ilustración 8. Diagrama de Ishikawa número 2

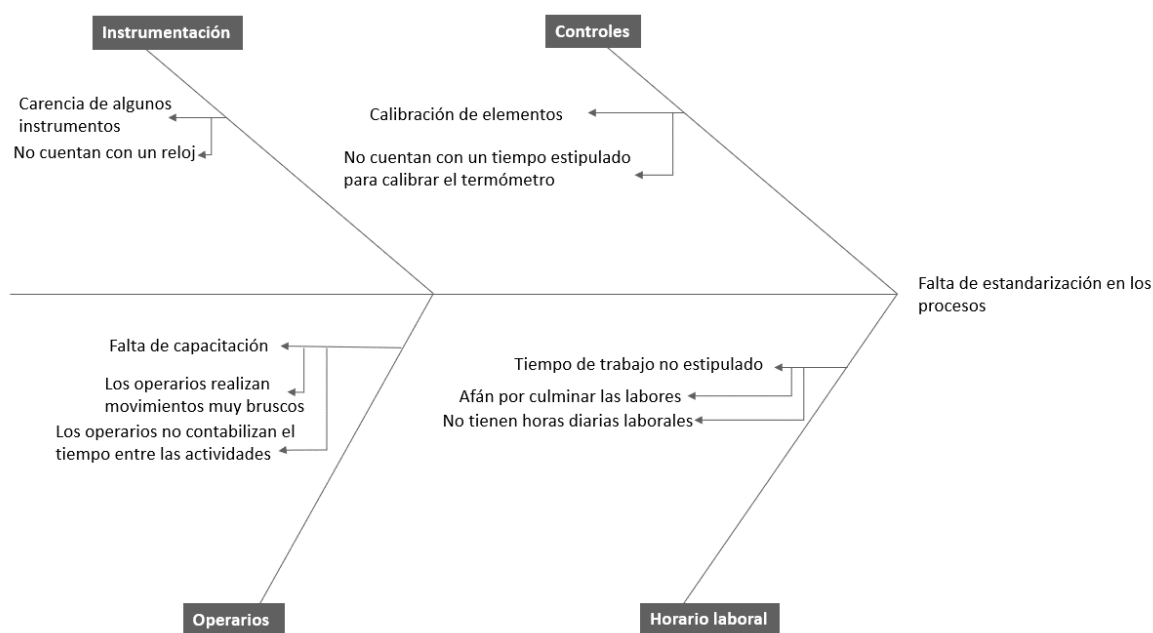


Fuente: elaboración propia

A través del diagrama de Ishikawa se pudo obtener la causa raíz que genera el desperdicio en el proceso de enfriamiento es el movimiento rápido del instrumento de una tina hacia la otra, ya que los operarios realizan esta acción de manera muy rápida y con movimientos muy bruscos, esto genera una cantidad significativa de leche derramada lo que indica un índice de desperdicio apreciable, y se traduce como disminución del porcentaje de producción. También es importante mencionar que el desperdicio, además, es generado por el utensilio en forma de cuchara ya que con este también realizan movimientos bruscos que generan pérdidas de leche con algunos movimientos.

Como tercera problemática se encuentran fallas en el cálculo térmico, el cálculo térmico es una actividad indispensable en la producción de queso cuajada en la empresa de Lácteos, debido que empleando un termómetro y a veces contabilizando el tiempo, realizan todas las actividades esenciales para obtener el producto final, como lo son la adición de cuajo, sal y calcio, como también el momento de corte, ya que todas estas acciones dependen de la temperatura en la que se encuentra la leche. Actualmente para realizar los cálculos térmicos solo cuentan con un termómetro, el cual utilizan todo el día, y carecen de un reloj. A continuación, se realizará un análisis de esta problemática mediante un diagrama de Ishikawa

Ilustración 9. Diagrama de Ishikawa numero 3



Fuente: elaboración propia

La causa raíz de la problemática fue extraída por medio de un diagrama de Ishikawa, mediante este se logró analizar que las fallas en los cálculos térmicos se deben esencialmente a la falta de estandarización en los procesos Dessler (2001) nos habla del concepto de capacitación en la práctica como una herramienta de propiciar que la persona aprenda su trabajo mientras lo desempeña (Diez & Abreu, 2009). Los operarios realizan las labores de corte y adición de componentes de manera apresurada lo que representa un desperdicio directo en la producción del queso cuajada ya que este producto en específico es de máximo cuidado, ya que los movimientos bruscos en el momento del corte o la adición de componentes a temperaturas herradas minimizan el porcentaje de sólidos en la leche, afectando negativamente a la producción diaria. Uno de los procesos tecnológicos de mayor importancia en la calidad y economía de la producción quesera es la coagulación de la leche, incluyendo el momento de corte de la cuajada (Hernández Monzón Aldo et al., 2019), ya que por medio de este proceso se separa la grasa (porcentaje líquido) y la cuajada (porcentaje sólido), la firmeza de la cuajada al corte es uno de

los principales factores que pueden afectar significativamente el rendimiento; es particularmente más marcado si es bajo el contenido de grasa en la leche (Nelson et al., 2018). Los operarios no suelen verificar la firmeza de la cuajada, en la producción tienen estipulado que deben esperar 5 minutos desde que agregan la cuajada hasta el momento del corte así lo estipulo el maestro quesero, pero esto no es respetado ya que tienen una gran variabilidad en el tiempo y no cuentan con un reloj para llevar un control de manera precisa, también ocupan movimientos rápidos y muy bruscos lo que genera un mayor porcentaje de líquidos debido a que se desintegra más de lo debido la cuajada.

En cuanto la adición de los componentes como lo son el cuajo, el calcio y la sal, el maestro quesero tiene estipulado una temperatura específica en la cual deben ser adicionados estos elementos, estas temperaturas no están en nuestro conocimiento por motivos de confidencialidad de la empresa, esta actividad se realiza con un termómetro manual el cual hace un tiempo muy largo no especificado por los operarios no ha sido calibrado lo que incurren en fallas en el cálculo térmico, y según el maestro quesero “si no se adicionan los componentes a la temperatura adecuada el rendimiento del queso cambia”. La mayoría de las mediciones son realizadas con instrumentos sujetos a la calibración o verificación periódica. Si se conoce que estos instrumentos están en conformidad con los errores máximos permisibles establecidos en sus especificaciones o en documentos normativos aplicados y que las diferentes fuentes de incertidumbre que intervienen en el proceso de medición pueden ser cuantificadas o minimizadas, la incertidumbre asociada con el resultado de la medición puede ser calculada para la totalidad de las situaciones prácticas (Sáez & Font, 2001). Teniendo en cuenta lo anterior se verifica la importancia de tener un control estipulado sobre la periodicidad de la calibración de los instrumentos de trabajo en este caso el termómetro.

OPORTUNIDADES DE MEJORA

A través de las diferentes herramientas utilizadas en el desarrollo del trabajo se encontraron tres problemáticas que reflejan el mayor porcentaje de desperdicio, lo que representa una disminución en el porcentaje de aprovechamiento diario de la producción, estas tres problemáticas fueron estudiadas a fondo para reconocer su causa raíz y se relacionaron con las oportunidades de mejora observadas en el VSM inicial, a continuación, se muestra su relación:

Tabla 7. Relación oportunidad de mejora/problemática

Oportunidad de mejora	Problema a solucionar
Disminuir desperdicio en el proceso de llenado de las tinas	Desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
Disminuir desperdicio en el proceso de enfriamiento	Desperdicio en el proceso de enfriamiento
Aumentar el aprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes	Desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes

Fuente: elaboración propia

La idea de plantear propuestas de mejora, es aumentar el porcentaje de aprovechamiento de la empresa de Lácteos corrigiendo o mejorando lo más que se pueda los problemas principales encontrados gracias a la indagación previa. Una empresa que soluciona sus problemas y que obtiene un rendimiento en sus finanzas y mejora su producción busca competir en los mercados lo cual es de vital importancia para la subsistencia de las organizaciones (Zuñiga et al., s.f.)

El pensamiento basado en riesgos permite a una organización determinar los factores que podrían causar que sus procesos y su sistema de gestión de la calidad se desvíen de los resultados planificados, para poner en marcha controles preventivos para minimizar los efectos negativos y maximizar el uso de las oportunidades a medida que surjan (ISO, 2015). Basados en lo anterior se plantearon las oportunidades de mejora, las cuales buscan minimizar los desperdicios de leche en el proceso y aumentar las libras de queso diarias producidas en la empresa de lácteos, como también busca establecer estándares y controles que no posee la línea de producción.

Las propuestas de mejora para el proceso de producción de queso cuajada son las siguientes:

1. Disminuir desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
2. Disminuir desperdicio en el proceso de enfriamiento
3. Aumentar el aprovechamiento proceso de corte y adición de componentes

PLAN DE MEJORAS

Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento (*¿Qué Es Un Plan de Mejora?*, s.f.). Para la empresa productora de lácteos se implementará un plan de mejora basado en las tres propuestas de mejora mencionadas anteriormente, estas están focalizadas en disminuir desperdicios con la finalidad de tener un mayor nivel de aprovechamiento. Esta metodología busca desarrollar mecanismos que permitan mejorar el desempeño de todos los procesos, es decir, la optimización de las funciones vinculas con la reducción de costos, incremento de la productividad y mejora de la calidad (Fernández & Ramírez, 2017). En este caso en específico debido a disponibilidad de los operarios y los dueños de empresa no se realizará una mejora de todas las actividades, sino de algunos puntos clave del proceso.

Con base al Plan de mejoras proporcionado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA (ANECA, s.f.) se elaboró el siguiente plan de mejoras el cual está dividido en dos partes:

1. Selección de las acciones de mejora

En este punto se analizará cada una de las propuestas de mejora y se especificará las acciones que se van a realizar para cumplir el objetivo de cada una de ellas, también se relaciona el problema por el cual se implementa la mejora y las causantes de este las cuales fueron previamente extraídas por

medio de diagramas de Ishikawa, como también el beneficio que se espera conseguir al finalizar la implementación de esta. Esto se realizará mediante las siguientes tablas:

Tabla 8. Área de mejora número 1

ÁREA DE MEJORA NÚMERO 1	
Descripción del problema	Desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
Causas que provocan el problema	Operarios
	Horario Laboral
	Instrumentación
	Medio
Objetivo a conseguir	Disminuir desperdicio en el proceso de llenado de las tinas
Acciones de mejora	Uso de EPP
	Capacitación de operarios en el proceso de llenado
	Emplear la válvula de cierre
Beneficios esperados	Disminuir desperdicios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Área de mejora número 2.

AREA DE MEJORA NÚMERO 2	
Descripción del problema	Desperdicio en el proceso de enfriamiento
Causas que provocan el problema	Operarios
	Horario Laboral
	Instrumentación
	Medio
Objetivo a conseguir	Disminuir desperdicio en el proceso de enfriamiento
Acciones de mejora	Capacitación de operarios en el movimiento de enfriamiento
	Capacitación de operarios en el transporte del intercambiador de calor
Beneficios esperados	Disminuir desperdicios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 .Área de mejora número 3

AREA DE MEJORA NUMERO 3	
Descripción del problema	Desaprovechamiento en el proceso de corte y adición de componentes
Causas que provocan el problema	Operarios
	Horario Laboral
	Instrumentación
	Controles
Objetivo a conseguir	Aumentar el aprovechamiento proceso de corte y adición de componentes
Acciones de mejora	Calibración del termómetro

	Capacitación de operarios en el proceso de quebrado de la cuajada
	Implementación de instrumentos
Beneficios esperados	Aumentar el porcentaje de aprovechamiento

Fuente: Elaboración propia.

2. Realización una planificación y seguimiento

Posteriormente a la selección de actividades de cada mejora se realizará una planificación específica de cada una de ella, se iniciará con una matriz de priorización por procesos, regida por las siguientes escalas de priorización:

Tabla 11. Escala de priorización.

ESCALAS DE PRIORIZACIÓN			
	Dificultad	Plazo	Impacto
1	Mucha	Largo	Ninguno
2	Bastante	Medio	Poco
3	Poca	Corto	Bastante
4	Ninguna	Inmediato	Mucho

Fuente: Elaboración propia.

Con esto se busca estudiar la importancia de cada una de las actividades y el impacto que tendrá en el desarrollo de la mejora, observando si es viable o no su ejecución.

Tabla 12. Matriz de priorización.

Disminuir desperdicio en el proceso de llenado de las tinas					
N°	Acciones de Mejora	Dificultad	Plazo	Impacto	Priorización
1	Uso de EPP	3	4	3	10
2	Capacitación de operarios en el proceso de llenado	3	3	4	10
3	Emplear la válvula de cierre	3	4	4	11
Disminuir desperdicio en el proceso de enfriamiento					
N°	Acciones de Mejora	Dificultad	Plazo	Impacto	Priorización
1	Capacitación de operarios en el movimiento de enfriamiento	3	3	4	10
2	Capacitación de operarios en el transporte del intercambiador de calor	3	3	4	10
Aumentar el aprovechamiento proceso de corte y adición de componentes					
N°	Acciones de Mejora	Dificultad	Plazo	Impacto	Priorización
1	Calibración del termómetro	3	4	3	10

2	Capacitación de operarios en el proceso de quebrado de la cuajada	3	4	4	11
3	Implementación de instrumentos	3	4	3	10

Fuente: *Elaboración propia.*

Esta matriz brinda la oportunidad de crear criterios de evaluación. En este caso, se busca jerarquizar las cadenas productivas a la luz de una serie de variables, con base en escalas cualitativas, apreciadas por paneles de expertos o grupos de trabajo (Medina et, 2010). Al realizar la matriz de priorización se observa que todos los puntajes son iguales o superiores a 10 lo que muestra actividades por lo cual se establece bajo criterio propio que son viables para su realización, y con un gran impacto en el proceso productivo.

Al obtener la matriz de priorización se debe plantear el plan de mejoras, este consta de las acciones de mejora, tareas, responsables de la tarea, tiempo estipulado, recursos necesarios, financiación, indicador de seguimiento y responsable del seguimiento. En este caso este plan se obtuvo por medio de un análisis cualitativo de los procesos, por medio de visitas a la planta de producción se pudo evidenciar que la mayoría de los problemas presentados en el proceso productivo se debía principalmente a la forma de trabajar de los operarios y la carencia de utensilios de protección.

A continuación, se especifica el cómo se realizarán las mejoras a través de la siguiente tabla:

Tabla 13. *Plan de mejoras*

PLAN DE MEJORAS							
Acciones de mejora	Tareas	Responsable de tarea	Tiempos (iseg)	Recursos necesarios	Financiación	Indicador seguimiento	Responsable seguimiento
Uso de EPP	Compra de utensilios	Administrador	4	Elementos de Protección personal	\$ 25.900	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
Capacitación de operarios en el proceso de llenado	Capacitación de Operarios	Administrador	120	Mano de Obra	\$ -	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
	Aplicación en la producción						
Emplear la válvula de cierre	Capacitación de Operarios	Operarios	120	Mano de Obra y Utensilios	\$ -	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
Capacitación de operarios en el movimiento de enfriamiento	Capacitación de Operarios	Administrador	180	Mano de Obra y Utensilios	\$ -	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
	Aplicación en la producción						
Capacitación de operarios en el transporte del intercambiador de calor	Capacitación de Operarios	Administrador	90	Mano de Obra y Utensilios	\$ -	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
	Aplicación en la producción						

Calibración del termómetro	Capacitación de Operarios	Administrador	240	Mano de Obra y Utensilios	\$ -	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
	Calibración diaria						
Capacitación de operarios en el proceso de quebrado de la cuajada	Capacitación de Operarios	Administrador	180	Mano de Obra y Utensilios	\$ -	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
	Aplicación en la producción						
Implementación de instrumentos	Compra de utensilios	Administrador	300	Utensilios	\$ 19.900	Libras producidas por día	Operario de Apoyo
	Instalación del reloj en la pared						

Fuente: Elaboración propia.

Al tener las mejoras propuestas se realizará un cronograma para la intervención del proceso productivo, por medio de una prueba piloto, el cual se adjunta a continuación:

Tabla 14. Cronograma de prueba piloto para el plan de mejoras

CRONOGRAMA DE MEJORAS PARA PRUEBA PILOTO												
Actividad	Días											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Presentación del plan de mejoras al administrador												
Compra de utensilios necesarios												
Capacitación a los empleados												
Aplicación de las mejoras												

Fuente: Elaboración propia.

APLICACIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA

Gracias a la disponibilidad de la planta se llevó a cabo una prueba piloto, esta se realizó por un periodo de diez días cumpliendo el cronograma de trabajo establecido en la tabla 14, previamente se tuvo un día de capacitación para los operarios de la planta en el cual se les explico el cómo realizar los procesos según lo establecido en el plan de mejoras, estos procesos se explican a detalle a continuación:

- **Disminuir desperdicio en el proceso de llenado de las tinas**

Esta propuesta busca corregir el mal uso de la manguera dispensadora de leche, para corregir esto hay que considerar que se tienen múltiples variables las cuales generan directamente el desperdicio de la leche, ya que el mal uso de esta manguera es generado por el empleo por parte de los trabajadores, como también la carencia de algunos utensilios esenciales como EPP para

la manipulación de esta. De acuerdo con Capón (1999) citado por Nicolaci (2008), las condiciones de trabajo “son todos los elementos reales que inciden directa o indirectamente en la salud de los trabajadores; y que constituyen un conjunto que obra en la realidad concreta de la situación laboral” (Nicolaci, 2008, p. 3), estos elementos tienen la capacidad de incluir de manera positiva o negativa en lo individuos, de ahí la importancia de que la empresa tenga un control entorno a los mismos (Ortega et al., 2016).

Al realizar un análisis de herramientas útiles para manipular la manguera se encontró una buena alternativa de Elementos de protección personal, a un cómodo precio, el cual se ajusta a lo que los propietarios están dispuestos a invertir los cuales fueron la siguiente referencia de guantes: *Par Guantes De Cocina Asado Protectora De Calor Hot Hands* con un costo de \$ 25.900 COP. Con la implementación de EPP se espera tener un mejor manejo de la manguera.

Al analizar los movimientos de los operarios, se observa que estos son realizados de manera muy rápida y brusca, sin tener cuidado de la cantidad de leche que se derrama, y sin tener en cuenta que tienen una válvula de cierre en la marmita. Para solucionar esto se capacitará a los operarios para que realicen de una manera más delicada los movimientos, como también se le creará un control para el cierre de la válvula después de llenar cada tina evitando que derramen al transportar la manguera de una tina hacia otra.

En la siguiente tabla se especifica cuáles fueron las acciones realizadas en la prueba piloto la cual tuvo una duración de 10 días:

Tabla 15. Aplicación de mejora 1.

Disminuir desperdicio en el proceso de llenado de las tinas					
Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos	Numero de Operarios	Costo adicional	Tiempo (seg)
Uso de EPP	Uso de guantes protectores en el momento de manipular la manguera	Par Guantes De Cocina Asado Protectora De Calor Hot Hands	1	\$ 25.900,00	4
Capacitación de operarios en el proceso de llenado	Los operarios deberán realizar movimientos lentos y precisos cuando se realiza el llenado de las tinas	Operarios	2	\$ -	120
Emplear la válvula de cierre	Los operarios deberán cerrar la válvula de la marmita cada vez que se llene una tina para realizar el transporte	Operarios, Válvula de cierre de la marmita	1	\$ -	120

	de la manguera hacia otra				
--	---------------------------	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

- **Disminuir desperdicio en el proceso de enfriamiento**

El desperdicio en el proceso de enfriamiento radica principalmente en los operarios y sus movimientos bruscos y acelerados, este error es tan repetitivo debido a que los operarios no tienen un horario diario estipulado, el administrador afirma “apenas culminen la producción y dejen todo limpio se pueden ir”. Esto es un gran inconveniente, pero en esto la empresa no se presenta muy flexible a su modificación. Por ende, nos enfocaremos en capacitar y estandarizar las actividades realizadas por los operarios, esta oportunidad de mejora plantea, disminuir la velocidad con la cual se mezcla la leche para que su temperatura sea uniforme, como también se especifica que el momento que el tubo en forma de espiral o intercambiador de calor se trasporta de una tina a otra se debe realizar una pausa cuando este está siendo extraído dando un pequeño lapso de tiempo para que la leche que queda en este caiga en la misma tina de la cual se es retirarlo.

En la siguiente tabla se especifica cuáles fueron las acciones realizadas en la prueba piloto la cual tuvo una duración de 10 días:

Tabla 16. Aplicación de mejora 2

Disminuir desperdicio en el proceso de enfriamiento					
Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos	Número de Operarios	Costo adicional	Tiempo (seg)
Capacitación de operarios en el movimiento de enfriamiento	Los operarios deberán realizar movimientos lentos y precisos cuando se realiza el proceso de enfriamiento de la leche	Operarios, Utensilio en forma de cuchara.	1	\$ -	180
Capacitación de operarios en el transporte del intercambiador de calor	Los operarios deberán realizar una pausa en el momento de extraer el intercambiador de cada tina, permitiendo que este escurea	Operarios, Intercambiador de calor	2	\$ -	90

Fuente: elaboración propia

- **Aumentar el aprovechamiento proceso de corte y adición de componentes**

Esta mejora considera dos aspectos fundamentales para el aumento del aprovechamiento. Uno de los cambios que se realizarán será los movimientos realizados en el momento del corte del queso. Se comprobó que la utilización del método instrumental al decidir el corte de la cuajada con firmeza óptima mejora los indicadores de eficiencia tecnológica, con efecto económico favorable (Hernández et al., 2019). Esta mejora se realizará a través de una capacitación a los operarios en la cuál se establecerá el tiempo adecuado de espera desde la adición de cuajo hasta el momento del corte, para mejorar la precisión de esto se implementará un reloj digital en la zona de producción de referencia *Reloj Pared Mesa Digital Termómetro Fecha Alarma Calendario* con un costo de \$ 19.900 para facilitar la toma del tiempo exacta y aumentar el aprovechamiento ya que de esta manera se realizará el corte cuanto la cuaja este en un punto más sólido, generando menor porcentaje de suero.

Otro aspecto importante que cabe destacar en esta mejora es la calibración del termómetro que se emplea diariamente ya que debido a que este no es calibrado con periodicidad ni se tiene ningún control sobre esta actividad.

Los cálculos térmicos suelen ser errados ocasionando una disminución en el aprovechamiento de la leche, ya que la temperatura en la cual se agregan los componentes (calcio, sal y cuajo) son fundamentales para la calidad y rendimiento de la misma. Los termómetros deben calibrarse diariamente para garantizar que la lectura de la temperatura sea precisa. También deben calibrarse luego de un cambio de temperatura extremo (p. ej., cuando después de medir la temperatura de un alimento caliente, se mide la de un alimento congelado o después de que el termómetro se cae). Todos los termómetros calibrados deben mostrar una precisión dentro del rango de 2 grados (2 grados sobre o bajo cero) (NYC Health, s.f.). Bajo este punto de vista se capacita a los operarios para que de esta manera calibren el termómetro todas las mañanas antes de iniciar el proceso de enfriamiento, esta actividad tendrá lugar mientras se espera que culmine la pasteurización de la leche.

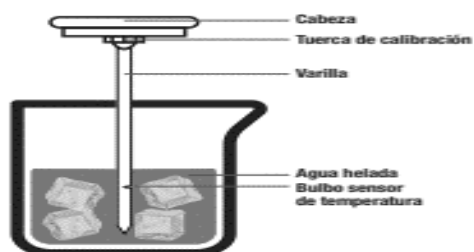
Ilustración 10. Guía para calibrar termómetros.

Método de agua helada

Se requiere una mezcla con una proporción 50/50 de agua y hielo. Para ello, llene un recipiente profundo de hielo molido o triturado, vierta agua limpia hasta llenarlo y revuelva bien.

Sumerja la varilla del termómetro (incluido el bulbo sensor de temperatura de un termómetro de varilla analógico) por 30 segundos aproximadamente, hasta que el indicador deje de moverse. Asegúrese de que la varilla no toque la parte lateral o la base del recipiente. Verifique que la temperatura sea de 32 °F (0 °C).

- Si el termómetro no indica una temperatura de 32 °F (0 °C) y tiene una tuerca de calibración: No retire la varilla del recipiente y gire la tuerca hasta que el termómetro indique una temperatura de 32 °F (0 °C).
- Si el termómetro no indica una temperatura de 32 °F (0 °C) y no tiene una tuerca de calibración: Presione el botón de reinicio o cambie la pila y vuelva a probar o reemplace el termómetro por otro.



Fuente: NYC Health

En la siguiente tabla se especifica cuáles fueron las acciones realizadas en la prueba piloto la cual tuvo una duración de 10 días:

Tabla 17. Aplicación mejora 3

Aumentar el aprovechamiento proceso de corte y adición de componentes					
Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos	Numero de Operarios	Costo adicional	Tiempo (seg)
Calibración del termómetro	Los operarios adicionaran una nueva actividad la cual será la calibración diaria, esta se realizará mientras están a la espera que la marmita culmine su proceso de pasteurización. Esta calibración se realizará mediante el método de agua helada	Operarios, Termómetro	1	\$ -	240

Capacitación de operarios en el proceso de quebrado de la cuajada	Los operarios deberán realizar movimientos lentos y precisos al realizar el quebrado o corte de la cuajada	Operarios, Utensilio en forma de cuchara que se emplea para quebrar el queso.	1	\$ -	180
Implementación de instrumentos	Se instalará un reloj digital en la pared central de la zona de producción para que los operarios tengan presente el tiempo requerido que debe transcurrir desde la adicción del cuajo hasta el proceso de corte o quebrado (5 minutos)	Reloj Pared Mesa Digital Termómetro Fecha Alarma Calendario	0	\$ 19.900,00	300

Fuente: elaboración propia

SIMULACIÓN MONTECARLO FINAL

Después de haber realizado todo el proceso de mejora, en la empresa se tuvieron 10 días de prueba, donde se implementaron estos cambios, teniendo un respectivo sobre el mismo. Esto presenta la oportunidad de realizar nuevamente una simulación Montecarlo con los mismos principios y dinámica a la vez anterior con la situación actual de la empresa.

Primero se realiza la respectiva agrupación de los datos obtenidos.

Tabla 18. Datos agrupados prueba piloto.

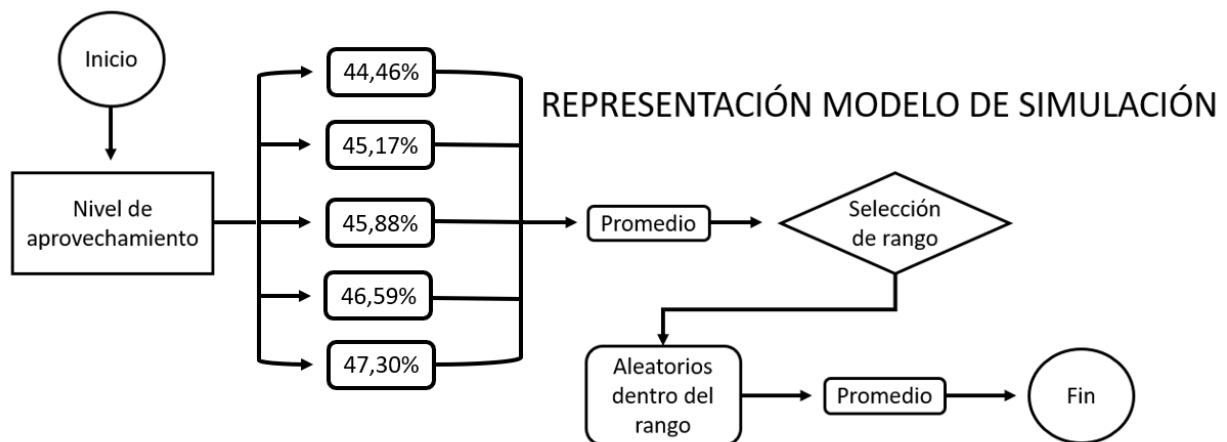
TABLA DE AGRUPACIÓN DE DATOS					
Lim. Inferio	Lim. Superior	Marca de Clase	Frecuencia	F. Relativa (Prob.)	F. R. Acumulada
44,11%	44,82%	44,46%	4	400%	400%
44,82%	45,53%	45,17%	2	200%	600%
45,53%	46,24%	45,88%	1	100%	700%
46,24%	46,95%	46,59%	2	200%	900%
46,95%	47,66%	47,30%	1	100%	1000%

Fuente: elaboración propia

Gracias a la simulación anterior, se conoce el número óptimo de iteraciones, como también que la mejor herramienta para realizar esta acción es el lenguaje de programación Python, utilizando el IDE (entorno de desarrollo integrado) Pycharm Professional, solamente que para esta ocasión el código tuvo ciertas variaciones en los datos de entrada con respecto a las marcas de clase inicial. Por esta misma razón se desarrollan los mismos pasos que el anterior caso.

En primera instancia la representación del modelo de simulación con los nuevos datos de entrada.

Ilustración 11 . Representación modelo de simulación prueba piloto



Fuente: elaboración propia

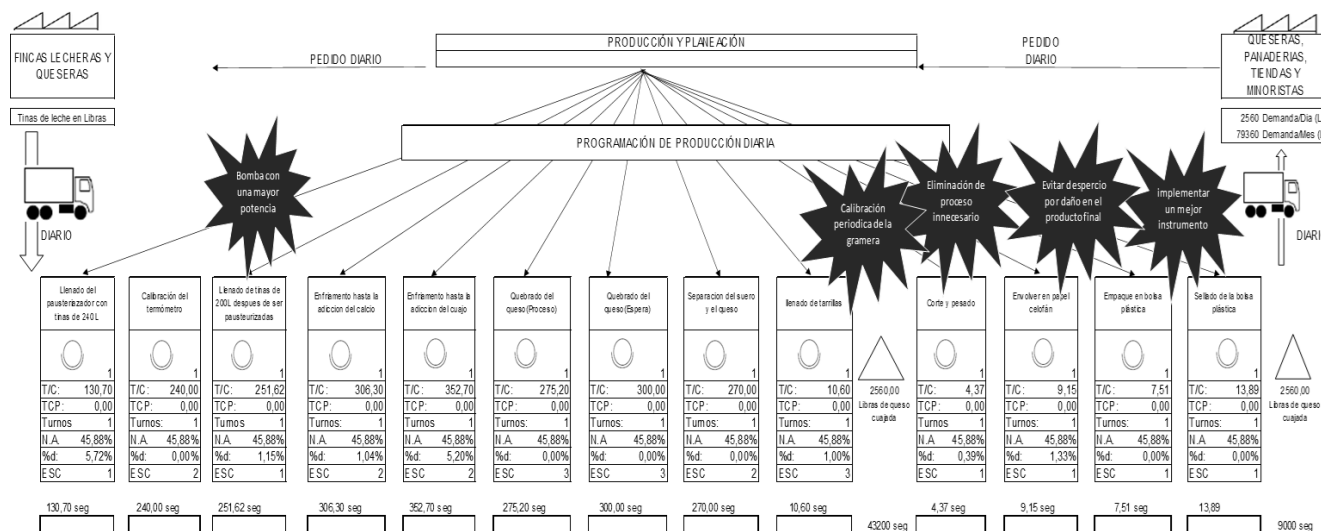
El código implementado para la simulación de la prueba piloto se especifica en el Anexo 2.

Esto indica el proseguir al momento de realizar la simulación Montecarlo en Python, donde inicialmente se buscará simular unos valores aleatorios, los cuales se le asignan un valor específico del nivel de aprovechamiento, que se identificó anteriormente como las marcas de clase en la agrupación de datos. Esto se hizo un total de 1'000.000 de veces, para lo cual seguidamente se les sacó el promedio arrojando un resultado de 45.45215400068399 %, en donde este valor pertenece al

rango del 45,5276287864458% al 46,2376871493447%, es por esta razón que seguidamente se selecciona este mismo para realizar una segunda simulación generando valores entre estos dos niveles de aprovechamiento y generándoles el promedio a los mismos, en este paso se generaron un total de 1'000.000 de números arrojando finalmente un nivel de aprovechamiento promedio del 45.88217246460931 % como resultado final.

Tabla comparativa		
Valor inicial	Valor posterior a la aplicación de la mejora	Diferencia
41,15%	45,88%	4,73%

A continuación, se evidencia el nuevo VSM posterior a la ejecución de las mejoras mediante una prueba piloto realizada durante 10 días consecutivos en la planta productora de queso cuajada:



Al realizar el nuevo VSM con los resultados de medición de tiempos, desperdicios y porcentaje de aprovechamiento posteriores a la aplicación de la mejora, se puede concluir que se logró con los objetivos planteados, ya que el índice de desperdicio de las actividades afectadas disminuyó significativamente, y el porcentaje de aprovechamiento aumentó un 4,7341093025354%. Esta cifra se obtuvo de la comparación de ambas simulaciones Montecarlo, basadas en los datos obtenidos

en los seguimientos realizados antes y después de la aplicación de la prueba piloto como se muestra en la Tabla 19.

A pesar de que los tiempos de ciclo de las actividades afectadas por la mejora aumentaron y se creó una nueva actividad dentro del procesos productivos se logró conseguir el objetivo general para dar solución al problema inicial el cual era el cómo aumentar el nivel de la producción del queso cuaja de una empresa de lácteos.

CAPÍTULO 3: Análisis de los resultados arrojados en la implementación de la mejora.

RESULTADOS OBTENIDOS

A lo largo de trabajo se utilizaron diferentes instrumentos propios de la ingeniería industrial con los cuales se buscaba aumentar el volumen de producción del producto del queso cuajada en una empresa de lácteos, y para lograr este objetivo se buscaba disminuir el porcentaje de desperdicio de algunas actividades del proceso productivo, como también aumentar el nivel de aprovechamiento en la totalidad del proceso.

A través de un Pareto se priorizo los problemas que más afectaban la producción, y se aplicó capacitaciones y metodologías para producir una disminución en este indicador, a continuación, se especifican los resultados obtenidos en una tabla:

Tabla 20. Disminución de desperdicios.

Disminución de desperdicios			
Proceso	Desperdicio inicial	Desperdicio final	Disminución
Llenado de tinas de 200L después de ser pasteurizadas	14,85%	1,15%	13,70%
Enfriamiento hasta la adicción del calcio	5,45%	1,04%	4,41%
Enfriamiento hasta la adición del cuajo	5,45%	5,20%	0,26%

Fuente: elaboración propia

También se implementó un nuevo proceso el cual fue la calibración diaria del termómetro con los siguientes indicadores:

Tabla 21. Proceso de calibración del termómetro.

Calibración del termómetro	
	
	1
T/C:	240,00
TCP:	0,00
Turnos:	1
N.A.	45,88%
%d:	0,00%
ESC	2

Fuente: elaboración propia

Este proceso se implementó con el fin de realizar mediciones térmicas más precisas las cuales ayudarían a incrementar el nivel de aprovechamiento de la materia prima.

Estas mejoras anteriormente mencionadas aportaron un incremento significativo en el aprovechamiento de la materia prima pasando de un porcentaje de aprovechamiento de 41,15% a 45,88% lo que nos representa un incremento del 4,73%.

ANÁLISIS DE LOS INGRESOS BRUTOS EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Para la aplicación de la evaluación financiera en este trabajo se consideran solo los ingresos brutos y la inversión realizada al momento de aplicar la mejora en la prueba piloto, ya que los gastos de producción no fueron suministrados por parte de la empresa de lácteos por motivos de confidencialidad. Cabe aclarar que se realiza el análisis con base a los ingresos brutos, dado que el total de ingresos de la empresa radican en su único ítem el queso cuajada como se venía mencionando anteriormente y es este en el que se ha basado el presente trabajo.

A continuación, se genera una tabla comparativa por medio de la cual se especifican los ingresos brutos antes y después de aumentar el nivel de aprovechamiento de la empresa. Este análisis se ejecutó teniendo como referencia el promedio de litros de leche que a diario ingresan a la empresa, además, se establece la diferencia de la cantidad de libras de queso producidas y los ingresos brutos, para realizar la respectiva comparación de los datos arrojados después de ejecutar la mejor y los que actualmente arrojaba la empresa con su metodología de trabajo.

Tabla 22. Tabla Comparativa de ingresos brutos.

Tabla comparativa			
	Valores iniciales	Valores posteriores a la aplicación de la mejora	Diferencia
Precio de venta libra de queso	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ -
Promedio de litros de leche que ingresan diariamente	5538,06	5538,06	0
Libras de queso producidas diariamente	2278,8	2541,0	262,2
Porcentaje de aprovechamiento de la materia prima	41,15%	45,88%	4,73%
Ingresos brutos diarios	\$ 10.254.620	\$ 11.434.420	\$ 1.179.800

Fuente: elaboración propia

Al observar la tabla comparativa se evidencian un incremento en el porcentaje de aprovechamiento, dado que inicialmente con los valores arrojados por medio de los distintos seguimientos en la empresa con la metodología de trabajo que manejaban presentaba un nivel de aprovechamiento promedio de 41,15% y después de llevar a cabalidad la prueba piloto, esta arrojó un resultado muy prometedor, dado que tuvo un incremento hasta llegar a un nivel de aprovechamiento de 45,88% representando así una diferencia porcentual del 4,73%, lo cual con base al ingreso promedio de litro de leche que tiene la empresa que es de 5538,06 litros, equivalen a 262,2 libras de queso. Posteriormente teniendo en cuenta que la empresa vende las libras de queso a un precio de \$4.500, estas equivalen a un total de \$1.179.800 diarios adicionales a los \$10.254.600 que producían en promedio anteriormente, representando de esta forma un total de \$11.434.400. Finalmente, esto en una proyección de un mes representa una ganancia extra para la empresa de \$35.394.000, cabe aclarar que a este valor no se le han restado los costos de producción, dado que la empresa como se mencionó anteriormente prefirió guardar esta información por temas de confidencialidad.

Posteriormente la implementación de la mejora conllevó una inversión en implementos de protección personal y de medición de tiempo, de los cuales carecía la empresa de lácteos, donde su referencia y costo se especifican a continuación:

Tabla 23. Inversión inicial requerida para la aplicación de la mejora.

Inversión requería para la prueba piloto y aplicación de la mejora		
Referencia	Costo Total	Vida Útil (meses)
Par Guantes De Cocina Asado Protectora De Calor Hot Hands	\$ 25.900	12
Reloj Pared Mesa Digital Termómetro Fecha Alarma Calendario	\$ 19.900	18
TOTAL	\$ 45.800	

Fuente: elaboración propia

La inversión total requerida fue de \$45.800. Esta inversión representa mensualmente un total de \$2.158,33 por los guantes de cocina con su vida útil de 12 meses, más \$1.105,55 por el reloj de pared digital según la vida útil de 18 meses, para un total mensual de \$3.263,88 con respecto a los \$35.394.000 que se generarían en un mes por medio de la mejora si esta se continúa implementando adecuadamente por la empresa. Esta inversión mensual representa tan solo el 0,00923% del monto que se generó gracias a la misma y a los controles establecidos en aquellas actividades las cuales gracias al VSM se lograron identificar que tendrían un mayor impacto al ser mejoradas.

La complejidad creciente de la gestión empresarial exige que ésta sea juzgada a partir del análisis económico-financiero de un sistema de variables, cuya conjunción define el éxito de la empresa y la eficacia de sus dirigentes, al mismo tiempo que informa sobre su futuro y su <<valor>> en el mercado (Cuervo y Rivero, 1986).

Debido al nivel de confidencialidad presentado por la empresa de lácteos en el área financiera no se logro realizar una evaluación económica completa, por ende solo se presenta el análisis y la interpretación de los resultados del proyecto.

CONCLUSIONES

1. La caracterización de la situación actual de una empresa es muy importante debido a que gracias a esta se conocen cuáles son los puntos más vitales de la misma, para conocer cómo se encuentran trabajando hoy en día. Una gran ventaja a la hora de hacer esta tarea es contar con el apoyo de los dueños de la empresa, donde ponen a su disposición todos sus conocimientos y herramientas que poseen en la misma, estas pueden verse reflejadas en sus colaboradores, personal capacitado que en el día a día están cumpliendo con estas labores y es allí donde se logra obtener la mejor información cualitativa y en ciertos casos cuantitativa de los procesos.
2. Gracias a múltiples herramientas de la ingeniería implementadas incluyendo un plan de mejora de la cadena productiva de la empresa de lácteos que se formuló y posteriormente se implementó mediante una prueba piloto se logró aumentar el nivel de aprovechamiento de la empresa de lácteos en un 4,73%, esto se logró mediante unas mejoras aplicadas al proceso productivo, estas mejoras fueron planteadas y elegidas mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa y de Pareto, extrayendo de esta manera los problemas más críticos de la producción.
3. En el presente trabajo se aprendió que al final el objetivo de cada trabajo de mejora siempre deberá ser basado en las necesidades que presentan la empresa, porque, aunque pueda ser útil disminuir tiempos en los procesos, como lo es en esta ocasión no es algo que les afecte mucho a ellos, dado a la naturalidad de sus horarios laborales. Además, de conocer temas fundamentales del proceso del campo en el que se está trabajando para así mismo saber el cómo funciona, y fue con ayuda de esta investigación teórica que se logró aumentar el nivel de aprovechamiento de un 41,88% a un total de 45,66%. Representando este un aumento del 4,73% en total, que aparentemente no marca la gran diferencia, pero cuando procesas diariamente un promedio de 5538,06 litros, marca la diferencia.

ANEXOS

ANEXO 1: Código inicial

```
import random

marca_clase = [36.59, 38.11, 39.63, 41.15, 42.67, 44.19, 45.71]
frecuencia = [5, 9, 12, 8, 9, 3, 4]
x = list()
y = 1000000
for i in range(y):
    x.append(random.choices(marca_clase, frecuencia)[0])
print('El nivel de aprovechamiento despues de la primera corrida con', (y), 'de iteraciones es de', (sum(x) / len(x)), '%')

w = list()
for i in range(y):
    w.append(random.uniform(0.403885426129512, 0.419084932146685))
print('El promedio de', (y), 'de números que se encuentran en el rango arrojado por la primera simulación es de', (sum(w) / len(w)) * 100, '%')
```

ANEXO 2: Código posterior a la aplicación de la prueba piloto

```
import random

marca_clase = [44.46, 45.17, 45.88, 46.59, 47.30]
frecuencia = [4, 2, 1, 2, 1]
x = list()
y = 1000000
for i in range(y):
    x.append(random.choices(marca_clase, frecuencia)[0])
print('El nivel de aprovechamiento despues de la primera corrida con', (y), 'de iteraciones es de', (sum(x) / len(x)), '%')

w = list()
for i in range(y):
    w.append(random.uniform(0.455276287864458, 0.462376871493447))
print('El promedio de', (y), 'de números que se encuentran en el rango arrojado por la primera simulación es de', (sum(w) / len(w)) * 100, '%')
```

BIBLIOGRAFIA

- Acero, L. (2009). Ingeniería de metodos: Movimientos Y Tiempos. *Ecoe Ediciones*, 1(1), 20.
- Acosta Carpio. (2017). *UNA METODOLOGÍA DE REDISEÑO DE PROCESOS DE NEGOCIOS BASADA EN LA TEORÍA DE LA ESTRUCTURACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES*.
- ANECA. (s.f.). *PLAN DE MEJORAS*.
- Aplicadas, C., & Software, C. D. E. (2015). *Universidad técnica del norte facultad de ingeniería en ciencias aplicadas carrera de software*.
- Carulla Fornaguera, J., & Ortega García, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), 83–87.
- Cepeda, N. I. (2016). *IMPORTANCIA DE LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VALORACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE LOS CONTROLES EN EL ÁREA DE COCINA CALIENTE EN RESTAURANTES DE CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*.
- Cerón, J. C., Madrid, J. C., & Gamboa, A. (2015). Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing. In *Magazín Empresarial* (Vol. 11, Issue 28).
- Contreras, A., Cárdenas, C., González, J., Toloza, S., Zambrano, L., & Pulido-Rojan, A. (s.f.). Herramientas estadísticas para la mejora del control de inventarios: un caso de estudio Statistical tools for improving inventory control: A case study. In *Revista I+D en TIC* (Issue 10).
<http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific>
- Decreto 616 de 2006. Retrieved December 12, 2021, from
<https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006d616.aspx>
- Diez, J., & Abreu, J. L. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso. In *Daena: International Journal of Good Conscience* (Vol. 4, Issue 2).
- Faulín, J., & Juan, Á. A. (s.f.). *Simulación de Monte Carlo con Excel*.
www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/monte_carlo/monte_carlo.htm?iframe=true&width=95%&height=95%
- Fernández, A., & Ramírez, L. A. (2017). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS, BASADO EN GESTIÓN POR PROCESOS, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DISTRIBUCIONES A & B*.
- García, E., García, H., & Cárdenas, L. E. (2006). *Simulación y analisis de sistemas con ProModel*.
- Gonzalez, V. H., Lozano, M. E. S. M. F., Sandoval, W. E. G., Villacreses, K. B., & Sabando-Vera, D. (2018). Modelo del mapeo del flujo de valor - Value stream mapping (VSM) para la mejora de procesos de producción de empresa de Dulcería-café. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2018-July*.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.283>

- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T., & Lanza, G. (2014). Quality value stream mapping. *Procedia CIRP*, 17, 254–259. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.093>
- Hernández, A. M., Vega, Y. R., & Díaz, J. A. (2019). *Eficiencia tecnológica del queso tipo Lunch en relación con el momento de corte de la cuajada*.
- Hernández Monzón Aldo, Vega Robaina Yunaisi, & Díaz Abreu Julio A. (2019). *Eficiencia tecnológica del queso tipo Lunch en relación con el momento de corte de la cuajada*. <https://www.redalyc.org/journal/4455/445562743008/html/#B21>
- Ignacio Jose González Gómez. (s.f.). *Ley de Pareto: 80/20*.
- ISO. (2015). *NORMA INTERNACIONAL Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos ISO 9001*. www.iso.org
- Jaramillo, O. A. (2007). *INTERCAMBIADORES DE CALOR*.
- Manene, L. M. (2011). *LOS DIAGRAMAS DE FLUJO: SU DEFINICIÓN, OBEJTIVO, VENTAJAS, ELABORACIÓN, FASES, REGLAS Y EJEMPLOS DE APLICACIÓN*. [http://www.luismiguelmanene.com/...gramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/\[19/08/201302:05:45p.m.\]1.-Definición.-](http://www.luismiguelmanene.com/...gramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/[19/08/201302:05:45p.m.]1.-Definición.-)
- M.C. Carlos Venturino De Coss Pérez¹, Ing. A. H. C. M. C. L. M. B. G. A. K. N. V. (2017). *CONTROL DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL QUESO DOBLE CREMA A TRAVÉS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO (CEP) PARA LA EMPRESA LÁCTEOS DEL POTRERO S. DE R. L. MI*.
- Meza, J. de J. (s.f.). *EVALUACIÓN FINANCIERA PROYECTOS*.
- Mora, E. A., Amelia, A., Paola Muñoz Muñoz, V., Salinas, R. S., Carrera Huerta, S., Noriega, E. P., & Olvera, E. L. (s.f.). *CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PILOTO: REVISIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADO EN ENFERMERÍA* (Vol. 14, Issue 3).
- Moral, I. (s.f.). *Comparación de medias*.
- Nelson, M., Villegas Soto, R., Aldo Hernández, C., li, M., Díaz, J. A., & li, A. (2018). *OPTIMIZACIÓN DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE Y MOMENTO DE CORTE DE LA CUAJADA PARA QUESO FRESCO ENZIMÁTICO ARTESANAL OPTIMIZATION OF THE MILK PASTEURIZATION AND THE CURD CUTTING MOMENT FOR ARTISANAL FRESH ENZYMATIC CHEESE*.
- NYC Health. (s.f.). *Guía para calibrar termómetros*.
- Ortega, J. A., Rodríguez, J. R., & Hernández, H. (2016). *Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimiento y funciones*.
- Poveda, J., & Guardiola, M. (2019). Análisis de Causa Raíz. Técnicas y relación con los sistemas de gestión y las no conformidades. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 8(2), 84–97. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.84-97>
- ¿Qué es un plan de mejora? (s.f.).
- Rojas, F., & Ruiz, A. (2009). *HERRAMIENTAS DE CALIDAD*.

Sáez, S., & Font, L. (2001). *Incertidumbre de la Medición: Teoría y Práctica*.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad Seccional Sogamoso, A. M., & Cárdenas-Aguirre, D. M. (2016). Ingeniería investigación y desarrollo. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(2), 12–31.

Valenzuela, L. (s.f.). *Diagrama de Ishikawa*.

Villegas, N. R. S., Monzón, A. H., & Díaz, J. A. A. (s.f.). *OPTIMIZACIÓN DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE Y MOMENTO DE CORTE DE LA CUAJADA PARA QUESO FRESCO ENZIMÁTICO ARTESANAL*.

Zuñiga, M. E., Córdova, D. G., Valenzuela, J. G., & González, N. E. (s.f.). *LA PROPUESTAS DE MEJORA, UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS*.

Cuervo y Rivero (1986) ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO DE LA EMPRESA

Medina, J., Ortiz, F., Franco, C. A., Aranzazú, C. (2010.). *Matriz de Priorización para la Toma de Decisiones*.

Salazar, E. J., Álzate, W.A. (s.f.). *SIMULACIÓN MONTECARLO: ANÁLISIS DE UNA HERRAMIENTA PARA LA PROYECCIÓN DEL ESTADO DE RESULTADOS. UN ESTUDIO DE CASO*.

Montoya, G. A., Diaz, J.R., Bravo, L.M. (2019.). *Aplicación del Value Stream Mapping en el Proceso del Acero en el Sector Construcción*.

Alfonso Cipriano Octaviano Villasana. (s.f.). *Value Stream Mapping, un enfoque de sistemas en el mundo empresarial*

Alfonso Cipriano Octaviano Villasana. (s.f.). *Value Stream Mapping, un enfoque de sistemas en el mundo empresarial*

Ybnias Elí Grijalva Yauri (2019). INTRODUCCION AL MÉTODO DE SIMULACIÓN MONTE CARLO