

**Propuesta de mejora del proceso productivo de Lactiquesos S.A.S por medio de
herramientas Lean Manufacturing.**

Daniel Alejandro Rodríguez Rodríguez

Diego Fernando Villalba Vidales

Iván Andrés Rubio González

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2019

**Propuesta de mejora del proceso productivo de Lactiquesos S.A.S por medio de
herramientas Lean Manufacturing.**

Daniel Alejandro Rodríguez Rodríguez

Diego Fernando Villalba Vidales

Iván Andrés Rubio González

Director

Ingeniero Nelson Humberto Cruz Villaraga

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá DC

2019

Resumen

El proyecto de grado se ha realizado con el fin de describir todo aquello que no genere valor y determinar qué herramientas Lean Manufacturing ayudarán a mejorar el proceso productivo de Lactiquesos SAS. En principio el problema de investigación fue el de identificar las variables que intervienen en la proliferación de baja productividad en la organización, todo con el fin de diseñar estrategias que ayudaran a Lactiquesos S.A.S: En primera instancia reconocer focos de baja productividad, seguido de un desarrollo de mejoras mediante el uso de herramientas Lean y por último evaluar dichas mejoras a modo de retroalimentación. La metodología de trabajo es de tipo correlacional. Realizando (1) un diagnóstico mediante un análisis modal de fallos y efectos, además de la (2) aplicación de un diagnóstico Lean, seguido (3) del uso de la herramienta de las 5's, y con dichos diagnósticos obtener el estado actual de la empresa, (4) diseñar posibles estrategias para el mejoramiento del proceso productivo, generando diagramas de recorrido y de flujo del proceso, además del proponer Poka Yokes y control visual mediante Andon, determinar el flujo de valor mediante VSM y el proponer cambio rápido de herramientas SMED, todo esto con la (5) finalidad de reducir la insatisfacción de la demanda, aumentado la cantidad de dinero recibida anualmente al involucrar a todo el personal en el proyecto de mejora de la productividad. Gracias a lo anterior se pudo obtener datos para simular el proceso productivo con las posibles mejoras.

Palabras clave: Lean, 5s, diagrama de recorrido, diagrama de flujo, VMS, Poka Yoke, SMED, Andon, Simulación de procesos.

Abstract

The degree project has been carried out in order to describe everything that does not generate value and determine which Lean Manufacturing tools will help improve the productive process of Lactiquesos SAS. In principle, the research problem was to identify the variables that are involved in the proliferation of low productivity in the organization, all in order to design strategies that will help Lactiquesos SAS: In the first instance recognize foci of low productivity, followed by a development of improvements through the use of Lean tools and finally evaluate these improvements as feedback. The work methodology is correlational. Making (1) a diagnosis by means of a modal analysis of faults and effects, in addition to the (2) application of a Lean diagnosis, followed (3) by the use of the 5's tool, and with these diagnoses to obtain the current state of the company, (4) design possible strategies for the improvement of the production process, generating path and process flow diagrams, in addition to proposing Poka Yokes and visual control through Andon, determining the value flow through VSM and proposing rapid tool change SMED, all this with the (5) purpose of reducing demand dissatisfaction, increasing the amount of money received annually by involving all staff in the productivity improvement project. Thanks to the above, data could be obtained to simulate the production process with possible improvements.

Keywords: Lean, 5s, travel diagram, flow chart, VMS, Poka Yoke, SMED, Andon, Process simulation.

Tabla de contenidos

Introducción	13
1. Identificación del problema.....	14
1.1 Antecedentes del problema	14
1.2. Descripción del problema.....	17
1.2.1 Árbol de problema.....	24
1.2.2 Análisis de modo de fallos y efectos (AMFE).	25
1.3. Formulación del problema	32
1.4. Sistematización del problema.....	32
2. Justificación.....	33
3. Objetivos	34
3.1. Objetivo general	34
3.2. Objetivos específicos.....	34
4. Marco referencial	35
4.1. Antecedentes de la investigación	35
4.2. Marco teórico	42
4.2.1. Lean manufacturing.....	42
4.2.2. Filosofía Lean manufacturing.	43
4.3. Análisis de modo de fallo y efectos (AMFE).....	45
4.4. Overall equipment effectiveness (OEE).....	45
4.5. Marco conceptual	45
4.6. Marco legal.....	46
5. Marco metodológico	48
5.1. Tipo de investigación	48
5.1.1. Enfoque.	48

5.2. Recolección de datos	48
5.3. Variables de la investigación.....	49
5.4. Hipótesis	50
5.5. Población y muestra	50
5.6. Proceso metodológico	50
5.7. Tratamiento de datos	51
6. Diagnóstico.....	52
6.1. Diagnóstico Lean.....	52
6.1.1. Resultados.	57
6.2. Diagrama de flujo del proceso actual	58
6.3. Diagramas de recorrido actual.....	61
6.4. Mapa de flujo de valor (VSM)	62
6.5. OEE	64
7. Propuesta	66
7.1. Diagrama de recorrido propuesto.....	66
7.2. Diagrama de flujo del proceso propuesto.....	67
7.3. Mapa de flujo de valor propuesto.....	69
7.4. 5 S.....	70
7.5. Kamban	82
7.6. Andon	83
7.7. Cambio rápido de herramienta (SMED)	84
7.8. Poka Yoke	85
7.9. Propuesta de actividades básicas de mantenimiento	88
7.10. Simulación.....	90
7.10.1. Resultados de la simulación del estado actual.....	91

7.10.2. Resultados de la simulación del estado propuesto.	93
8. Relación costo beneficio de la propuesta	96
9. Cronograma	101
10. Presupuesto.....	102
Conclusiones	103
Referencias	104

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de los elementos de distribución en planta	20
Tabla 2. Pérdidas por reprocesos y/o incumplimientos.....	21
Tabla 3. Costos de no calidad.....	21
Tabla 4. Pérdidas por reprocesos y lotes perdidos demanda vs porcentaje de cumplimiento.....	22
Tabla 5. Costo de los faltantes	23
Tabla 6. Pérdida total de la producción.....	23
Tabla 7. Costos totales entre lotes perdidos y no entregados	23
Tabla 8. Capacidad de producción real vs capacidad de producción utilizada	23
Tabla 9. Costo anual por unidades dejadas de producir	24
Tabla 10. Costo anual por horas extra.....	24
Tabla 11. Clasificación de la severidad del fallo.....	26
Tabla 12. Clasificación de ocurrencia de fallos	26
Tabla 13. Clasificación de detección de fallo.....	26
Tabla 14. Escala de atención de NPR.....	27
Tabla 15. Tabla AMFE.....	27
Tabla 16. Variables del problema.....	49
Tabla 17. Procesos de Lactiquesos S.A.S.	50
Tabla 18.. Acciones de mejora 5S.....	70
Tabla 19. Estado actual vs propuesto, Seiri	72
Tabla 20. Diagnostico Seiri.....	72
Tabla 21. Estado actual vs propuesto Seiton.....	74
Tabla 22. Diagnostico Seiton-ordenar.....	74
Tabla 23. Estado actual vs propuesto Seiso	75
Tabla 24. Diagnostico Seiso-limpieza.....	76
Tabla 25. Estado actual vs propuesto, Seiketsu	77
Tabla 26. Diagnostico Seiketsu-estandarizar	77
Tabla 27. Estado actual vs propuesto Shitsuke	78
Tabla 28. Diagnostico Shitsuke-disciplina.....	78
Tabla 29. Lista de chequeo para seguimiento de 5s	81
Tabla 30. Tablero Kanban.....	82

Tabla 31. Significado de colores Andon.	83
Tabla 32. Método actual vs propuesto.....	87
Tabla 33. Criterios de actividades de mantenimiento	89
Tabla 34. Relación costo beneficio	96
Tabla 35. Valor sueldo operarios	99
Tabla 36. Beneficios actuales.....	99
Tabla 37. Beneficios propuestos.	100
Tabla 38. Presupuesto	102
Tabla 39. Valor sueldo de los investigadores.....	102

Lista de figuras

Figura 1. Grafica comparativa ventas 2018-2019.	15
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de Lactiquesos S.A.S.	16
Figura 3. Aglomeración de los equipos.	17
Figura 4. Deterioro de la maquinaria y planta física.	18
Figura 5. Elementos de trabajo.	18
Figura 6. Elementos de trabajo.	19
Figura 7. Distribución en planta actual.	19
Figura 8 Demanda vs cumplimiento.	20
Figura 9. Porcentaje de cumplimiento para el mes de febrero	22
Figura 10. Demanda vs cumplimiento para el mes de febrero	22
Figura 11. Árbol de problema.	25
Figura 12. Marco conceptual.	46
Figura 13. Proceso metodológico.	51
Figura 14. Evaluación a la comunicación y cultura Lean.	52
Figura 15. Calificación CRM.	52
Figura 16. Calificación 5s y organización del puesto de trabajo.	53
Figura 17. Calificación estandarización del trabajo.	53
Figura 18. Calificación mejora continua.	54
Figura 19. Calificación flexibilidad.	54
Figura 20. Calificación Poka Yoke.	55
Figura 21. Calificación SMED.	55
Figura 22. Calificación TPM.	56
Figura 23. Calificación pull system.	56
Figura 24. Calificación balanceo de la producción.	57
Figura 25. Resultado global diagnóstico Lean	57
Figura 26. Diagrama flujo de proceso queso doble crema actual parte 1	59
Figura 27. Diagrama flujo de proceso queso doble crema actual parte 2	59
Figura 28. Diagrama flujo de proceso queso saravena actual.	60
Figura 29. Diagrama de recorrido saravena.	61
Figura 30. Diagrama de recorrido actual queso doble crema.	62

Figura 31. VSM actual queso doble crema.	63
Figura 32. VSM actual queso saravena.	64
Figura 33. Tablero OEE.	64
Figura 34. Diagrama de recorrido propuesto queso saravena.	66
Figura 35. Diagrama de recorrido propuesto queso doble crema.....	67
Figura 36. Diagrama de flujo de proceso propuesto queso doble crema.	68
Figura 37. Diagrama de flujo de proceso propuesto queso saravena.	69
Figura 38. VSM propuesto queso doble crema.	69
Figura 39. VSM propuesto queso saravena.....	70
Figura 40 Radar de las 5S.	80
Figura 41. Propuesta de folleto de capacitación de 5S.....	80
Figura 42.Propuesta de folleto de capacitación de 5S.....	81
Figura 43. Torreta de control visual.....	83
Figura 44. Cuajo en polvo.	85
Figura 45. Dióxido de titanio.	85
Figura 46. Citrato de sodio.....	86
Figura 47. Sal.	86
Figura 48.Caja para guardar insumos y Poka Yoke.	87
Figura 49. Cronograma de actividades de mantenimiento parte 1.....	88
Figura 50. Cronograma de actividades de mantenimiento parte 2.....	88
Figura 51. Cronograma de actividades de mantenimiento parte 3.....	89
Figura 52. Estado actual de la empresa.	90
Figura 53. Estado actual simulado finalizado.	91
Figura 54. Rendimiento del sistema.....	91
Figura 55. Utilización de hiladoras.	92
Figura 56. Utilización del área de empaque.....	92
Figura 57. Estado inicial de la simulación propuesta.....	93
Figura 58. Estado final de la simulación propuesta.....	93
Figura 59. Rendimiento de la simulación.....	94
Figura 60. Utilización de hiladoras.	94
Figura 61. Utilización área de empaque.....	95

Introducción

El sector de las mipymes abarca gran parte de las compañías constituidas en el país, siendo estas según cifras de Confecámaras alrededor del 99% de las empresas legalmente establecidas, distribuyéndose en un 93% de micro empresas y un 6% en pymes, las cuales aportan una fuerte cantidad de empleo, la cual asciende a un 70% del empleo legal y propulsando alrededor del 30% del PIB, teniendo esto como un contraste respecto a la cantidad de pymes existentes en Colombia.

Se tomará como eje central la pyme de leche Lactiquesos S.A.S. que está comprendida en el sector alimenticio bajo la modalidad de productora de lácteos. Se encuentra ubicada en el barrio el “Refugio” localidad de Fontibón, son productores de alimentos lácteos y sus derivados (Quesos y leche entera) con el apoyo de ciertas máquinas, a pesar de contar con un modelo de producción artesanal en su mayoría, como lo es en el hilado del queso donde un operario maneja la batea y/o sartén siendo el encargado de calentar e ir mezclando el queso con la sal hasta el punto donde el queso estira lo suficiente como para ser cortado, pesado y colocado en los moldes.

El producto en el cual se centrará la investigación es el queso, dado que este es el bien que se produce principalmente y del cual se poseen más datos con respecto a sus insumos y preparación. La idea en la cual se basa el proyecto de grado radica en la utilización de herramientas Lean Manufacturing, para la búsqueda de un aumento de las unidades (U.) de queso producidas diariamente, las cuales a la fecha no superan las 300 U. de queso doble crema y saravena.

1. Identificación del problema

1.1 Antecedentes del problema

Lactiquesos S.A.S. es una empresa perteneciente al sector de las pymes en Colombia, al ser una empresa de corte familiar ubicada en el barrio El Refugio, en la localidad de Fontibón, y contando con más de 10 años de experiencia en los temas de comercialización de leche cruda y poco más de 1 años en la fabricación y comercialización de derivados lácteos, en la localidad de Fontibón, donde los sectores de Fontibón centro y Zona franca son sus principales focos de ingreso.

Lactiquesos S.A.S, cuenta con dos pasos generales en la elaboración de sus productos: La primera actividad, es la recolección de leche que se realiza en los municipios aledaños a la capital Colombiana, como lo son Mosquera y Funza, para lo cual la empresa Lactiquesos S.A.S., cuenta con un camión cisterna con capacidad de 5500 litros, de los cuales recolecta en el momento entre 1000 y 2000 litros diarios de leche cruda que posteriormente es pasteurizada en la planta, seguido de la elaboración de sus productos; esto es comprendido como el segundo paso. Si bien es cierto que Lactiquesos S.A.S. tiene equipos para la recolección de leche y producción de queso, el modelo de producción es en su mayor parte artesanal, además de ser bastante desordenado por no contar con una serie de pasos establecidos, el tiempo general de proceso es demasiado lento, por lo cual la cantidad de quesos producida se encuentra limitada a lo que puedan llegar a generar sus empleados en la jornada laboral, esto conlleva, que en un dado caso donde la demanda no pueda ser satisfecha o la compañía desee aumentar sus ventas, no se pueda, lo que genera un estancamiento, por lo cual es necesario aumentar el número de unidades producidas, por medio de un proceso de contratación de más operarios, y mejorando los procesos de producción existentes.

Asimismo, la demanda de los diferentes productos, ha sido establecida bajo las modalidades del “boca a boca” y del “día a día”, es decir, se ha generado bajo pactos verbales, lo cual ha servido por el momento, en la siguiente figura se evidencia las ventas del año 2018 y las ventas del año 2019 hasta el mes de agosto.

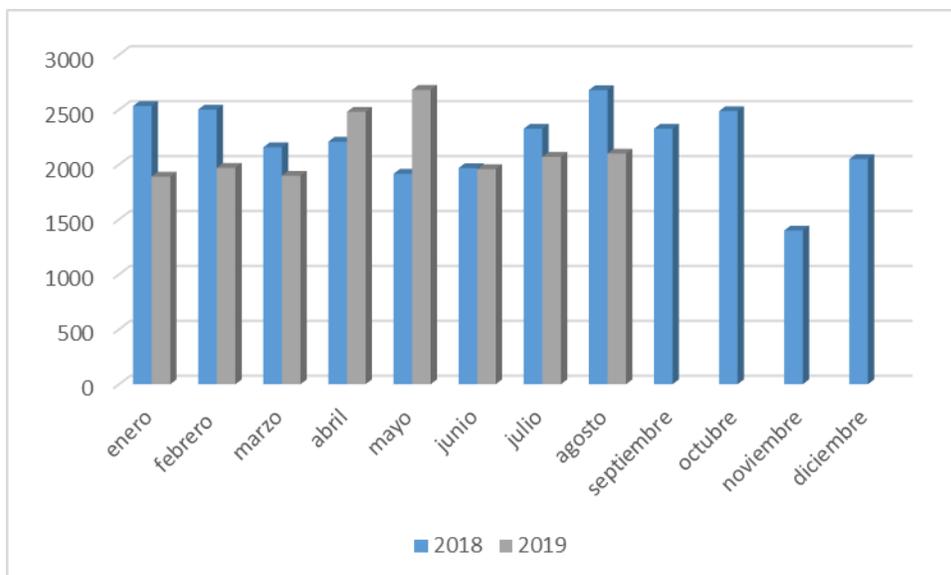


Figura 1. Grafica comparativa ventas 2018-2019.

Estos picos de demanda se ven directamente afectados por las ventas diarias que tienen los establecimientos al comercializar el queso producido por Lactiquesos SAS, esto acarrea que la compañía no tenga una producción semanal fija, lo que conlleva a la subutilización de la capacidad instalada que posee, ocasionando pérdidas por productos no fabricados como se ve en la “Tabla 8” esto sumado a las malas prácticas de manufactura lo que lleva a retraso en los pedidos y sobrecostos por mala calidad como se ve en la “Tabla 9”.

Para la fabricación de toda su línea de productos Lactiquesos S.A.S. cuenta con algunos equipos, en donde cada uno de estos es un factor crítico a la hora de fabricar sus productos, dado la mala distribución de los mismos como se ve en la figura “figura 3” y el poco espacio con el que cuentan para la elaboración de los quesos y el proceso básico de producción observado en Lactiquesos S.A.S. Es el que se evidencia en la “figura 2”.

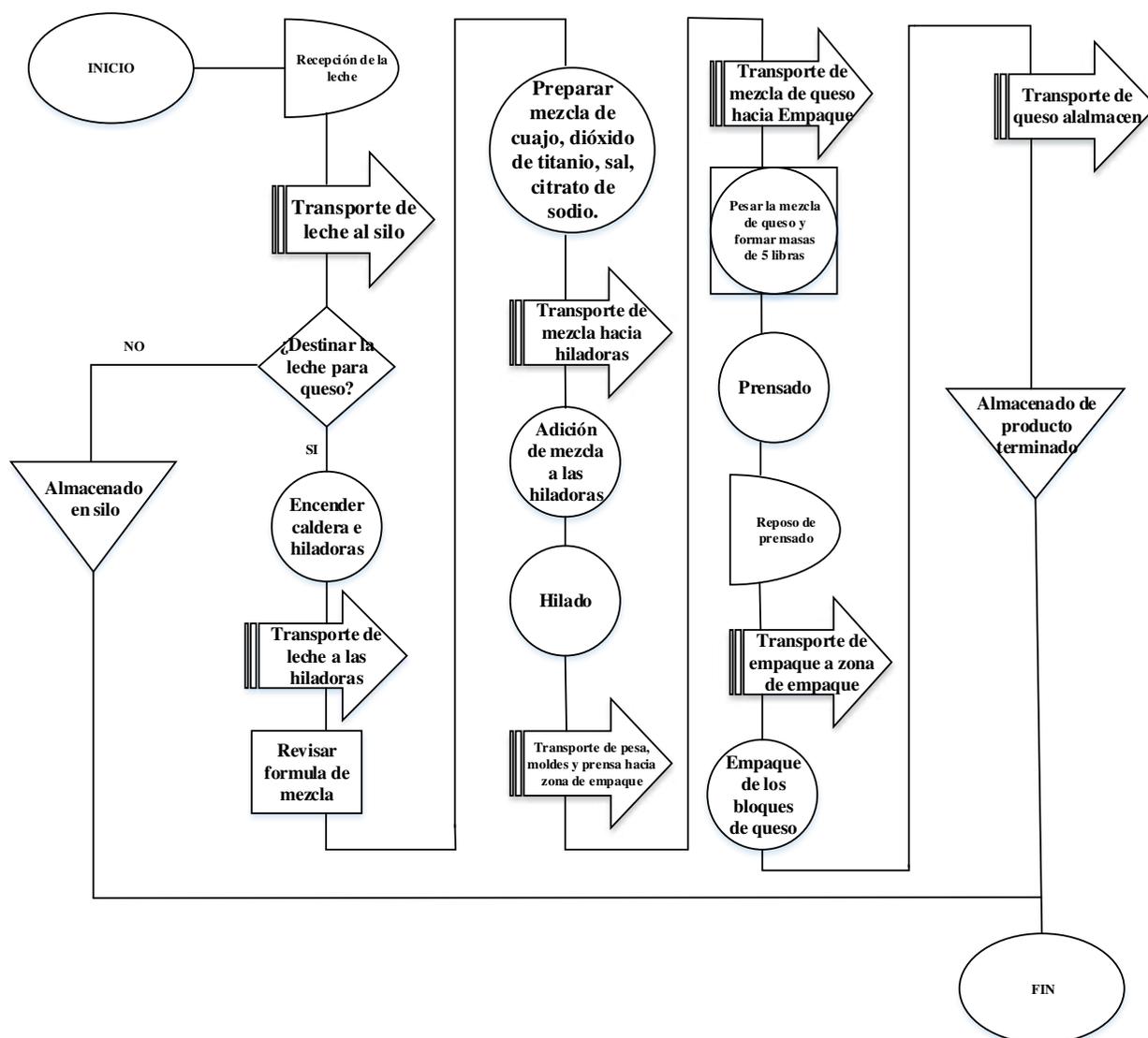


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de Lactiquesos S.A.S., Autoría propia, (2019).

Actualmente se cuenta con 1 empleado “administrativo” a término indefinido, el cual se encarga de administrar las áreas de producción, compras y logística, por otra parte, Lactiquesos S.A.S. trabaja de lunes a sábados de cuatro de la mañana a siete de la tarde, en un solo turno, contando con 4 empleados, encargados de la recepción de la leche y de los procesos de fabricación del queso, además de 4 empleados que recogen la leche en el carro tanque y distribuyen el producto terminado en un NHR Chevrolet con furgón frío.

1.2. Descripción del problema

Al adentrarse en el día a día de las pymes, que se dedican a la fabricación de alimentos para su posterior comercialización dentro o fuera de la región. Se evidencian falencias que pueden llegar a tener en el momento de la producción, como se ve en las figuras “figura 3” y “figura 4”, ya sea por una baja capacidad de la planta, mala distribución de sus táreas de producción como se ve en la figura 5, falta de capacitación o diversas situaciones que atenúan la capacidad de la producción que pueden llegar a encontrar:

Causas

- Falta de planeación.
- Órdenes de producción poco claro.
- Falta de capacitación.
- Mala ergonomía de trabajo.
- Carencia de un plan de mantenimiento.

Efectos

- Fallos en la producción.
- Mala comunicación.
- Fallos en las órdenes.
- Retrasos en los pedidos.

Teniendo en cuenta lo las posibles causas que merman la capacidad de producción de Lactiquesos SAS, se observó lo siguiente:

En la figura 3 se puede evidenciar con mayor claridad uno de los factores de la baja producción, claramente se puede notar la aglomeración de las máquinas que posee Lactiquesos S.A.S.



Figura 3. Aglomeración de los equipos, Autoría propia, (2019).

De mano de lo antes mencionado, se nota un claro de deterioro, ya sea por una mala manipulación o por el paso del tiempo, esto ocasionando fallos en los procesos y por consiguiente una baja productividad, en la siguiente figura, se observa el estado deteriorado del suelo y de uno de los equipos de trabajo de Lactiquesos, en la figura 7 se evidencia el estado actual de la distribución en planta de la instalación. además, en la figura 5 y 6 se muestran algunos elementos de trabajo de Lactiquesos, en donde en el anexo 1 se indica las especificaciones de dichos elementos.



Figura 4. Deterioro de la maquinaria y planta física, Autoría propia, (2019).

En el lado izquierdo de la figura 5 se observa un carro tanque y en la parte derecha el lugar en donde se guardan los moldes de prensado, a continuación, en la figura 6 se muestra de izquierda a derecha una hiladora junto con la mesa de empaque y un silo refrigerador, junto con canastillas de transporte de producto terminado, todo en un estado caótico y fuera de lugar.



Figura 5. Elementos de trabajo, Autoría propia, (2019a)



Figura 6. Elementos de trabajo, Autoría propia, (2019b)

La distribución en planta actual se evidencia en la siguiente figura, teniendo en cuenta, que la escala es uno a uno, ya que se elaboró en AutoCAD, que permite generar espacios infinitos.

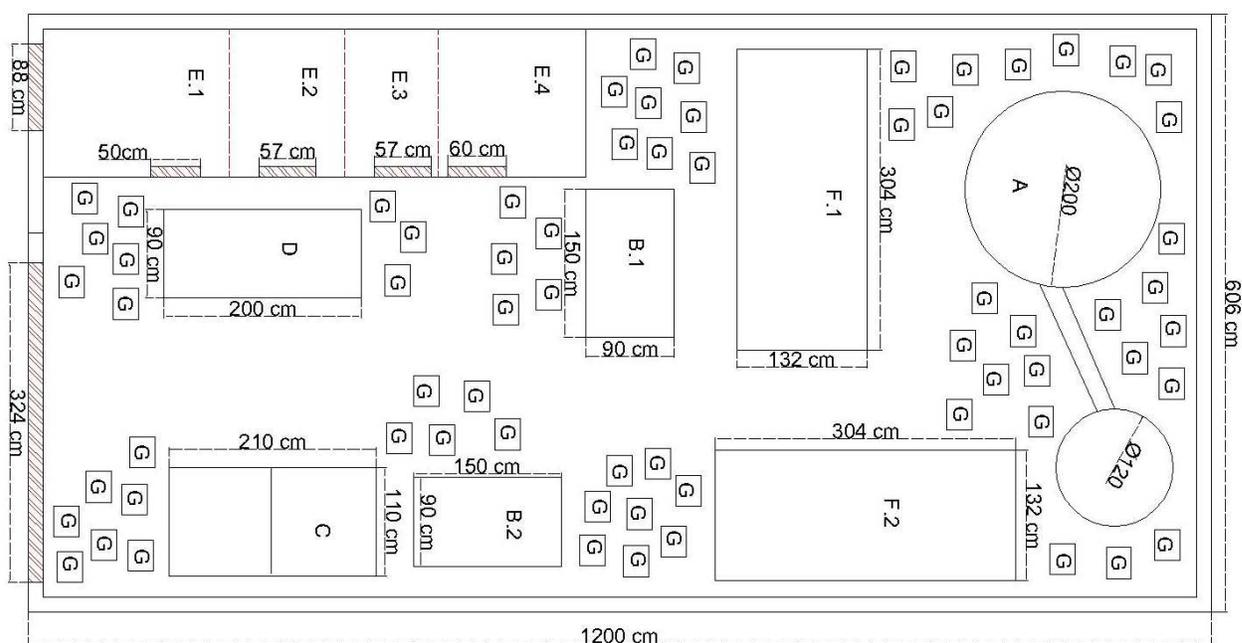


Figura 7. Distribución en planta actual, Autoría propia, (2019).

Cabe aclarar que la distribución en planta está sujeta a la conveniencia de los operarios, esto quiere decir que la planta no siempre se encuentra distribuida de la misma manera, ya que los operarios mueven a voluntad los equipos a conveniencia y en el área se encuentra dispersas canastillas que obstaculizan el paso y desarrollo de labores por parte de los trabajadores, además en la tabla 1 se muestra la descripción de los elementos en la figura 7.

Tabla 1.
Descripción de los elementos de distribución en planta

Maquinas		Habitaciones	
A	Silo	E.1	Área de aseo
B.1	Hiladora 2	E.2	Puerta apartamento
B.2	Hiladora 1	E.3	Baño
C	Refrigerador	E.4	Cocina
D	Mesa de empaque		

Nota: Elaboración propia, (2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo se realiza con el fin de establecer una mejora en la producción de la empresa Lactiquesos S.A.S., haciendo uso de herramientas Lean Manufacturing, generando posibilidades de aumentar su producción, evitar pérdida de clientes por la insatisfacción de demanda como se ve en la figura 8, la cual toma datos recolectados en el último año, como se ve en la tabla 2, que muestra las pérdidas por reprocesos y/o incumplimiento, los cuales se representan como costos de no calidad expuestos en la tabla 3, la figura 9 y figura 10 que comprenden el mes de febrero del presente año, más la tabla 4 y 5, que muestra las pérdidas para ese mes .

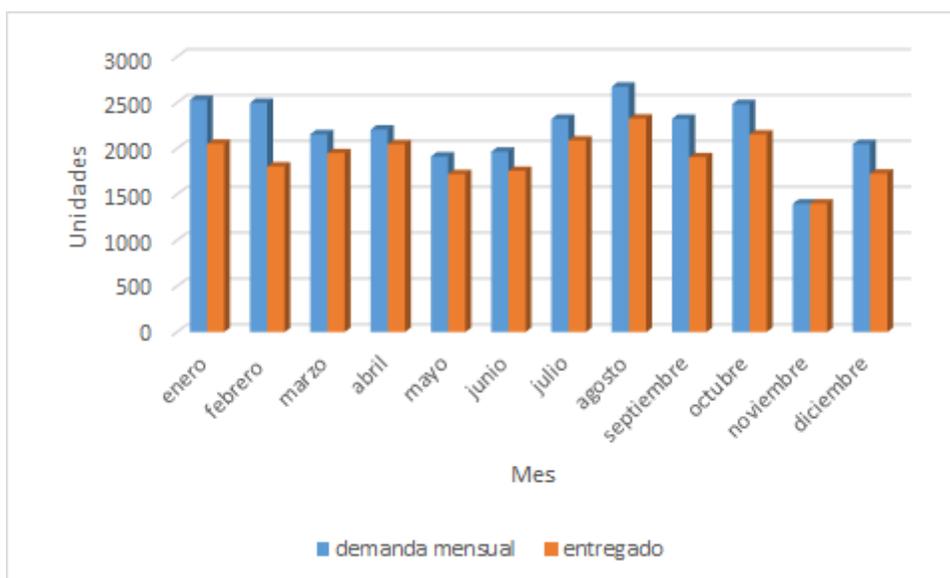


Figura 8 Demanda vs cumplimiento, Autoría propia, (2019).

En la anterior figura se da una evidencia gráfica de la situación en el último año, donde la compañía solo logró cumplir con el 100% de la demanda en el mes de noviembre ya que en este mes las unidades que demandan no superaron las 1500 U. una cifra muy por debajo del promedio mensual el cual es de 2213 U.

A continuación, la tabla 2 indica los costos de cada unidad (U.), que no se entrega, además del costo total de las unidades faltantes y el correspondiente porcentaje de cumplimiento.

Tabla 2.
Pérdidas por reprocesos y/o incumplimientos

Costo de faltantes	Total Faltantes	Costo total/ Faltante	Porcentaje(%) de cumplimiento	Total unidades faltantes
\$5250	3599	\$18 894,750	87%	299,91

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Además, en la tabla 3 se muestran los costos de no calidad (CnC), por unidades no conformes, teniendo en cuenta espacios temporales por día, semana, mes y año.

Tabla 3.
Costos de no calidad

Tipo de queso	Órdenes devueltas en unidades por lote	Costo de producto	CnC	$\frac{CnC}{\text{día}}$	$\frac{CnC}{\text{Semana}}$	$\frac{CnC}{\text{Mes}}$	$\frac{CnC}{\text{Año}}$
Doble crema	3	\$17 500	\$5250	\$63 000	\$ 378 000	\$1 512 000	\$18 144 000
Saravena	2	\$8050	\$2415	\$9660	\$57 960	\$231 840	\$2 782 080
Total							\$20 926 080

Nota: Datos propios con información de Lactiquesos, Elaboración propia con datos suministrados por Lactiquesos S.A.S. (2019)

Tanto en la tabla 2 como en la tabla 3 se evidencia el paso a paso para la determinación de los costos por reprocesos sobre faltantes y costos por no calidad, sumado a esto se determinó el estimado anual, que la compañía pierde por cada uno de estos ítems.

Al realizar la recolección de datos del mes de febrero del presente año se evidencio que el nivel de cumplimiento para con sus clientes, presenta una tendencia a la baja, esto dado a que en este mes se presentaron pérdidas totales de la producción (esto representado como el 0% en la gráfica) lo que condujo a dar una tendencia a la baja en el cumplimiento global para este mes el cual fue de 82%.

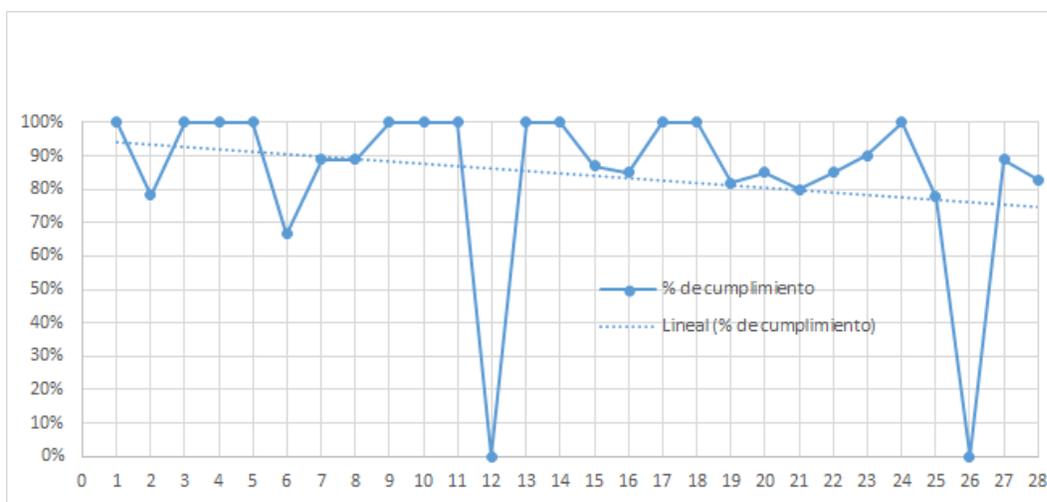


Figura 9. Porcentaje de cumplimiento para el mes de febrero, Autoría propia, (2019)
Además, en la figura 10 se observa la demanda versus el cumplimiento para el mes de febrero.

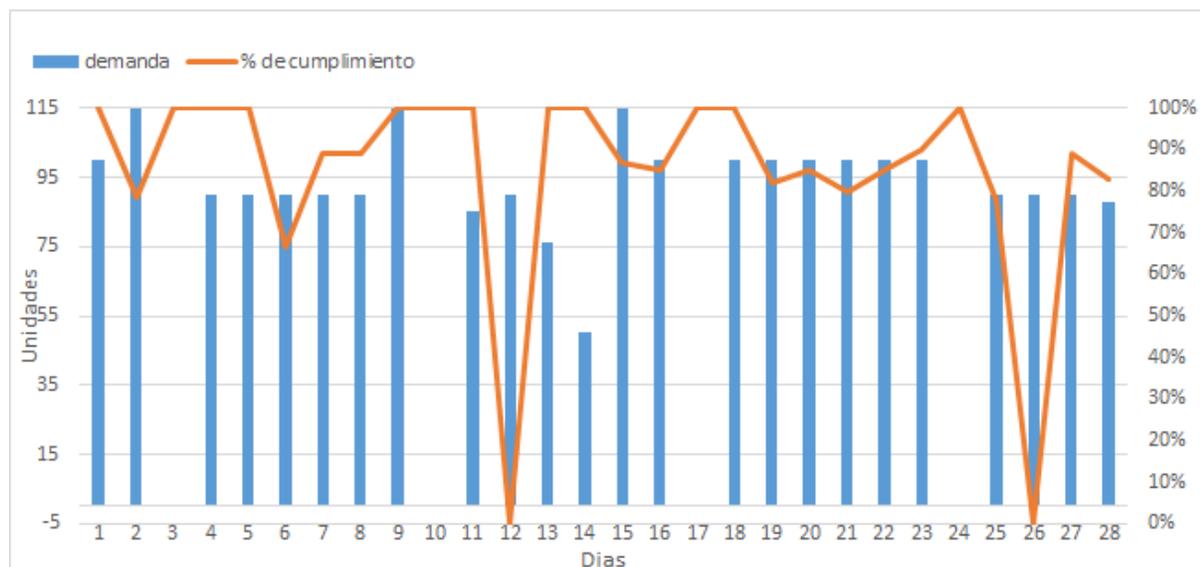


Figura 10. Demanda vs cumplimiento para el mes de febrero, Elaboración propia con datos suministrados por Lactiquesos S.A.S, (2019)

A continuación, en la tabla 4 se muestra la relación demanda vs cumplimiento, donde la demanda es dada en unidades (U.) y el cumplimiento en porcentaje (%) de esas unidades que fue entregado.

Tabla 4.

Pérdidas por reprocesos y lotes perdidos demanda vs porcentaje de cumplimiento

Demanda Total (U.)	Total entregados (U.)	Total faltantes (U.)	% de cumplimiento
2254	1846	408	82%

Nota: tabla realizada con datos suministrados por Lactiquesos S.A.S.

La siguiente tabla muestra el coste de una unidad faltante y el costo total de las 408 unidades no entregadas.

*Tabla 5.
Costo de los faltantes*

Costo de una unidad faltante	Costo de 408 unidades faltantes
\$5250	\$2 142 000

Nota: tabla realizada con datos suministrados por Lactiquesos S.A.S.

En la tabla 6, se muestra el número de lotes pérdidas y el costo de dichos lotes.

*Tabla 6.
Pérdida total de la producción*

Número de lotes perdidos	Costo por lote	Costo total
2	\$1 600 000	\$3 200 000

Nota: tabla realizada con datos suministrados por Lactiquesos S.A.S.

Además, en la tabla 7 se muestra el costo total por lotes perdidos y lotes no entregados, durante el mes de febrero del presente año.

*Tabla 7.
Costos totales entre lotes perdidos y no entregados*

Costo total de no entregados	Costes total lotes perdidos	Total pérdida
\$2 142 000	\$3 200 000	\$5 342 000

Nota: tabla realizada con datos suministrados por Lactiquesos S.A.S.

En función a lo anteriormente mencionado Lactiquesos S.A.S está subutilizado su capacidad de producción, como se evidencia en la tabla 8, debido a las malas prácticas de manufactura en las que incurren en el día a día, causando pérdidas por parte de unidades que se dejan de producir, y sus malas prácticas conlleva usualmente en el pago de horas extra para poder cumplir los pedidos.

*Tabla 8.
Capacidad de producción real vs capacidad de producción utilizada*

	Tipo de queso	Producción diaria /U.	U./lote	Número de lotes	U./Hora	Min/U.
Capacidad real	Doble crema	200	50	4	50	0.83333
	Saravena	100	50	2	50	0.83333
	Total	300				
Capacidad utilizada	Doble crema	80	40	2	40	1.33333
	Saravena	30	15	2	25	0.5
	Total	110				

Nota: Realizado con datos recopilados de Lactiquesos S.A.S.

La tabla 9 da un comparativo donde se puede observar la capacidad real y la capacidad utilizada, mostrando las unidades(U.) producidas por hora y minuto más los lotes que produce cada una, dando como resultado, un 37% de utilización de la capacidad real que la empresa posee para producir.

*Tabla 9.
Costo anual por unidades dejadas de producir*

Tipo de queso	Día	Semana	Mes	Año
Doble crema	\$250 000	\$1 500 000	\$6 000 000	\$72 000 000
Saravena	\$172 500	\$1 035 000	\$4 150 000	\$49 680 000
Total	\$422 500	\$2 535 000	\$10 150 000	\$121 680 000

Nota: Realizado con datos recopilados de Lactiquesos S.A.S.

Al determinar en base al tiempo las unidades que se dejaban de producir, se condujo al cálculo realizado en la tabla 10, estableciendo en cuanto ascendía el dinero que se dejaba de percibir anualmente por esta subutilización de la capacidad de producción estando este diferenciado en 4 unidades de tiempo distintas para facilitar su cálculo y comprensión.

*Tabla 10.
Costo anual por horas extra*

Número de operarios	Día	Semana	Mes	Año
	2	6	24	288
Costo por 1 operario	\$ 8 626	\$ 25 878	\$ 103 512	\$ 1 242 139
Costo por 2 operarios	\$ 17 252	\$ 51 756	\$ 207 023	\$ 2 484 278
total	\$ 51 756	\$ 155 267	\$ 621 070	\$ 7 452 835

Nota: Realizado con datos recopilados de Lactiquesos S.A.S.

A pesar de que la utilización de la capacidad solo asciende a un 37% el uso de horas extra se ve necesario ya que por la falta de compromiso y personal calificado para la producción de quesos, se pierden 4 horas por conceptos de alistamiento de los equipos, pérdida y mal uso de materia prima además de charlas indebidas del personal, demorando el proceso de una manera exagerada lo que conlleva a que en la jornada laboral ordinaria no se logre producir las unidades necesarias para el cumplimiento de la demanda diaria, incurriendo en costos de horas extras(ver tabla 10).

1.2.1 Árbol de problema.

A continuación, en la figura 6, se presenta mediante un árbol de problema las causas y efectos que provocan la baja productividad en Lactiquesos S.A.S., teniendo en cuenta la insatisfacción a la demanda y la pérdida de producción como los principales causantes de una baja productividad.

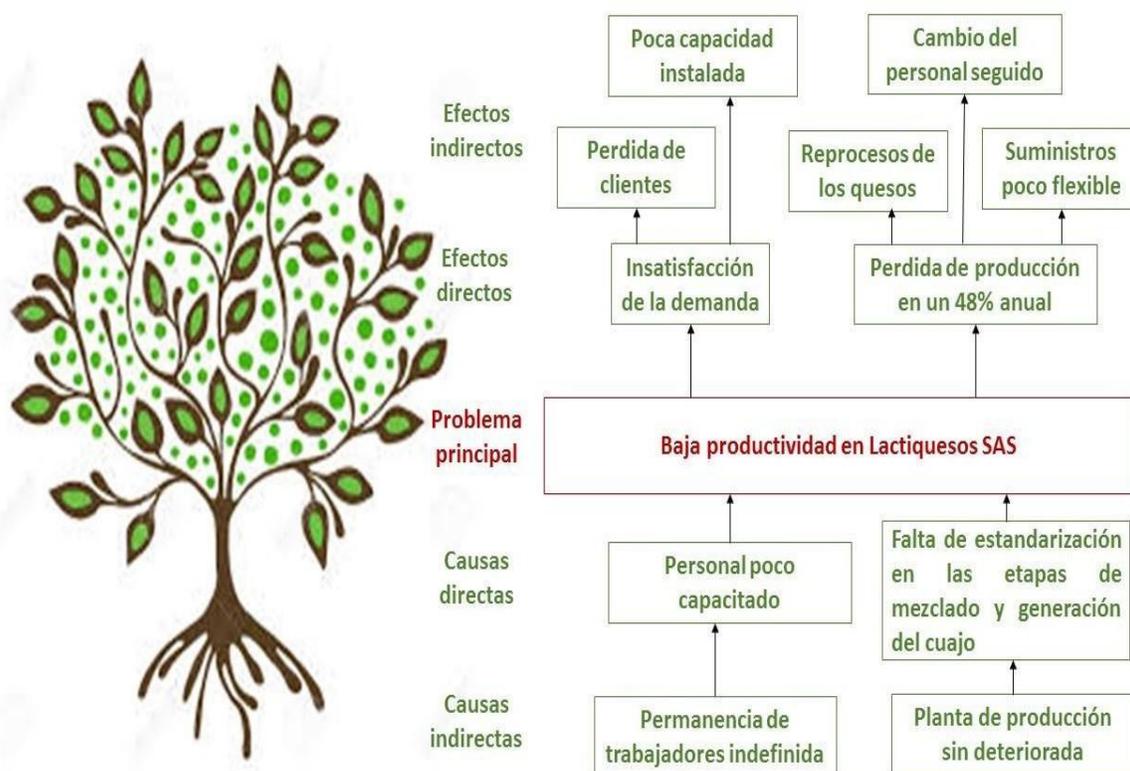


Figura 11. Árbol de problema, Autoría propia, (2019).

1.2.2 Análisis de modo de fallos y efectos (AMFE).

El análisis de modo de fallos y efectos “es una herramienta que sirve para evaluar de forma sistemática los fallos y/o efectos que puedan aparecer en un proceso, con la finalidad de evitar su aparición” (ICS, S.f.). es por ello que, para un primer diagnóstico, se decidió aplicar un AMFE en donde se siguió 6 pasos teniendo como referencia estudios previos de la aplicación de esta herramienta.

Identificación de fallos.

La determinación de fallos se realizó por medio de entrevistas informales y descripciones por parte del personal involucrado en el área de producción, siendo lo más objetivos posible en las repercusiones de los posibles fallos en todo el proceso productivo, siendo claros en las afectaciones.

Clasificación de la severidad (S) de los efectos

La severidad será tomada en cuenta sin importar su frecuencia de ocurrencia, ya que lo que prevalece, es el posible daño a el sistema productivo, las afectaciones a la salud del cliente y la vida de los bienes producidos.

Tabla 11.
Clasificación de la severidad del fallo

Calificación	Categoría	Descripción
5	Muy alta	Representa Daños Extremos hacia el cliente y el personal
4	Alta	Representa daños elevados hacia el cliente y el producto final
3	Media	Representa daños leves hacia el producto y el cliente
2	Baja	Representa cierto grado de daño al proceso, pudiéndose corregir
1	Muy baja	Si ocurriese no representa daño en los elementos del proceso

Nota: Elaboración propia (2019)

Para la clasificación de la frecuencia de aparición de los posibles fallos en la empresa, se procedió a tomar información que se encontraba en los registros del área de producción (Escasa) y según la experta del personal, con lo cual se generó una tabla de ocurrencia de fallos.

Tabla 12.
Clasificación de ocurrencia de fallos

Ocurrencia		
Calificación	Categoría	Descripción
5	muy probable	El fallo aparecerá seguramente
4	probable	El fallo aparece frecuentemente
3	media	aparición de fallo ocasionalmente
2	poco probable	Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares
1	escasa probabilidad	Sin antecedentes de ocurrencia

Nota: Elaboración propia, (2019).

El criterio de detección tiene en cuenta que tan fácil se percibe la falla, es decir si se detecta simple vista o se requiere de elementos tecnificados

Tabla 13.
Clasificación de detección de fallo

Detección		
Calificación	Categoría	Descripción
3	Difícil	No se puede detectar sin un estudio especializado
2	Medio	Detección con instrumentos de medición
1	Fácil	Detección fácil a simple vista

Nota: Elaboración propia, (2019).

Número de probabilidad de riesgo(NPR): El NPR resulta de la multiplicación del valor de la severidad por la ocurrencia por la detección($S * O * D$), el cual se ha decidido que indique cuándo se debe intervenir, es por ello que se ha establecido una clasificación de acción.

Tabla 14.
Escala de atención de NPR

Escala de atención NPR				Acción
Entre	30	Y	75	Intervenir de inmediato
Entre	11	Y	29	Intervenir de forma rápida
Entre	1	Y	10	Intervenir cuando se considere idónea

Nota: Elaboración propia, (2019).

Identificación de acciones recomendadas: Según el tipo de fallo se procedió a generar una serie de propuestas para la mitigación y la posible eliminación del fallo, teniendo en cuenta el proceso, e involucrando al personal responsable de esa área en específico.

Tras el establecimiento de estos seis pasos se procedió a generar el análisis AMFE, en donde el resultado fue el siguiente:

Tabla 15.
Tabla AMFE

Proceso	Modo de falla	Situación Actual							Recomendaciones	Responsable
		Efecto	Causa	Consecuencias actuales	Severidad	Detección	Nivel de Peligro	Recomendaciones		
Recolección de la leche	Ruptura de cadena de frío	Pérdida de materia prima	falla del termo King del camión cisterna	Se pierde temperatura del termo King	2	5	3	30	Se recomienda la constante revisión de los sistemas de control del termo King	Sin asignar

Recolección de la leche	Mala higiene de los equipos de recolección	Pérdida de materia prima	Uso incorrecto de los elementos limpiadores	No se controla	3	5	2	30	Se recomienda el establecimiento de controles, por medio de planillas de limpieza así como la capacitación del personal en temas de higiene	Sin asignar
	Leche de mala calidad	Pérdida de materia prima	Descuido por parte del recolector	Revisión por parte del operador	2	5	2	20	Se recomienda el acompañar a los proveedores con capacitación en manipul	Sin asignar

								ación de leche.		
	Acidificación de la leche	Pérdida de materia prima	Altas temperaturas durante el transporte	Sensor del termo King	2	5	2	20	Se recomienda el acompañar a los proveedores con capacitación en manipulación de leche.	Sin asignar
Almacén en los Silos	Proliferación de microorganismos	Pérdida de materia prima	Ingreso de leche contaminada, Fallo en sistemas de enfriamiento.		2	5	3	30	Se recomienda una constante limpieza de los silos	Sin asignar
	Aumento de la temperatura	Pérdida de materia prima	Fallo en sistemas de enfriamiento	Sensor de temperatura	2	5	2	20	se recomienda la revisión de los	Sin asignar

				a del silo					sistemas de control así como los sistemas de enfriamiento	
pasteurizado	Mala pasteurización	Pérdida de materia prima	Temperatura no óptima para la eliminación de microorganismos	No se controla	2	5	3	30	Revisar los sistemas de temperatura de la pasteurizadora	Sin asignar
hilado del queso	Acidificación de la leche	Pérdida de producto final	Error en procesos anteriores	No se controla	2	5	2	20	Revisar la calidad de la leche	Sin asignar
	Mala higiene de la hiladora	Pérdida del producto final	Mala Limpieza del equipo	No se controla	2	5	3	30	Limpiar constantemente y con los implementos correctos	Sin asignar

									la hiladora
	Mal sellado de las bolsas	Pérdida de vida útil del producto final	Error por parte del operador	No se controla	2	3	1	6	Capacitar al personal al momento de empacar el producto
empacado	Contaminación del producto final	Intoxicación del cliente	Zona de empaque con la Higiene	No se controla	3	5	2	30	Capacitar al personal en higiene además de limpiar el área de empaque
Frigorífico	Contaminación del producto final	Intoxicación del cliente	Pérdida de cadena de frío	No se controla	2	5	2	20	Revisión sobre integridad de la higiene el

									frigorífico
				Senso					Mantene
	Temper	Pérdi	Falla en	r de					r los
	atura	da de	los	temp					sistemas
Frigorífi	errónea	produ	sistemas	eratur	2	5	1	1	de Sin
co	de	cto	de	a del				0	enfriami asigna
	enfriami	termi	enfriami	refrig					ento en r
	ento	nado	ento	erado					óptimas
				r					condicio
									nes

Nota: Elaboración propia. (2019)

1.3. Formulación del problema

Según lo anteriormente mencionado y al diagnóstico preliminar de la empresa Lactiquesos S.A.S., surge la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar la productividad de Lactiquesos S.A.S. Implementando herramientas basadas en Lean?

Para ello se requiere responder a la sistematización del problema, en donde surgen las siguientes preguntas:

1.4. Sistematización del problema

- ¿Qué variables intervienen en el proceso productivo de Lactiquesos S.A.S. desde sus entradas hasta sus salidas?
- ¿Cuál es la capacidad actual instalada de Lactiquesos S.A.S.?
- ¿Cómo afecta el tener una distribución en planta inadecuada a la hora de producir en Lactiquesos S.A.S.?
- ¿Cuáles son los focos de generación de desperdicios más importantes?
- ¿Cómo afecta a la rentabilidad de Lactiquesos S.A.S el no cumplir con su demanda?

2. Justificación

Es de tener en cuenta que el uso de herramientas lean es muy importante, ya que según Asoleche (2017) “los precios de los lácteos se verán afectados por el vencimiento de leyes que regulan el ingreso de lácteos”, procedentes de la unión europea, estados unidos, y países vecinos como Ecuador y Brasil, con lo cual el uso de herramientas Lean como SMED, 5s y otras, ayudan a la empresa Lactiquesos S.A.S a mantenerse en el mercado ofreciendo productos de calidad con precios competitivos, además tan solo en el año 2018 Lactiquesos SAS, dejó de percibir \$ 121 680 000 COP, tan solo por producto no producido, es por ello que al proponer una mejora en el área de producción en Lactiquesos SAS, podría ayudarle a aumentar su rentabilidad por medio del aprovechamiento de la capacidad de producción que poseen sin dejar de lado el mejoramiento y sostenimiento de la calidad que el producto ofrece y puede llegar a ofrecer al realizarse los cambios pertinentes que la planta requiere , por consiguiente obtener recursos para posible inversión que le permita una mayor cobertura.

De no realizar ningún cambio de forma inmediata o en un furo cercano la planta no podrá cumplir con la demanda que se posee actualmente, ya que los fallos encontrados a lo largo de las visitas realizadas indican un claro y constante deterioro tanto en la maquinaria, herramientas e implementos usados para la elaboración del producto, lo que conllevaría al cierre de las instalaciones de Lactiquesos S.A.S.

Además, con la elaboración de este trabajo se opta por, el título de ingeniería industrial avalado por la universitaria agustiniana.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejoramiento a la productividad de la empresa Lactiquesos S.A.S., haciendo uso de herramientas de Lean Manufacturing.

3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el estado actual de la empresa bajo la metodología Lean Manufacturing.
- b) Diagnosticar el estado actual de la estrategia de las 5S.
- c) Exponer un plan de mejoramiento de las 5S.
- d) Estructurar un programa básico de mantenimiento.
- e) Designar un plan de capacitación en la filosofía 5's, SMED, Poka Yoke y mantenimiento autónomo.
- f) Aumentar en un 10% o más los ingresos de Lactiquesos S.A.S con respecto a el dinero que se deja de percibir anualmente.
- g) Elaborar una propuesta de implementación, con su correspondiente relación costo beneficio que permita dar viabilidad al proyecto de mejoramiento.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes de la investigación

Las filosofías Lean es mundialmente utilizada para la conformación y optimización de cualquier sistema productivo sin importar el bien o servicio con que se esté trabajando. En la filosofía Lean se utiliza una diversidad de métodos como lo son Poka Yoke, kaizen, Hoshin, 5S, SMED, Kanban etc.

En el siguiente apartado se abordarán una variedad de autores y diferentes escritos relacionados al tema de investigación, en los cuales se basó para la resolución del problema propuesto, dado que se buscó una manera de implementar la metodología Lean en esta compañía.

Un primer artículo de investigación corresponde a Arrieta (2007) titulado “Interacción y conexiones entre las técnicas 5s., SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo”. tratando la interacción de tres métodos de manufactura esbelta donde se interrelacionan en la búsqueda del mejoramiento continuo en las empresas, la implementación de estos sistemas cuenta con un paso a paso dado que las interacciones cuentan varios puntos de intersección que determinan el paso al siguiente método. Este artículo ayudará a la comprensión de cómo relacionar correctamente los métodos necesarios para la conclusión de nuestro proyecto de grado.

El método de estudio empleado fue una caracterización de cada una de las técnicas mencionadas, con esto encontrando o determinando relaciones simbióticas que pueden tener las técnicas como puntos similares de análisis u objetivos compartidos.

Algunas de las conclusiones a las que llegaron son las siguientes: Arrieta (2017) Afirma: “Uno de los principales problemas para la implementación de la mejora continua es el desconocimiento de sus interrelaciones, en consecuencia el desaprovechamiento de cada una” (p. 147) una segunda conclusión sería Arrieta (2017) Afirma: “La formación y delegación de responsabilidades al personal de producción es vital para la implementación adecuada de las técnicas de mejoramiento continuo; el mejoramiento depende de los operarios, con una adecuada guía y apoyo de la dirección”. (p. 147) una tercera y última conclusión sería.

Una empresa que integre sus técnicas de mejoramiento continuo, está cada vez más cerca de lograr que su sistema de manufactura se constituya en una ventaja competitiva. Estas técnicas permiten explorar las debilidades corporativas, especialmente en aspectos productivos y motivacionales; estos últimos son la base que hace que el proceso de mejoramiento se irrigue a todo el personal y se logren los objetivos de trabajo, con el fin de obtener mayores niveles de productividad en todas las áreas. (Arrieta,2017, p 147)

Este trabajo se relaciona con el proyecto de grado en curso ya que da las pautas que deben tener en cuenta al momento de relacionar algunas de las técnicas que se tienen como objetivo aplicar en este trabajo.

Un segundo documento con título “Cómo reducir el tiempo de preparación” (Restrepo Correa, J., & Medina V, P., & Cruz T, E. 2009). aborda de una forma clara cómo reducir el tiempo de preparación usando la metodología S.M.E.D.

Un tercer artículo corresponde a Ballesteros (2008) con título “Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas”. muestra una guía de la implementación de metodología Lean en empresas colombianas.

Su método de recolección de datos se basa en la revisión bibliográfica de los componentes de Lean y su sistematización en una empresa tradicional colombiana, dando unos criterios que están deben cumplir para la implementación de Lean.

Algunas conclusiones a las que llegaron son las siguientes Ballesteros (2008) afirma:

Los empresarios colombianos deben contribuir a fortalecer los nuevos paradigmas de las estrategias de producción, que han ido consolidándose y enriqueciendo en forma progresiva con los recientes aportes teórico prácticos, producto de la investigación en el amplio escenario de la Administración de Operaciones (p.228)

Una segunda conclusión dada por el autor es la siguiente Ballesteros (2008) afirma:

El sistema de producción esbelta está asociado fuertemente con el sentido común y por eso su implementación exige una adecuada preparación en la cultura organizacional, donde todos, directivos y empleados estén comprometidos a cambiar sus tradicionales formas de pensar y de trabajar (p. 228).

Una conclusión más dada por Ballesteros (2008) afirma:

Se observa en este artículo que el enfoque del sistema es la eliminación de toda clase de desperdicios (o muda). Para esto es importante el desarrollo de un pensamiento estratégico y esbelto que permita “hacer más con menos” y brindar una manera de hacer el trabajo en un ambiente más agradable y satisfactorio, mediante la retroalimentación oportuna de los esfuerzos por convertir el desperdicio en valor. Definitivamente se debe aprender a trabajar en equipo. (p.228)

Este documento se relaciona con el proyecto de grado en curso ya que da un paso a paso con base en empresas colombianas que desean aplicar Lean Manufacturing en sus procesos.

Un cuarto artículo corresponde a Dinas, Franco y Rivera (2009) con título “Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing”. Evalúa cómo

afecta a las personas la implementación de estos conceptos dando una guía para la enseñanza y apropiación de los mismos para con los empleados siendo así tanto una labor de mejora en la compañía como una de aprendizaje. Su método de recolección de datos es basado en una revisión literaria donde se tomó datos históricos sobre la conformación de lo que hoy se conoce como Lean Manufacturing, pensamiento sistémico y diseño circular.

Algunas de las conclusiones a las que llegaron los autores son las siguientes Dinas Franco y Rivera (2009) Afirman:

La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing implica un involucramiento del personal para que participe y gestione el proceso de mejoramiento continuo. Esto se muestra en la influencia que tiene el ciclo formado por la motivación y las técnicas 5S y Kaizen sobre las demás técnicas y variables del diagrama. Este ciclo se ha llamado “ciclo súper virtuoso” debido a que sus componentes se influyen en ambas direcciones y crean un comportamiento reforzador que amplía su efecto. (p.138)

Una segunda conclusión dada por los autores es la siguiente Dinas, et al. (2009) afirma: “Las variables contenidas en este modelo se pueden clásica en tres subgrupos, las técnicas de Lean Manufacturing (en mayúscula), resultados internos (producción exite, contabilidad, por ejemplo) y resultados externos (ingresos, ventas pérdidas, nivel de servicio)”. (p.138) una tercera y última conclusión sería Dinas, et al. afirma: “SMED/Tamaño de lote: Al reducir los tiempos de alistamiento al mínimo se pueden producir tamaños de lote más pequeños procurando que el cambio en el lote producido genere el menor impacto posible en el tiempo de producción”.

Este documento se relaciona con el proyecto de grado en curso ya que como uno de los objetivos que se tienen es capacitar a los trabajadores en la filosofía que Lean comprende, de este modo el artículo proporciona métodos de enseñanza en Lean útiles para el proyecto de grado.

Un quinto artículo de investigación corresponde a Alkhoraif, Rashid y McLaughlin (2018) con título “Implementación Lean en pequeñas y medianas empresas: Revisión literaria” en inglés “Lean implementation in small and medium Enterprise: literature review”, Trata sobre la implementación de una metodología para que las pymes la puedan implementar. Esta investigación hizo un estudio en el cual utilizaron unos 403 artículos, en varios bases de datos para poder lograr el objetivo.

En este artículo la información la forma de recolección de datos se hizo a través de los otros artículos, los cuales fueron clasificadas en cuatro categorías para mayor síntesis (Un resumen de

Lean, visión general de las Pymes, Metodología de la investigación y Revisión de resultados), esto se hizo a través de líneas explicativas y su categorización.

En una de las conclusiones a la que llegaron los autores Alkhoraif, Rashid y McLaughlin (2018) afirman: “se ha demostrado la falta de información y conocimiento relacionado con la implementación de Lean en las Pymes”. Una segunda conclusión a la que llegaron los autores Alkhoraif, Rashid y McLaughlin (2018) afirman: “que se ha demostrado el uso de la metodología de la revisión sistemática el cual es adecuado para una revisión extensa como estudio actual.”

Una tercera conjunción a la que llegan los autores Alkhoraif, Rashid y McLaughlin (2018) afirman: “Que las primeras barreras para una implementación de Lean exitosa en las pymes abarcan en una cultura organizativa inadecuada (estrategia y visión erróneas) utilizando herramientas Lean incorrectas”.

Esta investigación se relaciona con el documento ya que se puede utilizar como guía para la implementación de Lean y mirar porque las Pymes no surgen así utilicen Lean.

Un sexto artículo de investigación corresponde a AlManei, Salonitis y Xu (2017) llamado “Marcos de implementación Lean: los desafíos para las pymes” o en inglés “Lean implementación frameworks: the challenges for SMEs”, habla de los marcos para poder introducir Lean en las pymes y nos muestra la necesidad que tienen con cada marco. También nos dice de los beneficios y sus inconvenientes en la implementación de los marcos.

Alguna de las conclusiones a las que llegaron los autores AlManei, Salonitis y Xu (2017) afirman:

Las PYMES “comienzan su camino magro a través de una revisión bibliográfica estructurada” es por eso que “se hacen varios estudios centrados en la implementación de Lean en las PYMES en varios países alrededor del mundo” (p. 5), esto para saber cómo las empresas sobreviven al implementar Lean.

Una segunda conclusión dada por los autores AlManei (2017) es la utilización de “controladores y las barreras para la implementación e identificación de un análisis de campo de fuerza”, con el fin de saber los principios de los marcos de implementación Lean basados en estos.

Este artículo da una idea de cómo aplicar marcos Lean en las Pymes y cómo se puede hacer uso de: una hoja de ruta, controladores y barreras, y como esta implementación contiene los principios Lean.

Un séptimo artículo de investigación corresponde a Sánchez (2005) con título “Impacto de las averías e interrupciones en los procesos. Un análisis de la variabilidad en los procesos de producción”. En este artículo se habla de cómo las interrupciones afectan el desempeño de la línea de producción.

La forma de recolección de datos de este documento se basa en la simulación de distintos procesos de producción donde son afectados intencionalmente con fallos y averías para posteriormente analizar sus datos en un modelamiento matemático.

Algunas de las conclusiones son las siguientes Sánchez (2005) afirma:” Desde luego el ideal en una empresa es que no haya paros de máquinas; pero si éstos se dan es preferible tener máquinas que presenten fallas cortas y frecuentes a tener máquinas con fallas largas y poco frecuentes” (p.75) una segunda conclusión a la que Sánchez (2005) afirma:

Los planteamientos del TPM (Mantenimiento productivo total) tratan de hacer previsible, cortas y regulares las fallas de las máquinas, lo cual tiene un impacto sobre los principales indicadores de desempeño de la línea de producción. TPM busca entonces, reducir la variabilidad de los procesos industriales. (p.75)

Como tercera y última conclusión Sánchez (2005) afirma:

Es posible cuantificar el impacto que tienen las interrupciones dominantes (paros que obliguen al operario a interrumpir el proceso de una pieza) sobre aspectos vitales para la supervivencia de una empresa tales como: inventario promedio, tiempo de ciclo, nivel de servicio, e incluso los modelos matemáticos se pueden utilizar para determinar las consecuencias financieras de una modificación en un proceso. (p.75)

Este documento se relaciona con el proyecto de grado en curso ya que uno de los objetivos que se tienen es la implementación de un plan de mantenimiento que comprenda los aspectos correctivo y preventivo, con esto en mente el documento proporciona un punto de referencia al proyecto de grado.

Un octavo documento corresponde a García (2011) llamado “Factores del éxito en el mantenimiento productivo total” En este documento presenta una encuesta realizada con la escala Likert a 203 empresas en las cuales se dieron unos ítems que se relacionaban con una acción o etapa de TPM dando como resultado una guía práctica de los factores de éxito en TPM. La forma en la que el autor recolectó la información necesaria fue por medio de una encuesta a 203 empresas la cual contaba la escala de ponderación Likert, la encuesta consta con 20 ítems,

esta se validó mediante el índice Alfa de Cron Bach, aplicó un análisis factorial exploratorio con el método de componentes principales.

Una conclusión a la llegó el autor es expuesta a continuación, en una primera instancia García (2011) afirma:

En base al análisis factorial exploratorio aplicado a la información y los resultados obtenidos, se concluye que los principales factores de éxito de TPM de tipo administrativo son el compromiso de la alta gerencia, las 5s y el involucramiento de los operarios en aspectos administrativos de TPM. (p.138)

Un noveno documento corresponde a Gómez (2011) titulado “Mantenimiento productivo total TPM”. En este documento habla sobre la historia, herramientas comunes en TPM y nos una introducción general a el paso a paso para el desarrollo de los pilares TPM.

La forma de recolección de los datos para este documento se basó en una revisión literaria e histórica acerca del TPM, dando una síntesis General sobre las herramientas que se requieren para su uso y pilares que componen este mismo.

Este documento se relaciona con el proyecto de grado en curso ya que al dar una síntesis general de los componentes de TPM, es de gran utilidad al relacionar las herramientas de ingeniería que se usarán.

Un décimo trabajo Titulado “Propuesta de Implementación de la metodología de las 5S para la mejora de la gestión del almacén de suministros en la empresa Molitalia SA. Sede los olivos” escrito por Bach, Silvia, en donde utiliza la herramienta de la 5S para el mejoramiento del uso de almacenes de suministro, logrando como resultado final la implementación completa del sistema de 5s en la organización.

Un undécimo documento es el proyecto es de Álvarez y Herreño (2014). Llamado “Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para reducción del tiempo de cambio de producto, en la empacadora MW42 en papeles nacionales S.A.”. Esto se logró gracias a la metodología SMED que implementaron en su proyecto, donde consiguieron reducir el tiempo en un 56% en el cambio de los productos en las presentaciones de rollos higiénicos en sus dos variedades, de la máquina empacadora de rollo MW42., esto produjo un ahorro en los costos de hasta unos \$104 125 448 COP.

Este documento se relaciona con el proyecto en curso, es en propuesta de SMED para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa mediante herramientas y/o diagnóstico Lean, este es uno de los objetivos establecidos para la empresa.

En un duodécimo documento es el proyecto de Gacharná y González (2013). Llamado “Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones MERCY, empleando herramientas de Lean Manufacturing”. Este documento alberga propuestas de mejoramiento con la cual lograron identificar problemas y desperdicios en procesos productivos mediante las herramientas Lean Manufacturing. Al igual implementaron simulación su empresa para reducir tiempos en una de las máquinas de producción.

Este documento de relaciona con el proyecto en curso, es la aplicación de las herramientas Lean en la empresa y la simulación para evidenciar mejoras en el proceso productivo.

Un decimotercer documento es el proyecto de Peralta y Rocha (2015). Llamado “Propuesta de implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa AJOVER S.A.” En donde aplicaron el modelo de gestión de Lean Manufacturing para ajustar los procesos para que se alinean con los 5 principios de la filosofía. Con el fin de diseñar fluidez en los procesos en los niveles de eficiencia para lograr más competitividad mediante la recolección de datos.

Este documento está relacionado con el proyecto en curso en la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing donde utilizan varias de sus herramientas que pueden ser guía para la implantación del proyecto en curso.

Un decimocuarto documento es el proyecto de Giraldo, Saldarriaga y Moncada (2013). Llamado “Diseño de una metodología de implementación Lean Manufacturing en una pyme (MOMENTOS CLASSIC)”. Ellos diseñan la implementación de la unión de tres herramientas de Lean Manufacturing, las cuales son las 5s, SMED y JIT, en la búsqueda de eliminar todas las operaciones y/o actividades que no agreguen valor al proceso y a la empresa.

Este documento está relacionado con el proyecto en curso, ya que sirve como guía de cómo hacer uso de herramientas como SMED y 5s.

Un decimoquinto documento es el proyecto de Valdés (2012). Llamado “Propuesta de implementación del Lean Manufacturing para la optimización de los sistemas logísticos en la empresa Servientrega internacional”. Con la ayuda de herramientas Lean Manufacturing se pudo identificar tareas ineficientes e innecesarias, también se modificó métodos de trabajos para minimizar tiempos y se realizó ajustes para la contribución y apoyo del personal.

Este documento está relacionado con el proyecto en curso porque se puede observar cómo se implementa la filosofía Lean mediante sus herramientas en una gran empresa como lo es Servientrega y como con esto hace que el personal encargado contribuya y se comprometa más en la empresa y de sus procesos.

Un decimosexto documento es el proyecto de Alfonso y Torres (2019). Llamado “Propuesta de mejora del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 mediante la filosofía Lean Manufacturing en la empresa Carpas & cubrimientos C&C SAS”, donde gracias a el diagnóstico de Lean Manufacturing se logró conocer el estado de la empresa y mejorar cada y suplir cada deficiencia que se encontraba. Esto se logró con propuestas de 5S, Poka Yoke, Kanban, VSM, indicadores de desempeño y la elaboración del OEE.

Este documento está relacionado con el proyecto en curso ya que es una guía base en la implementación de la metodología Lean Manufacturing en un proyecto de grado y a su vez proponiendo las mejoras necesarias, al igual que sus referencias metodológicas.

4.2. Marco teórico

4.2.1. Lean manufacturing.

Carrera y García en su libro definen Lean Manufacturing una necesidad (2010), se define como: “La mejora de un sistema manufacturero, mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio toda acción que no aporte valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar”

Lean Manufacturing nace en Japón en el grupo Toyota, en donde Sachiki Toyoda da un primer acercamiento a Lean, al implementar un sistema de alarma que detectaba la aparición de fallas en un equipo, logró aumentar la cantidad de productos conformes, mediante el Jidoka, o control manual, con el pasar de algunos años Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, estudian los modelos de producción estadounidenses, concluyendo que la mejor forma para reducir costes era mediante la eliminación de desperdicios, aplicando y mejorando, el método Just in time, propuesto por Keiichiro Toyoda, además, gracias a esto se establece el sistema de producción Toyota o TSP, modelo basado en producir según la demanda y cuando el cliente lo solicite. Fue en 1973 durante la crisis del petróleo, que las filosofías Lean toma fuerza al expandirse por el mundo ayudando a reducir costos de producción, aumentado la calidad, y adaptándose al contexto en donde era aplicada, Carrera y García (2010), es de tener en cuenta que el término de Lean Manufacturing es acuñado en el libro titulado: *the machine that changed the world* (workman et al 1990).

4.2.2. Filosofía Lean manufacturing.

Para poder hacer uso de Lean Manufacturing como eje en la búsqueda de oportunidades de mejora es necesario conocer las herramientas con las que Lean cuenta, entre las cuales está:

5 S:

Esta herramienta se basa en que, si se tiene todo ordenado y limpio en el área de trabajo, los materiales y elementos que se utilizan cotidianamente en el proceso de manufactura, se logra una sinergia entre elementos de trabajo y hombre, esto para hacer posible reducción de tiempos de alistamiento, mejor comunicación entre los operadores, eliminar rutinas que expongan a riesgos innecesario a los operadores Carrera y García (2010) Las 5 S se basa en 5 pilares los cuales son:

Seiri: Clasificar, Consiste en revisar todos los elementos de trabajo clasificando si funcionan o no funcionan y seguido eliminarlos.

Seiton: Orden: Consiste en ordenar cada elemento que sirva en un lugar específico y de fácil acceso.

Seiso: Limpieza, Trata de mantener en pulcro estado el área de trabajo, aumentando así la vida de los equipos y mejorando la moral del equipo de trabajo.

Seiketsu: Estandarización, Este pilar consiste en mantener los estados anteriores mediante tableros de información, instrucciones o procedimientos, transformándolos en tareas cotidianas

Shitsuke: Disciplina, Tras aplicarse los pilares anteriores, se debe convertir en una filosofía de trabajo, aplicando capacitaciones a todos los miembros del equipo de trabajo, generando disciplina y respeto por las normas.

SMED:

Sus siglas significan single minute Exchange of die o cambio rápido de herramienta, consiste en utilizar el menor tiempo posible en alistamiento, todo con el fin de adaptarse a los cambios que un mercado en evolución constante exige.

Poka Yoke:

Son métodos a prueba de errores, que evitan errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, haciendo posible que las personas se centren en sus labores. Luis Socconini (2014).

Total productive maintenance (TPM):

Es una metodología desarrollada en la empresa japonesa Nippondenso, que trata sobre la utilización del mantenimiento de los equipos hacia la búsqueda de cero defectos, cero accidentes, cero fallas y cero pérdidas, en donde se involucra a todo el personal para dicho fin. El TPM se basa en 8 pilares, como lo es: Mejoras enfocadas, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento Preventivo, mantenimiento de la calidad, Salud e higiene, Eficiencia Administrativa, Control inicial, Educación y entrenamiento. Luis Socconini (2014).

VSM:

Value Stream Map o Mapa de valor, es una herramienta que permite visualizar de forma detallada que ocurre en un proceso productivo, detectándose actividades que no generan valor, entregando información de vital importancia en las actividades de gestión.

Andon:

Herramienta de origen japonés que es utilizada para el control de calidad, mediante una advertencia generalmente lumínica, que ayuda a evitar la aparición de errores en una operación, debido a que los operadores involucrados se darán cuenta, del momento exacto del inicio y la finalización de una actividad, el lugar de cada trabajo y operación, así como sus zonas seguras y peligrosas y avances en el cumplimiento de objetivos, ya que “la mayor parte de la información que captan las personas proviene de señales y signos” (Salazar, 2016). El control visual puede emplearse a través de la demarcación de las zonas de trabajo, a través de instalación de torres de luces en maquinaria y equipo, listas de chequeo y tableros de cumplimiento de resultado.

Las Mudas:

Inicialmente se habló de las 7 mudas o desperdicios las que son todos aquellos focos de ocio e inutilidad en una organización, que llegados a eliminarse dará un aumento a la rentabilidad, teniendo en cuenta lo anterior las 7 mudas originales descritas por Lefcovich (2009) son:

- a) Inventario: Está muda hace referencia a los inventarios excesivos teniendo en cuenta que al conservarlos por mucho tiempo han consumido tiempo, dinero(mantenimiento) y espacio que podría ser destinado a otros sectores
- b) Sobreproducción: Es el resultado de fabricar en exceso, gastando material e invirtiendo de más, sin generar valor alguno.
- c) Fallas y errores, áreas de reprocesamiento: Se entiende en esta muda todo lo relacionado con errores en la línea de producción generando sobre esfuerzo y pérdida de calidad.

- d) Transporte: Todo movimiento innecesario o de más de mercancía, materiales entre otros elementos, debido a una mala distribución u organización del área de trabajo.
- e) Movimientos: Todo movimiento innecesario o demás por parte del operador debido a falta de ergonomía en el área de trabajo.
- f) Esperas: Toda actividad que genera tiempos muertos en los diferentes procesos de una organización debido a alistamientos, procesos con mala circulación, cuellos de botella, papeleo excesivo entre otros.
- g) Procesamiento: Todo aquello proceso que genere actividades o tareas de más ya sea por una mala organización del proceso mismo o por falta de claridad al efectuar órdenes.

Complementado lo anterior Jeffrey K. y David Meier, en su libro *The Toyota Way Fieldbook*, publicado en el 2005, presentan una octava muda siendo la siguiente:

- h) Capacidad del personal: Es toda pérdida de información creativa –ideas- que pueda aportar el personal mediante mejoras, habilidades, tiempo de aleccionamiento, todo por no escuchar a el personal cuando es oportuno.

4.3. Análisis de modo de fallo y efectos (AMFE)

Matriz de análisis de modo y efecto de fallo: Según el libro *Certificación Lean Six sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios* (2014) Describe el AMFE como:” Método analítico y preventivo para reconocer y evaluar fallos potenciales en productos y procesos, identificando acciones de corrección y reducción de la probabilidad de ocurrencia de posibles fallos”.

4.4. Overall equipment effectiveness (OEE)

Eficiencia global del equipo OEE por sus siglas en inglés, es un indicador en donde se muestra todo lo que afecte el desempeño de un equipo teniendo en cuenta el tiempo del que se dispone para producir descontando así todo lo que afecte antes del proceso productivo, durante y después del proceso productivo, reduciéndose en disponibilidad, eficiencia y calidad.

4.5. Marco conceptual

La forma en que se entrelaza el contenido del marco referencial se evidencia en la “figura 10” en donde se muestra las herramientas y pasos utilizados para desarrollar una propuesta de mejora a la productividad en la empresa Lactiquesos SAS, en donde se expresa en forma de cuadro sinóptico.

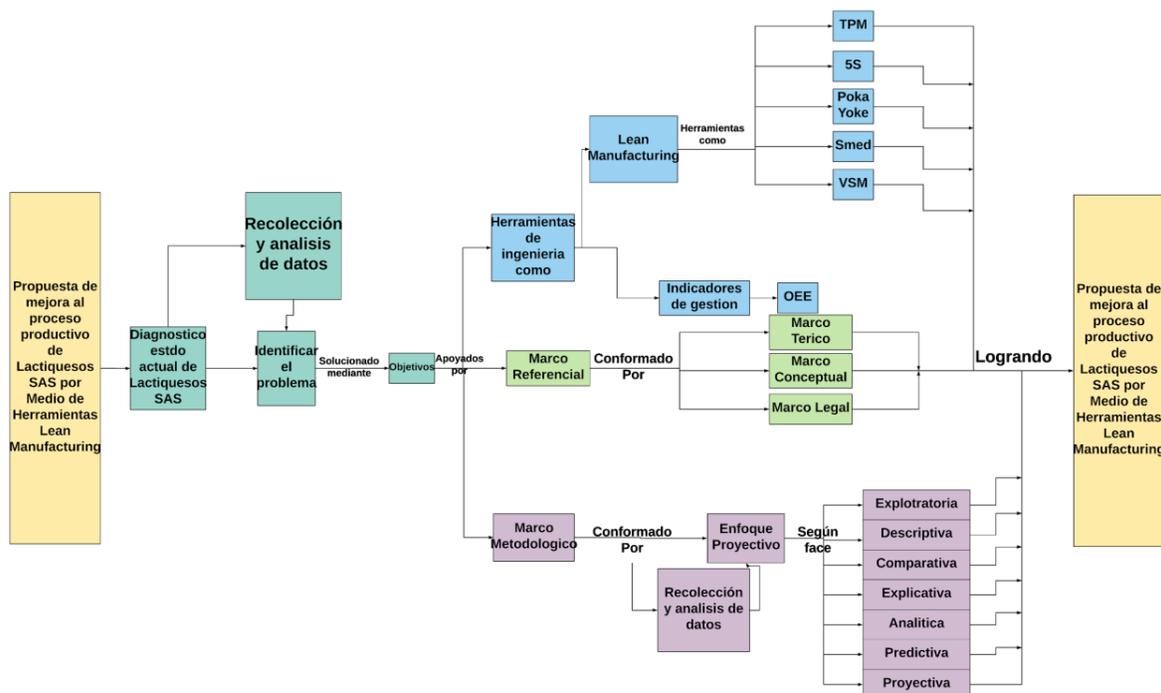


Figura 12. Marco conceptual, Autoría propia, (2019).

4.6. Marco legal

Decreto 0723 de 2013: las disposiciones sobre reglamentación de la afiliación a la seguridad de los empleados por parte del empleador.

Decreto 2437 de 1983: donde se establece la normativa sobre la producción, transporte y comercialización de leche

Decreto número 616 de 2016 28 feb. Este decreto hace referencia a los requisitos que debe cumplir la leche para el transporte, manipulación, proceso y su consumo.

La resolución 2674 del 2013: Esta resolución establece las condiciones mínimas sanitarias, en donde se especifica la señalización de las áreas de trabajo, además de la disposición final de los residuos sólidos y líquidos, también se indica la ubicación de servicios como baños para el personal y los elementos de protección personal que deben usar.

Ley 914 del 2004: Donde se establece la identificación de todo ganado bovino.

Norma 18462-MEC. Esta norma hace referencia a los requisitos y características que deben cumplir la manipulación y fabricación de quesos.

Norma ISO 14001. Esta norma hace referencia a los requisitos para que una empresa pueda identificar, priorizar y gestionar cualquier riesgo ambiental en las empresas o negocios.

Norma ISO 45001. Esta norma hace referencia a los requisitos mínimos que se debe tener en las prácticas en la gestión seguridad y trabajo para permitir la contratación de los riesgos laborales (SST).

Norma ISO 9001. Esta norma hace referencia a los requisitos para la gestión de calidad en las empresas

Norma técnica colombiana 512: donde se dictamina el rotulado de productos lácteos

Norma técnica colombiana 750: donde se establece como fabrica queso.

Resolución 2115 del 2007: Esta resolución tiene lo referente al uso de aguas para fabricar alimentos.

Resolución 2400 de 1979: Este estable las normas de seguridad de los establecimientos industriales de alimentos.

Resolución 2504 del 2004: Aquí se expone los requerimientos de vehículos para el transporte de alimentos.

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado en este proyecto según Sampiere, Fernadez & Baptista (2010a), será principalmente mixto, El método cualitativo es debido a un estudio de observación el cual permite hacer una descripción de las operaciones presentes en la empresa Lactiquesos SAS, luego se emplea el método cuantitativo para la recolección de los datos necesarios como lo es la generación de informes basados en indicadores lean manufacturing, aplicación de pruebas como AMFE y 5S, entre otros.

5.1.1. Enfoque.

El enfoque del proyecto es de tipo correlacional, en donde Sampiere, Fernadez & Baptista, lo definen como: “Describir un fenómeno, proceso, suceso, de forma tal que los investigadores, puedan definir, conceptos, variables y componentes involucrados en la investigación de forma tal que se pueda asociar dichas variables” (2010b), en donde se recolectara la información suficiente para la describir los procesos que utiliza Lactiquesos S.A.S.

5.2. Recolección de datos

La técnica de recolección de datos va hacer el mismo desde el principio hasta el final del proyecto, siendo:

- Entrevistas: Entrevistas con el dueño y operarios de la empresa Lactiquesos SAS para la recolección de datos necesarios de la compañía.
- Observación: Se tendrá una visión general de lo que ocurre en las diferentes etapas de fabricación con todos los procedimientos e información pertinente al proceso. Así mismo permitirá determinar en el producto: ¿que se está haciendo?, ¿cómo se está haciendo?, ¿quién lo hace?, ¿cuándo se lleva a cabo?, ¿cuánto tiempo toma? y ¿dónde se hace?
- Revisión documental: Se revisará todo documento que los investigadores consideren propicio para nutrir el presente proyecto.
- Encuesta: A través de encuestas se recopilará información para la realización del presente trabajo.
- Medición: Mediante el uso de medidas estándar, se normalizarán los datos cuantitativos, recopilados para la realización de este proyecto.

5.3. Variables de la investigación

Las variables independientes y dependientes del problema se han identificado según lo que afecta a los indicadores Lean que más se utilizan, en la tabla 16 se observan dichas variables.

Tabla 16.

Variables del problema

Variables dependientes	Variables independientes
Disponibilidad	Tiempo disponible Total, Horas trabajadas Tiempo perdido por paradas no planificadas Tiempo perdido por paradas planificadas
Eficiencia	Tiempo de ciclo ideal
Calidad	Velocidad de producción Total, Piezas producidas Número de piezas conformes Número de piezas no conformes Número de piezas estimadas
Tiempo de fabricación	Disponibilidad de materia prima Tiempo de producción
Tasa de cumplimiento	Inventario de producto terminado Número de piezas Aceptadas por el cliente
Pérdida de rentabilidad	Número de piezas Rechazadas por cliente Número de unidades estancadas en inventario Tiempo en actividades de no valor Tiempo de envío

Nota: Elaboración autores a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Variables intervinientes

- Cumplimiento del Decreto número 616 de 2016 28 feb. Requisitos que debe cumplir la leche para su consumo.
- Cumplimiento de la Norma 18462-MEC. Requisitos y características que deben cumplir los quesos para su consumo.
- Cumplimiento de la Norma ISO 14001. Esta norma hace referencia a los requisitos para que una empresa pueda identificar, priorizar y gestionar cualquier riesgo ambiental en las empresas o negocios.

- Cumplimiento de la Norma ISO 9001. Esta norma hace referencia a los requisitos para la gestión de calidad en las empresas
- Cumplimiento de la Norma ISO 45001. Esta norma hace referencia a los requisitos mínimos que se debe tener en las prácticas en la gestión seguridad y trabajo para permitir la contratación de los riesgos laborales (SST).
- Requerimientos de los clientes

5.4. Hipótesis

Ho: El uso de herramientas Lean mejorará la productividad de Lactiquesos S.A.S.

5.5. Población y muestra

Población

La población que será objeto de estudio para la investigación y este proyecto son los procesos de la empresa Lactiquesos SAS. Evidenciados en la siguiente tabla.

Tabla 17.

Procesos de Lactiquesos S.A.S.

Proceso	Empelados en área
Recepción de la leche	1
Hilado	2
Mezclado	1
Empaque	2
Almacén	1

Nota: elaboración propia, (2019).

5.6. Proceso metodológico

A continuación, se muestra en la figura 13, el proceso metodológico desarrollado en este proyecto propuesta.

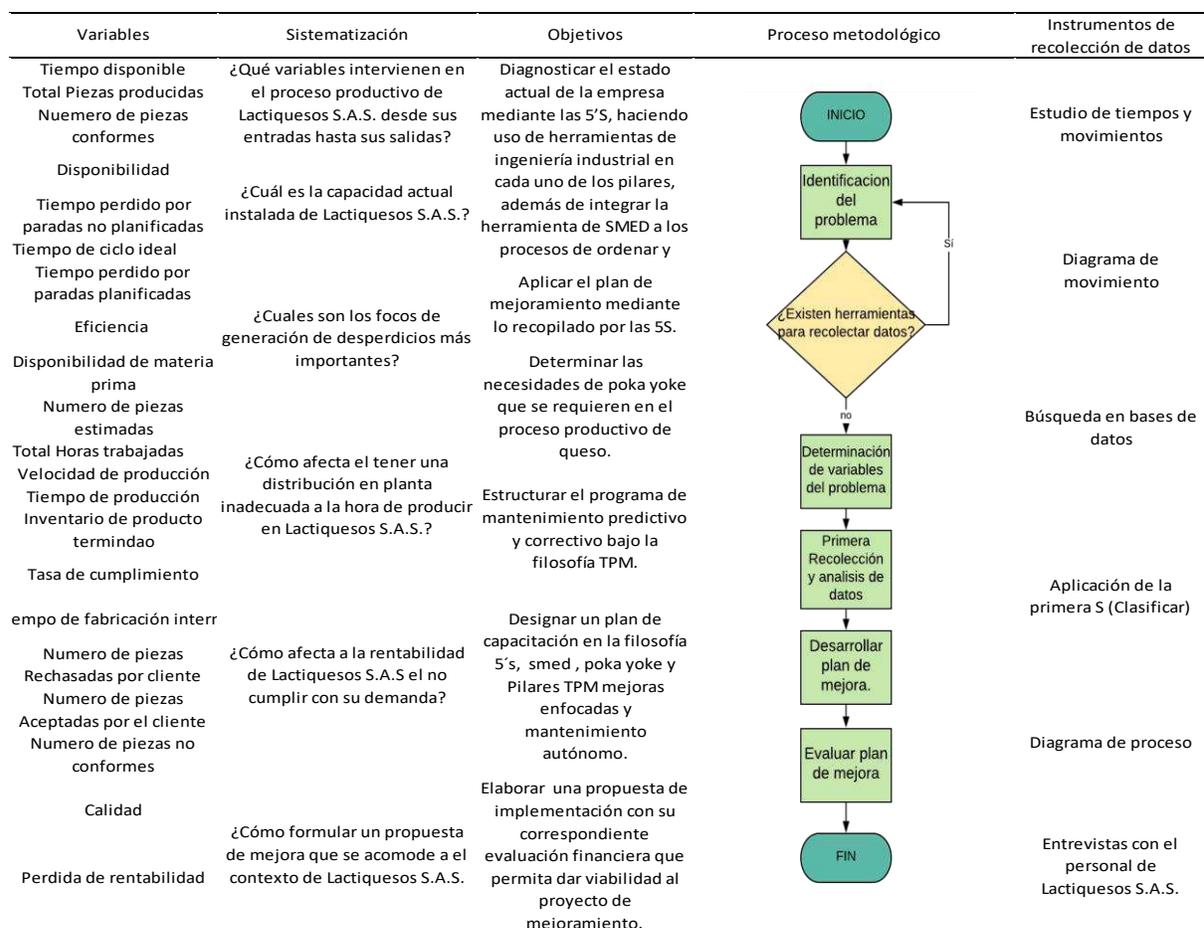


Figura 13. Proceso metodológico, Autoría propia, (2019).

5.7. Tratamiento de datos

La información del proceso productivo y del estado actual de Lactiquesos S.A.S, obtenida de entrevistas informales, pasara por medio de una clasificación entre información útil e información no relevante para el proyecto, dejándose solo la que se considere realmente necesaria, además los datos serán sometidos a un proceso de normalización de medias, de forma tal que todo quede en unidades equivalentes, otra medida tomada será la de generar tablas que indiquen de forma clara, la información recolectada, todo para que al final se realice su respectivo análisis.

6. Diagnóstico

6.1. Diagnóstico Lean

Con el fin de conocer el estado de Lactiquesos S.A.S, frente a la apropiación de filosofías de Lean Manufacturing se procedió a realizar el siguiente diagnóstico, para recopilar información sobre las posibles debilidades y fortalezas, referentes a Lean Manufacturing en la empresa.

Comunicación y cultura: En la figura 14, se puede observar que los puntos en promedio son de 1, dando así una puntuación total de 9 de 40 que es el máximo. De los 8 ítems evaluados solo sacaron 9 puntos, lo cual es muy bajo.

Item	CRITERIO	Ptos	Observaciones:
1	¿Se comunican, como mínimo, dos veces al año y a todos los niveles de la organización, los objetivos y evolución de la satisfacción de los empleados y de los objetivos de la Organización?	1	No existe comunicación de la gerencia con sus empleados, de manera formal.
2	¿Son capaces los empleados de describir, detalladamente, los objetivos de la Organización y la forma en que su trabajo contribuye a la consecución de éstos?	1	
3	¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban feedback de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o	1	No hay un proceso formal
4	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	1	Se reúnen de manera irregular generando un ambiente de trabajo desorientado, en calidad, desempeño y seguridad.
5	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	1	
6	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	2	
7	¿Los equipos de soporte, técnicos e ingenieros, tienen adquirida la rutina de: 1) ir al lugar donde ocurre la problemática para entender la situación 2) hablar con el personal de este puesto de trabajo para obtener su opinión?	1	
8	¿Se comprende y conoce el concepto de Value Stream Mapping? ¿han sido mapeados todos los procesos y los lay-outs de cada cadena de valor se han segregado?	1	
Puntuación total		9	
Máxima puntuación		40	
Valoración del parámetro Lean		0.23	

Figura 14. Evaluación a la comunicación y cultura Lean. adaptado grupo ODE, (2019).

CRM: En la figura 15, se puede observar que los puntos en promedio son de 1, dando así una puntuación total de 8 de 35 que es el máximo. De los 7 ítems evaluados solo sacaron 8 puntos, lo cual es muy bajo.

Item	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿La información sobre nuestros clientes en la base de datos está actualizada?	1	
2	¿Realizamos algún encuentro periódico con los clientes clave para que nos explique sus necesidades?	2	Los encuentros con los clientes principales se realizan de forma casual e informal, por lo que no se tiene registro alguno
3	¿Generamos datos estadísticos acerca de dichas necesidades que ayude a la mejora?	1	Hay solicitudes de producto que no puede ser satisfecha por falta del mismo.
4	¿Observamos a nuestros clientes para saber como utilizan nuestro producto y poder así generar mejoras?	1	No se realiza un estudio serio, solo se tiene una percepción por encuentros informales
5	¿Tenemos identificados los segmentos de clientes fuera de los típicos segmentos como lo son la facturación, tamaño y ubicación geográfica?	1	
6	¿Sabemos cual es la proporción de presupuestos rechazados por las propuestas no ajustada a las necesidades del cliente?	1	
7	¿Todas las personas de contacto actualizan los datos relativos a los clientes?	1	
Puntuación total		8	
Máxima puntuación		35	
Valoración del parámetro Lean		0.23	

Figura 15. Calificación CRM, adaptado grupo ODE, (2019).

5s y organización de puesto de trabajo: En la figura 19, se puede observar que los puntos en promedio son de 2, dando así una puntuación total de 13 de 28 que es el máximo. De los 7 ítems evaluados solo sacaron 13 puntos, lo cual es muy bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componentes correcto y/o scrap. Las pasillos están libres de obstrucciones?	2	Cerca del 20% del os días trabajados a la semana se tiene via libre de circulación, pero el 80% el area de trabajo esta obstruida y no esta libre de utillaje innecesario.
2	¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?	1	
3	¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?	3	Los operarios consideran parte de sus labores diarias la tarea de limpiar, pero no se tien claro practicas para el ahorro de costes.
4	¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?. ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina,... se encuentran fácilmente y están correctamente identificados?. ¿Conocen los empleados como localizarlos?	2	No hay un lugar específico para el utillaje pero los empleados ubican de manera sencilla los implementos de trabajo
5	¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad) y un histórico de problemas de calidad recientes y sus contramedidas? ¿Dichos paneles son actualizados regularmente?	1	
6	¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo y describen las comprobaciones y criterios de aceptación necesarios sobre las características del producto/proceso?	2	
7	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable?	2	No existe plan de turnos formal, pero dicha rotación se realiza por acuerdos entre operarios
		Puntuación total	13
		Máxima puntuación	28
		Valoración del parámetro Lean	0.46

Figura 16. Calificación 5s y organización del puesto de trabajo, adaptado grupo ODE, (2019).

Estandarización del trabajo: En la figura 17, se puede observar que el punto en promedio es de 1, dando así una puntuación total de 8 de 35 que es el máximo. De los 7 ítems evaluados solo sacaron 8 puntos, lo cual es muy bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿Se han desarrollado e implementado estándares para la operación de cada proceso/célula y son utilizados para la formación en el puesto de trabajo?	1	La ficha técnica no se usa como el estándar en todos los procesos
2	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones estándar al alcance y a disposición del operador?	1	Si está pero no se encuentra en todos
3	¿El Takt time de cada producto se ha utilizado como base de referencia para establecer el tiempo del proceso de cada operación y los requisitos de actuación para cada operario?	1	
4	¿Intervienen los operarios del proceso y el personal de apoyo, en el diseño y estandarización del puesto de trabajo?	1	
5	¿Se estandariza y actualiza, frecuentemente, una visualización de las operaciones que no agregan valor (cambios, controles de calidad, mantenimientos preventivos, etc....)?	2	No hay proceso formal para visializar operaciones que no agreguen valor pero, el personal empíricamente logra describir dichas operaciones.
6	¿Se comprueban periódicamente, mediante auditorías u otras herramientas, las hojas de operación estándar, comprobando la conservación de las mejoras realizadas?	1	
7	¿Habitualmente los operarios cumplen con rigor las instrucciones reflejadas en las hojas de operación estándar? ¿Se registran, investigan y corrigen los errores e incumplimientos que se producen?	1	
		Puntuación total	8
		Máxima puntuación	35
		Valoración del parámetro Lean	0.23

Figura 17. Calificación estandarización del trabajo. adaptado grupo ODE, (2019).

Mejora continua: En la figura 18, se puede observar que el punto en promedio es de 1.5, dando así una puntuación total de 10 de 35 que es el máximo. De los 7 ítems evaluados solo sacaron 10 puntos, lo cual es muy bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones:
1	¿Existe una estrategia clara respecto a la Mejora Continua en la empresa (Champions, Team leaders, identificación-priorización de proyectos, infraestructura, recursos, etc...) capaz de obtener resultados de manera sostenible y continuada?	1	
2	¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización? ¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?	1	En la reuniones de necesidades se hacen sugerencias, pero no hay un proceso formal
3	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1	Se hacen procesos de mejora, pero no es metodológica
4	¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	1	
5	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	1	
6	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	4	La gerencia a penas otorga recursos para la mejora, pero se presenta un interes de generar mejoras
7	¿Los análisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	1	
		Puntuación total	10
		Máxima puntuación	35
		Valoración del parámetro Lean	0.29

Figura 18. Calificación mejora continua. adaptado grupo ODE, (2019).

Flexibilidad: En la figura 19, se puede observar que el punto en promedio es de 1.5, dando así una puntuación total de 11 de 35 que es el máximo. De los 7 ítems evaluados solo sacaron 11 puntos, lo cual es muy bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿Se garantiza la formación de todos los empleados en el puesto de trabajo antes de trabajar solos? ¿Sólo una parte insignificante de la defectuosidad del producto/proceso es atribuible a trabajadores nuevos o inexpertos?	2	No hay programa de capacitación formal, y la mayoría de la falla en proceso es por falta de fca capacitación
2	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	1	
3	¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar lavelocidad para equilibrarse con el TAKT TIME?¿La instalación está liberada de "atascadores"?	1	La subutilizacion de la instalacion se debe a falta de un deño de plantas acorde a la maquinaria y equipo existente
4	¿Está el proceso de trabajo diseñado para poder identificar, de manera inmediata, los defectos en el momento y lugar donde se manifiesten?	1	
5	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	3	No hay proceso formal de mantenimiento pero se realizan algunas tareas basicas como limpieza
6	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	2	
7	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	1	
		Puntuación total	11
		Máxima puntuación	35
		Valoración del parámetro Lean	0.31

Figura 19. Calificación Flexibilidad. adaptado grupo ODE, (2019).

Poka Yoke: En la figura 20, se puede observar que los puntos en promedio son de 1.5, dando así una puntuación total de 11 de 40 que es el máximo. De los 8 ítems evaluados solo sacaron 11 puntos, lo cual es muy bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿Los empleados han sido formados en los métodos antierror y existe un equipo de análisis permanente de los defectos del proceso y de las oportunidades de eliminar errores?	1	
2	¿Han sido desarrollados y aplicados los dispositivos y métodos anti-error para eliminar los defectos más críticos y recurrentes de cada área o puesto de trabajo?	1	
3	¿Se han implementado los dispositivos y métodos anti-error en todo tipo de proceso (operaciones manuales; procesos automatizados e inclusive procesos administrativos)?	1	
4	¿Se controla la eficacia y se garantiza el correcto funcionamiento de todos los dispositivos y métodos anti-error implementados?	1	
5	¿Se realiza un análisis del rendimiento de todos los componentes, subconjuntos y productos en vista de identificar las mejoras en su diseño para eliminar errores y mejorar su productividad?	1	
6	¿Están autorizados los operarios a detener la línea cuando encuentran una unidad defectuosa o no pueden completar el proceso en las condiciones definidas en la hoja de operación estándar?	3	
7	¿En todos los casos que sea factible, los procesos manuales están reforzados con comprobaciones mecánicas para ayudar en la toma de decisiones y garantizar su efectividad?	2	
8	¿Los equipos y procesos están equipados con elementos de señal (ANDON) que atraen la atención de operarios y supervisores ante situaciones en las que se requiere ayuda o ante problemas de suministro?	1	
		Puntuación total	11
		Máxima puntuación	40
		Valoración del parámetro Lean	0.28

Figura 20. Calificación Poka Yoke. Adaptado grupo ODE, (2019).

SMED: En la figura 21, se puede observar que los puntos en promedio son de 2, dando así una puntuación total de 15 de 40 que es el máximo. De los 8 ítems evaluados solo sacaron 15 puntos, lo cual es bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	3	
2	¿Están emplazados los equipos del cambio en el lugar apropiado y los operarios están formados en métodos de cambio rápido? ¿Los operarios actúan continuamente en la mejora de los métodos de cambio?	1	
3	¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entre la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	3	
4	¿Se extrapolan, a otros procesos y áreas de la empresa, las ideas de mejora en los cambios implementadas con éxito?	3	
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	1	
6	¿El tiempo de cambio real vs previsto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	1	
7	¿Se utilizan listas de comprobación conteniendo: materiales, utillajes, medios de control, componentes, etc.. Son necesarios para la siguiente producción, como soporte para la reducción de los tiempos de cambio?	1	
8	¿Están identificados, conservados y almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los ítems necesarios para los cambios?	2	
		Puntuación total	15
		Máxima puntuación	40
		Valoración del parámetro Lean	0.38

Figura 21. Calificación SMED. Adaptado grupo ODE, (2019).

TPM: En la figura 22, se puede observar que los puntos en promedio son de 1, dando así una puntuación total de 9 de 35 que es el máximo. De los 7 ítems evaluados solo sacaron 9 puntos, lo cual es muy bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	1	
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos? ¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente?	1	
3	¿Se publican en cada área de trabajo los planes de intervención de mantenimiento (preventivo, predictivo)? ¿Se rastrea y evalúa la duración de los diferentes ítems críticos en el correcto funcionamiento del equipo?	1	
4	¿Se mantienen con rigor los registros de las intervenciones de mantenimiento y se exponen de manera clara y visible para todos los operarios?	1	
5	¿Las actividades de mantenimiento se enfocan al aumento de la utilización-disponibilidad de los equipos y a la disminución de la variabilidad en el tiempo de ciclo?	1	
6	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción?	1	
7	¿Se destina un tiempo diario suficiente, en la actividad de los operarios, para dedicarlo a actividades de mantenimiento, conservación y limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	3	
		Puntuación total	9
		Máxima puntuación	35
		Valoración del parámetro Lean	0.26

Figura 22. Calificación TPM. Adaptado grupo ODE, (2019).

Pull system: En la figura 23, se puede observar que el punto en promedio es de 2.5, dando así una puntuación total de 12 de 25 que es lo máximo. De los 5 ítems evaluados solo sacaron 12 puntos, lo cual es algo intermedio, es decir, que se puede seguir trabajando.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observacion
1	¿Todos los puestos de trabajo y procesos productivos conocen y exponen, clara y visiblemente, los requisitos necesarios en la producción, los objetivos de producción horaria y los tiempos de cambio?	1	
2	¿Todos los mandos de la planta han sido formados en los principios y la implementación del pull system?	1	
3	¿Los flujos de materiales en la planta transcurren en flujos de una pieza o en supermercados "aguas abajo" gestionados por Kan-Ban?	3	
4	¿Los procesos río abajo tiran del resto de procesos, marcando los ritmos y horarios de trabajo de los procesos río arriba?	2	
5	¿Las líneas, células o fases de las operaciones, son capaces de adaptarse a la demanda del cliente, mediante cambios de horarios de producción?	5	
		Puntuación total	12
		Máxima puntuación	25
		Valoración del parámetro Lean	0.48

Figura 23. Calificación pull system. Adaptado de grupo ODE, (2019).

Balaceo de la producción: En la figura 24, se puede observar que los puntos en promedio son de 1.5, dando así una puntuación total de 7 de 20 que es el máximo. De los 5 ítems evaluados solo sacaron 7 puntos, lo cual es bajo.

Ítem	CRITERIO	Ptos	Observaciones
1	¿Se realiza un esfuerzo para nivelar los horarios del proceso de producción requiriendo, tanto de los suministradores internos como externos, planificar entregas frecuentes de lotes pequeños?	1	
2	¿Se realizan los cambios de producción para reforzar el concepto de entregar la demanda diaria de todas las referencias, por encima de la fabricación en lotes?	1	
3	¿El TaktTime es conocido por todos y determina el ritmo de los procesos de producción?	1	
4	¿El TaktTime se utiliza para asignar las dotaciones de trabajo y los tiempos de ciclo en cada proceso?	3	
5	¿Cuando se modifica la demanda del cliente, se vuelven a balancear los procesos y se redefinen los tiempos de ciclo conforme al nuevo Takt time?	1	
Puntuación total		7	
Máxima puntuación		20	
Valoración del parámetro Lean		0.35	

Figura 24. Calificación balanceo de la producción. Adaptado de grupo ODE, (2019).

6.1.1. Resultados.

Es importante recalcar que el diagnóstico Lean de las figuras 14 a la 24, fue realizado utilizando la plantilla del grupo ODE, la cual se utilizó netamente estudiantil para conocer el estado actual de la empresa, observar las falencias de esta y poder desarrollar una propuesta.

Este diagnóstico Lean se pudo realizar gracias a las visitas a la empresa, ya que se pudo observar el proceso productivo, a su mismo se realizó encuestas informales al dueño de la empresa para obtener más información de la observada.

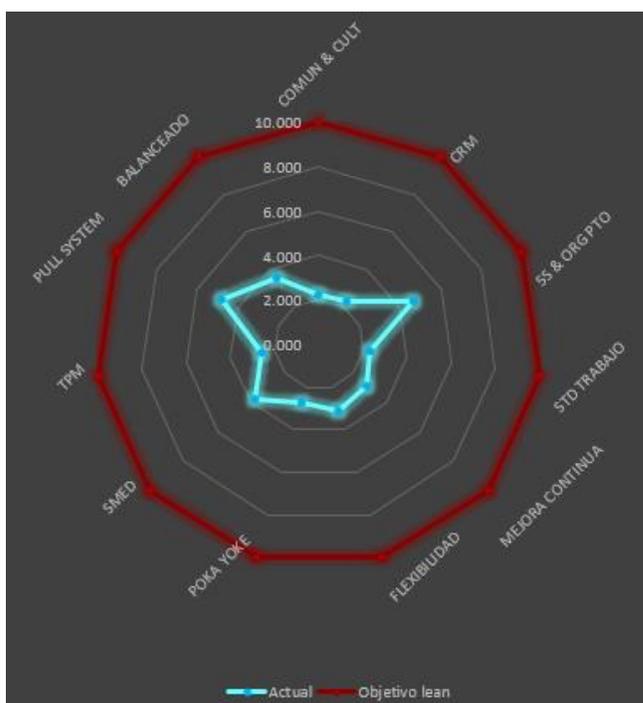


Figura 25. Resultado global Diagnóstico Lean, adaptado de grupo ODE, (2019).

Con la finalidad de representar de manera concreta la situación actual de la empresa Lactiquesos SAS, se realizó un diagrama de araña (figura 25), que es el resultado del diagnóstico Lean con sus diferentes categorías. Es aquí donde se logra evidenciar la comparación de la empresa frente una valoración objetivo de 10 puntos (que es la línea roja) y la situación actual de la empresa (que es la línea azul), en donde sus niveles más bajos son: la estandarización del trabajo, el CRM, TPM y por ultimo Comunidad y cultura.

Todo esto se debe a la falta de conocimiento de las diferentes herramientas de Lean Manufacturing, las cuales tienen que se puede ver las mejoras en el proceso productivo, en la calidad del producto, en el ambiente laboral, aumento de producción y en la satisfacción de los clientes, donde esto se puede aplicar a la empresa.

6.2. Diagrama de flujo del proceso actual

A continuación, se mostrará el diagrama de flujo de proceso actual de los dos tipos de queso, con el fin de identificar cada una de las actividades que se realizan en la empresa Lactiquesos SAS en la fabricación de estos. Para la elaboración de los diagramas fue necesario la recopilación de tiempos y la medida de distancia del proceso, por parte de los investigadores.

En la figura 26 y 27 contiene la información del estado actual del proceso de queso doble crema, en donde el mayor consumo de tiempo es por las operaciones directas de fabricación con un total de 336 minutos, y un tiempo de 132 minutos por concepto de esperas y transporte, estos debido a que durante el proceso de fabricación se debe realizar muchos transportes internos, además de las demoras por los alistamientos del proceso mismo.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO						
Fecha Realización: 15/08/19			Ficha Número:001			
Diagrama No. 1		Página 1 de 1		RESUMEN		
Proceso: Queso Doble Crema			Actividad	Cantidad	Tiempo	
Actividad: Producción			Operación	14	336	
			Transporte	9	150	
Tipo de diagrama:			Espera	5	132	
Proceso			Inspección	8	44.6	
Método:			Almacenamiento	1	-	
			Distancia Total	406.6		
Area / Sección: Producción			Tiempo Total	662.6		
Elaborado por: D.A.R.R.			Aprobado por:			
Descripción				D(m)	t(min)	Observaciones
Recepción de la leche				0	40	El conductor debe avisaren donde se encuentra
Toma de manguera entre silo y carro tanque				15	4	Se debería tener listo los elementos antes de que el camión llegue
Ajuste de manguera				15	5	
Vaciado de carro tanque				15	60	
Almacenaje en silo				0	60	
Encendido de caldera				12	4	Justo antes de la llegada del camión con la M.P., se deberá encender la caldera
Revisión de testigo de caldera				0	2	
Ajuste de manguera entre silo e hiladora 1				2	4	
Transporte de materia prima				2	3	
Ajuste de manguera entre silo e hiladora 2				6	4	
Transporte de materia prima				6	3	
Llenado de hiladora 1				1	18	
Revisión de nivel				0	0.5	
Llenado de hiladora 2				1.5	12	
Revisión de nivel				0	0.5	
Encendido de las hiladoras				0	3	
Revisión de temperatura				0	0.6	

Figura 26. Diagrama flujo de proceso queso doble crema actual parte 1, Autoría propia, (2019)

Revisión de la formula		13	5	Se debería capacitar a los operadores para que conozcan el proceso de producción y usen de apoyo la formula.
Preparado de mezcla		1	10	
Revisión de mezcla		1.5	5	
Transporte de mezcla		13	5	
Agregado de mezcla de hiladora 1		8	2	
Agregado de mezcla de hiladora 2		5	3	
Hilado		13	150	
Transporte de molde, pesa y prensa		16	30	
Preparado de molde		1	15	
Prueba(sabor, textura) de la mezcla		1.5	3	
Toma de mezcla		1	90	
Transporte de mezcla a zona de empaque		16	25	
Prensado		1.5	32	
Pesado		1.5	28	
Reposo de prensado		11	2	
Toma de Empaques		13	2	
Transporte de almacén a empaque		4	8	
Empaque de queso		1.5	30	
Transporte de queso		12	12	
Almacenado de queso		1	-	
TOTAL		406.6	662.6	

Figura 27. Diagrama flujo de proceso queso doble crema actual parte 2, Autoría propia, (2019)

Para la figura 28 que contiene la información del proceso actual de queso saravena, se evidencia que el 75% del tiempo se gasta en esperar a que el sistema termine de procesar la masa del queso doble crema esto debido a que el saravena necesita el residuo del proceso anterior para poder continuar con su propio ciclo de procesamiento.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO						
Fecha Realización: 15/08/16			Ficha Número:001			
Diagrama No. 002		Página 1 de 1		RESUMEN		
Proceso: Producción de queso Saravena			Actividad	Cantidad	Tiempo	
Actividad: Producción			Operación	3	68	
			Transporte	3	47	
Tipo de diagrama:			Espera	2	433.6	
Material		(X)	Inspección	1	2	
Proceso		()	Almacenamiento	1	26	
Método:		Actual (X)	Distancia Total	70.5		
		Propuesto ()	Tiempo Total	550.6		
Area / Sección:						
Elaborado por: Grupo			Aprobado por: Grupo			
Descripción			D(m)	t(min)	Observaciones	
Esperar proceso de hilado de queso doble crema			10	403.6	El proceso depende directamente de la producción de queso doble crema	
Revisión del estado del cuajo			1	2		
Toma de cuajo sobrante			11	30		
Transporte de cuajo sobrante			12	15		
Toma y preparado de moldes			14	18		
Transporte de moldes			10	20		
Prensado			1.5	20		
Reposo de moldes			0	30		
Transporte de queso Saravena			10	12		
Guardado en Frigorífico			1	0		
TOTAL			70.5.5	550.6		

Figura 28. Diagrama flujo de proceso queso saravena actual, Autoría propia, (2019).

6.3. Diagramas de recorrido actual.

A continuación, se muestra los diagramas actuales de recorrido de los dos productos de quesos (Doble crema y saravena) de la empresa Lactiquesos SAS (figura 29 y 30 respectivamente).

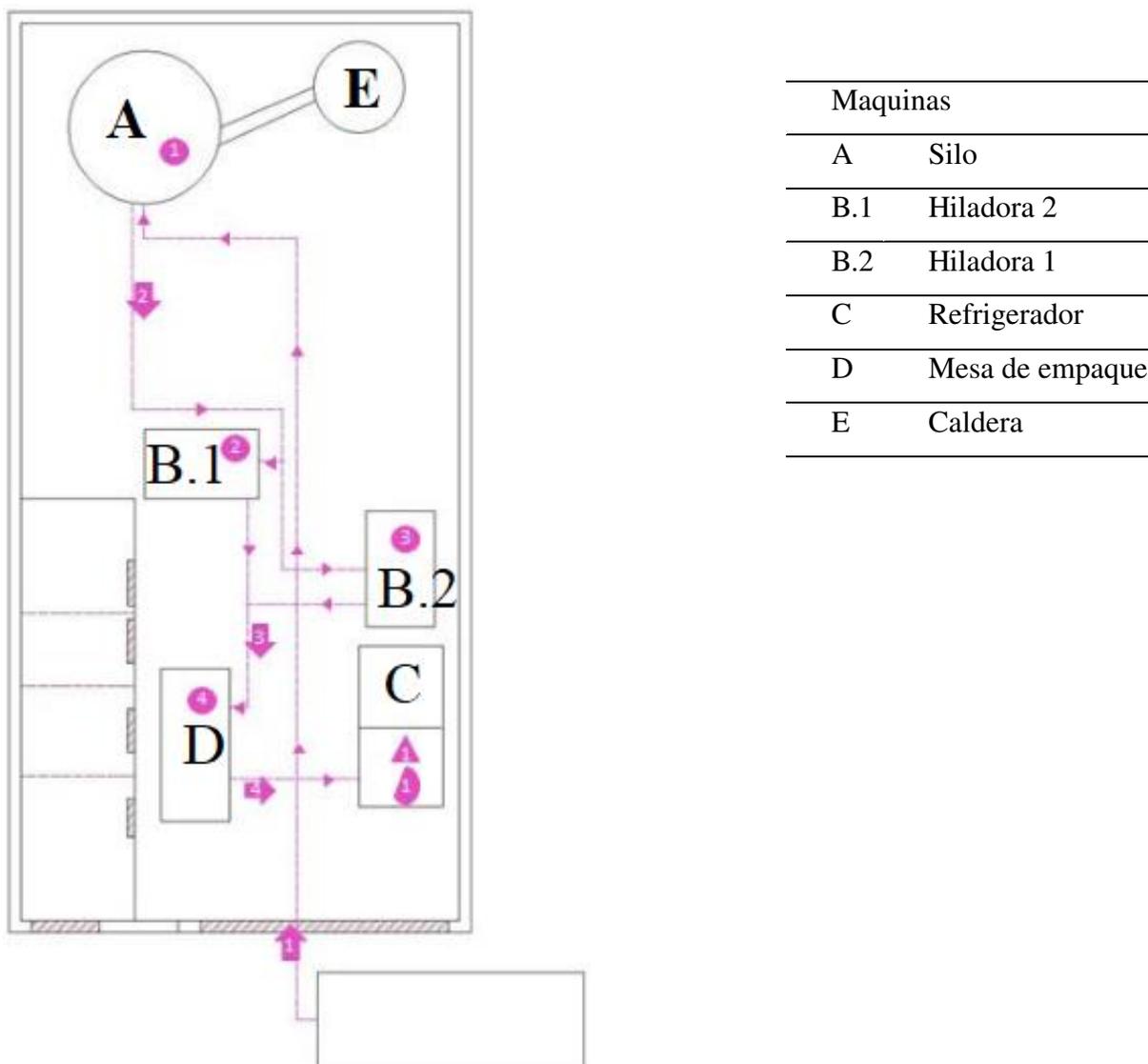


Figura 29. Diagrama de recorrido saravena, Autoría propia, (2019).

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido para el queso doble crema identificado por el color azul

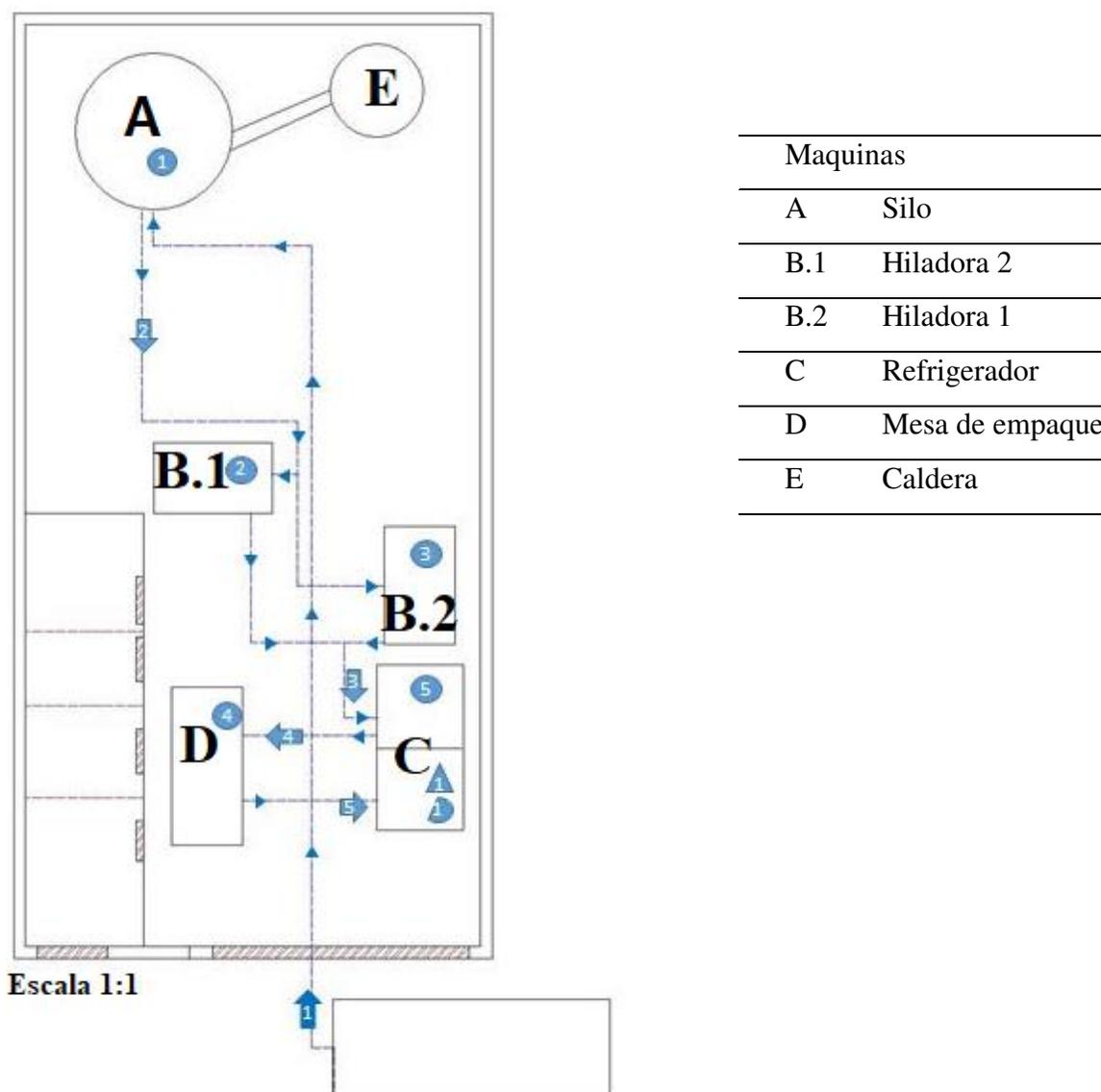


Figura 30. Diagrama de recorrido actual queso doble crema, Autoría propia, (2019).

Estos diagramas de recorrido son de suprema importancia para poder elaborar y visualizar el diagrama de flujo de proceso de la empresa Lactiquesos SAS y como se encuentran organizadas las áreas de trabajo y las máquinas.

6.4. Mapa de flujo de valor (VSM)

Durante las visitas a Lactiquesos S.A.S., se recopiló información de la que se pudiera realizar un VSM -figuras 31 y 32-, con el fin de determinar donde se ubican la mayor cantidad de tiempos de no valor agregado frente a los que generan valor agregado, dicha información fue la de cuantos días se labora al mes lo que son 26 días, el número de turnos laborados por día el cual es

de uno, el tiempo de la jornada laboral el cual es de 8:00 am a 5:00 pm, con una hora de almuerzo, además de los cálculos necesarios para determinar el tiempo de ciclo y el tiempo disponible diario por procesos, alto en comparación al tiempo de valor que es de 375 minutos, producto de operaciones como el hilado, mezcla, prensado y empaque.

Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a realizar los siguientes VSM, en donde se tiene en cuenta que, los tiempos de inventario en proceso son los principales focos de tiempo de no valor, siendo en principio 2880 minutos de inventario o lo que es lo mismo dos días de inventario, igualmente los 260 minutos de transportes aportan al tiempo de no valor agregado para un tiempo total de no valor de 3140 minutos.

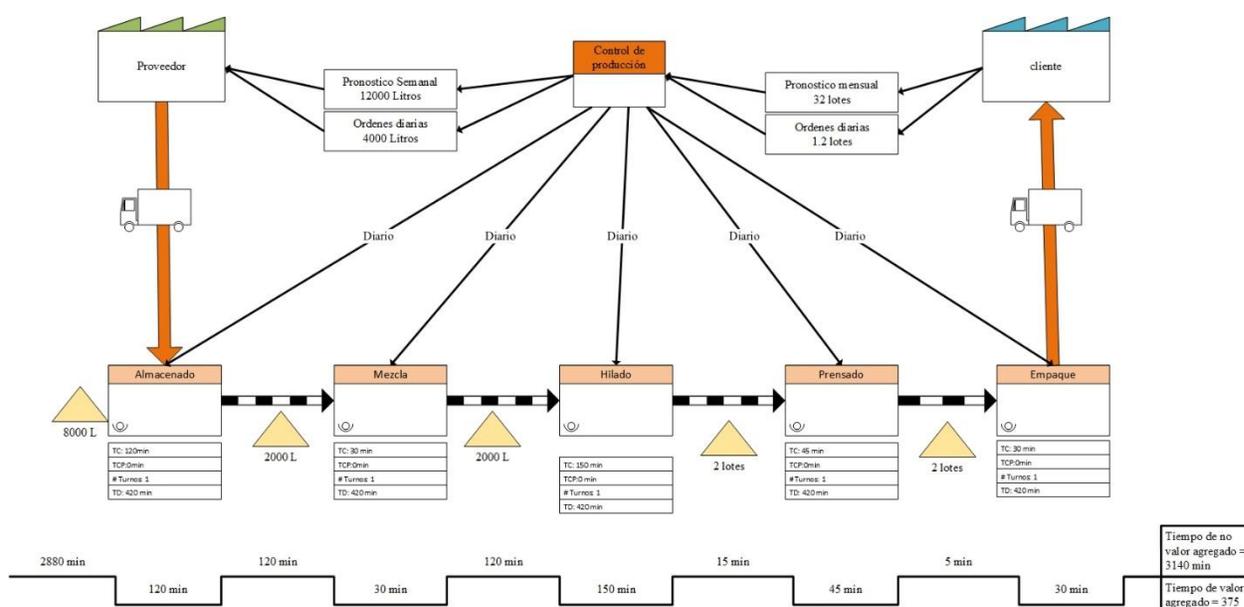


Figura 31. VSM actual queso doble crema, Autoría propia, (2019).

Seguido al VSM actual de queso doble crema se presenta el VSM actual del queso saravena, en donde el tiempo de no valor proviene de la espera de la finalización de proceso de hilado del queso doble crema, ya que del sub producto resultante del hilado, se produce el material para producir queso saravena, el por ello que el tiempo de no valor más grande es de 3300 minutos, y el tiempo generador de valor es de 60 minutos, correspondiente de actividades de prensado y empaque.

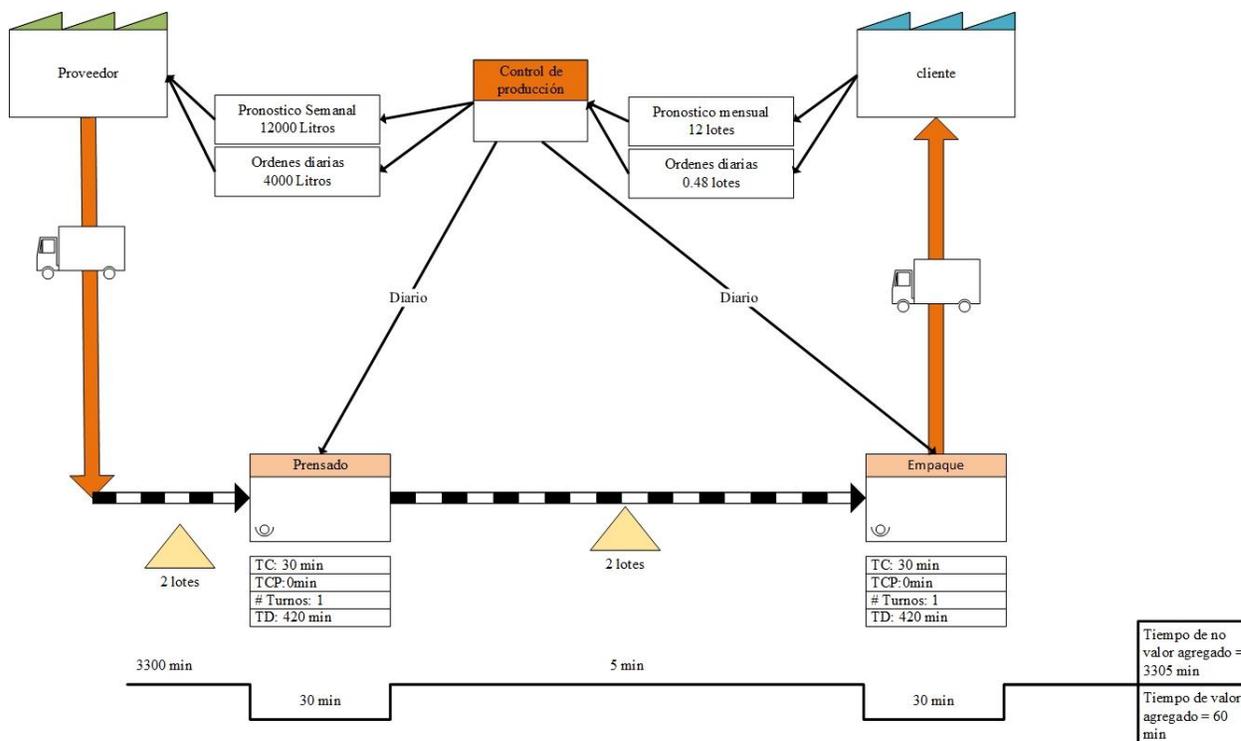


Figura 32. VSM actual queso saravena, Autoría propia, (2019).

6.5. OEE

A continuación, en la figura 33, se muestra los indicadores del OEE, los cuales se han realizado para obtener el estado de Lactiquesos S.A.S. frente a este indicador.

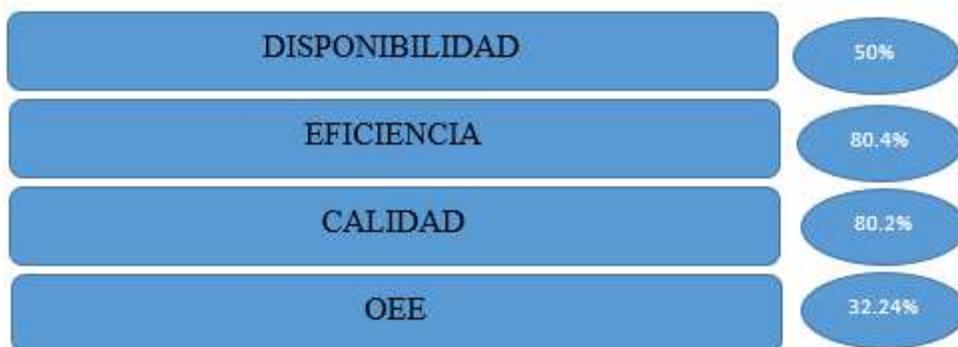


Figura 33. Tablero OEE, Autoría propia, (2019).

Lo que indica esta herramienta se sintetiza de la siguiente manera:

Disponibilidad: se cuenta solo con el 50% de la disponibilidad ya que los operarios no cuentan con la experticia en el correcto y rápido alistamiento de máquinas y recepción de insumos lo que incrementa notablemente el tiempo requerido para estas tareas.

Eficiencia: se cuenta solo con un 80.4% ya que durante el proceso los operarios encargados no toman las precauciones necesarias y usualmente tienden a dejar transcurrir más tiempo del que se

requiere para la elaboración del producto haciendo que este sea ineficiente, sumado a esto se presentan repetidos paros en la producción por causas ajenas a ella, contribuyendo a su ineficiencia.

Calidad: se cuenta solo con un 80.2% ya que existe un retraso en el área de empaque donde tardan más de lo debido en traer los moldes necesarios para empacar los que quesos.

Con lo anteriormente descrito se confirma como en cada una de sus ítems la productividad de Lactiquesos S.A.S se ve notablemente afectada, en una primera instancia al no tener las maquinas a punto cuando son requeridas seguido por dejar transcurrir más tiempo del debido en los procesos y por ultimo al no tener listo los implementos necesarios para la culminación del producto. Siendo todo esto un detonante directo para la baja productividad e incorrecto aprovechamiento del tiempo disponible.

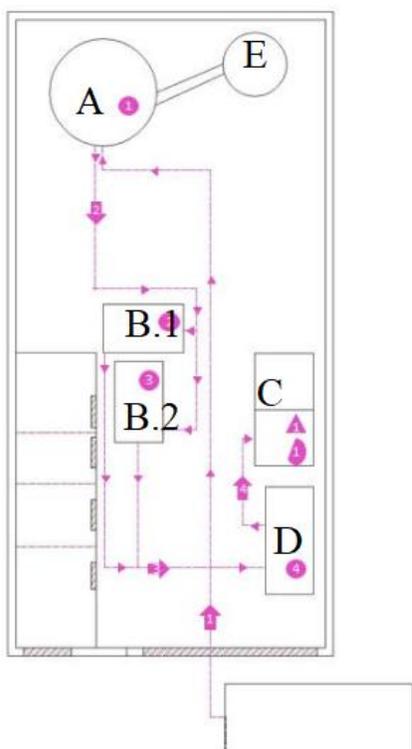
7. Propuesta

7.1. Diagrama de recorrido propuesto

La distribución actual de la empresa Lactiquesos SAS se evidencia una gran distancia que deben recorrer los empleados en los diferentes procesos de la producción de los tipos de quesos, esto afecta directamente a los tiempos de la elaboración de los productos, esto afecta directamente a el tiempo de entrega de los productos y puede llegar a generar insatisfacción a los clientes por las demoras de los pedidos.

Eso por eso que se desarrolló una propuesta de nuevos diagramas de recorrido para cada producto, en base al estudio de tiempos y diagramas de flujo realizados. con el propósito de disminuir recorridos innecesarios y pérdidas de tiempos, donde se aproveche el espacio que tiene.

Posteriormente, se presenta los diagramas de recorrido propuesto para los dos tipos de quesos, en donde se procede a cambiar de sitio algunas máquinas de la empresa, para que no existan largas distancias entre ellas. El desplazamiento de los empleados también estará reducido después del cambio propuesto, proponiendo así que las dos hiladoras estén juntas y cerca del silo y la mesa de empaque esté al lado del refrigerador.



Maquinas	
A	Silo
B.1	Hiladora 2
B.2	Hiladora 1
C	Refrigerador
D	Mesa de empaque
E	Caldera

Figura 34. Diagrama de recorrido propuesto queso saravena, Autoría propia, (2019).

Para los dos diagramas de recorrido propuestos del proceso de fabricación de los dos quesos (figura 34 y 35), solo se hace el mismo cambio de las máquinas, es decir, solo se mueven las máquinas y nada más, de esta manera solo es el recorrido del personal del trabajo es el que cambia.

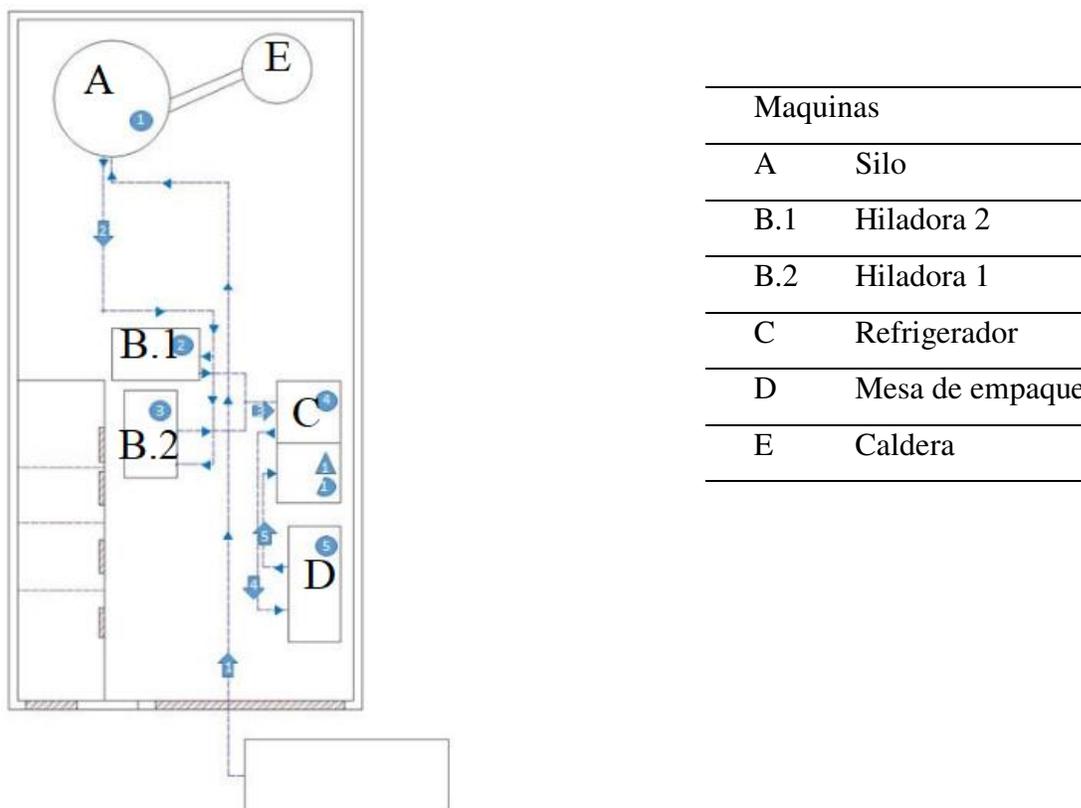


Figura 35. Diagrama de recorrido propuesto queso doble crema, Autoría propia, (2019).

7.2. Diagrama de flujo del proceso propuesto

A continuación, se muestra el diagrama de flujo propuesto para los dos tipos de queso, donde se pretende reducir transportes y operaciones, lo que influye en la disminución de la distancia recorrida entre máquinas, reduciendo así tiempos de fabricación y producción de los dos tipos de queso, pudiéndose aportar al cumplimiento oportuno de la demanda. En relación a lo anterior se muestra de primero el diagrama de flujo de proceso propuesto para el queso doble crema, seguido del diagrama del saravena, producidos por la empresa Lactiquesos SAS.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO					
Fecha Realización: 20/08/19		Ficha Número:001			
Diagrama No. 3		Página 1 de 1		RESUMEN	
Proceso: Queso Doble Crema		Actividad		Cantidad	Tiempo
Actividad: Producción		Operación		13	311
		Transporte		7	118.5
Tipo de diagrama:		Espera		5	107
Proceso		Inspección		8	44.6
Método:		Almacenamiento		1	-
		Distancia Total		125	
Area / Sección: producción		Tiempo Total		581.1	
Elaborado por: Grupo		Aprobado por: Grupo			
Descripción		Icono	Icono	Días	min
Recepción de la leche		●	●	0	15
Ajuste de manguera		●	●	1.5	5
Vacío de carro tanque		●	●	15	60
Almacenaje en silo		●	●	0	60
Revisión de testigo de caldera		●	●	0	2
Ajuste de manguera entre silo e hiladora 1		●	●	1.5	4
Transporte de materia prima		●	●	1.5	3
Ajuste de manguera entre silo e hiladora 2		●	●	4	4
Transporte de materia prima		●	●	4	3
Llenado de hiladora 1		●	●	1	18
Revisión de nivel		●	●	0	0.5
Llenado de hiladora 2		●	●	1.5	12
Revisión de nivel		●	●	0	0.5
Encendido de las hiladoras		●	●	0	3
Revisión de temperatura		●	●	0	0.6
Revisión de la fórmula		●	●	4	5
Preparado de mezcla		●	●	1	10
Revisión de mezcla		●	●	1.5	5
Transporte de mezcla		●	●	5	2.5
Agregado de mezcla de hiladora 1		●	●	5	2
Agregado de mezcla de hiladora 2		●	●	3	3
Hilado		●	●	8	150
Transporte de molde, pesa y prensa		●	●	13	30
Preparado de molde		●	●	1	15
Prueba(sabor, textura?) de la mezcla		●	●	14	3
Toma de mezcla		●	●	1	65
Prensado		●	●	1.5	18
Pesado		●	●	1.5	28
Reposo de prensado		●	●	11	2
Toma de Empaques		●	●	13	2
Transporte de almácen a empaque		●	●	4	8
Empaque de queso		●	●	1.5	30
Transporte de queso		●	●	5	12
Almacenado de queso		●	●	1	-
TOTAL				125	581.1

Figura 36. Diagrama de flujo de proceso propuesto queso doble crema, Autoría propia, (2019).

En el diagrama de flujo de proceso anterior, se presentan las mismas demoras que en el diagrama de flujo de proceso actual (ver figura 26 y 27), ya que lo que se redijo fue el tiempo de dichas demoras, lo que contribuyó a reducir el tiempo en 81.5 minutos.

Dicho anteriormente el queso saravena -ver figura 37- depende directamente del tiempo de producción del queso doble crema, por ello si se reducen sus tiempos de fabricación, se mejorará el saravena, es por ello que con la configuración propuesta se lograría reducir el tiempo para este producto en 60 minutos.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			
Fecha Realización: 20/08/19		Ficha Número: 001	
Diagrama No. 004	Página 1 de 1	RESUMEN	
Proceso: Producción de queso Saravena		Actividad	Cantidad (min)
Actividad: Producción		Operación	3
		Transporte	4
Tipo de diagrama		Espera	2
Material ()		Inspección	1
Operario ()		Almacenamiento	1
Método		Distancia Total	55
Actual ()		Tiempo Total	490.1
Propuesto (x)			
Area / Sección: producción			
Elaborado por: Grupo		Aprobado por: Grupo	
Descripción		D(m)	t(min)
Esperar proceso de hilado de queso doble crema		0	368.1
Revisión del estado del cuajo		1	2
Transporte de cuajo sobrante		11	23
Toma y preparado de moldes		13	15
Transporte de moldes		13	20
Prensado		13	20
Reposo de moldes		0	30
Transporte de queso Saravena		3	12
Almacenado		1	15
TOTAL		55	490.1

Figura 37. Diagrama de flujo de proceso propuesto queso saravena, Autoría propia, (2019).

7.3. Mapa de flujo de valor propuesto

Tras la realización de los VSM actuales se procedió a analizar los tiempos que no generaran valor a la empresa, lográndose reducir en algunos casos como lo son los transportes, obteniéndose los VSM siguientes para cada producto.

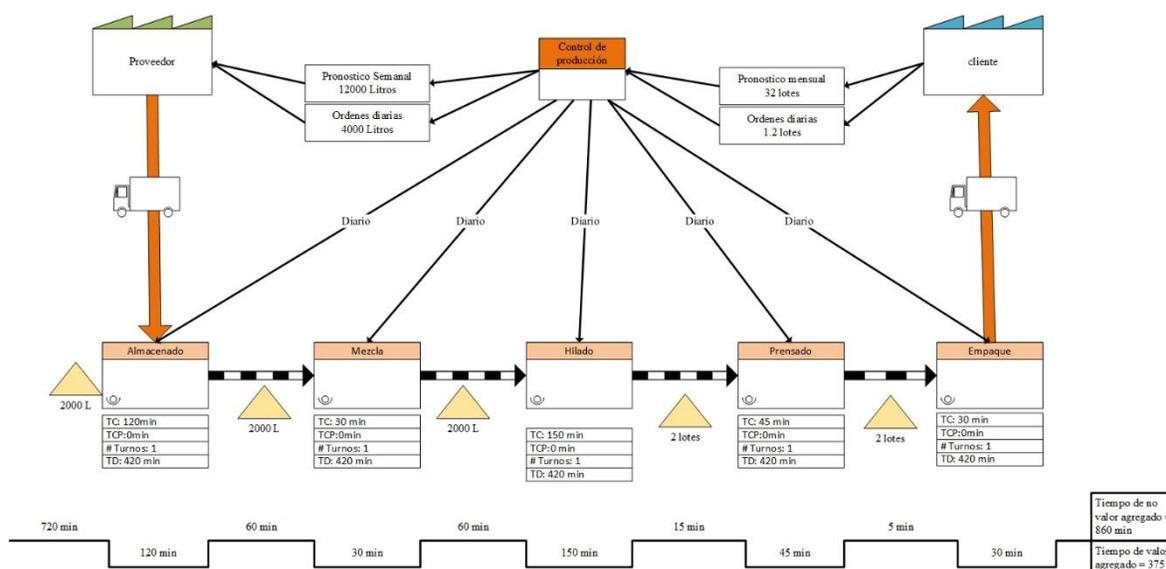


Figura 38. VSM propuesto queso doble crema, Autoría propia, (2019).

Aparte de la reducción en tiempo de transporte, se procedió a disminuir la cantidad de inventario en silo, de dos días a tan solo seis horas de inventario que equivalen a 2000 litros en silo, esto debido a que se deja como inventario para posibles contingencias, producto de pérdida de lotes o de demoras del camión que transporta la materia prima, es por ello que el tiempo de no valor agregado resultante del VSM propuesto es de: 860 minutos, y el tiempo de valor agregado final es de 375 minutos, esto en comparación a los tiempos originales de 3140 minutos de no valor.

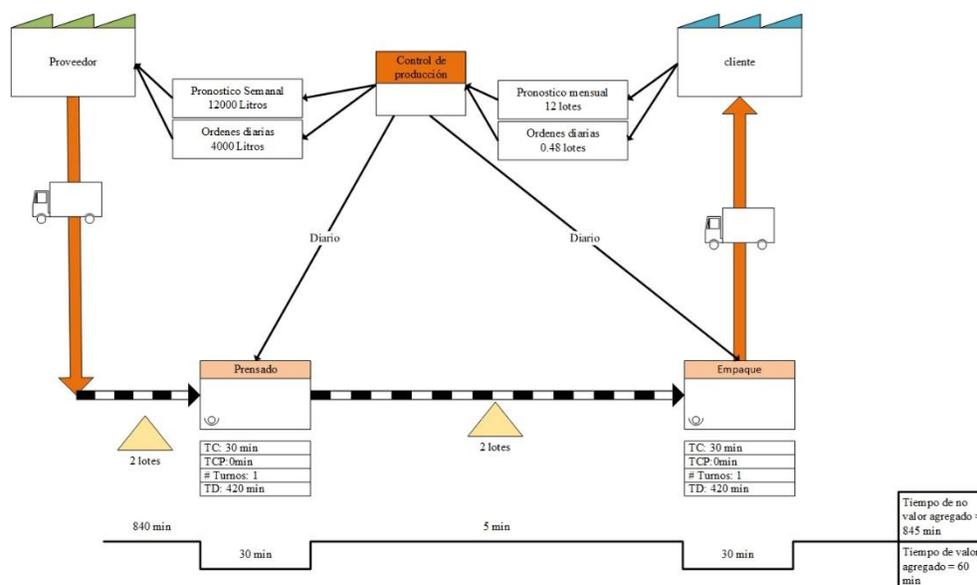


Figura 39. VSM propuesto queso saravena, Autoría propia, (2019).

Tras la disminución del tiempo de no valor agregado del queso doble crema el queso saravena se beneficia de forma directa, en donde el tiempo de no valor agregado de VSM propuesto es de 845 minutos.

7.4. 5 S

La razón del uso de la herramienta de las 5s se enfoca en crear una cultura de orden, limpieza y aseo en las áreas operativas y de distribución, mostrándose las acciones de mejora en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Acciones de mejora 5S

5s	Problemática	Acciones de mejora
----	--------------	--------------------

clasificar	Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo	Mantener despejada el área de trabajo logrando con esto tener un correcto desplazamiento en ella
clasificar	No están los elementos innecesarios identificados como tal	Tener los objetos de trabajo plenamente identificados
clasificar	Hay herramientas, pieza de repuesto, útiles, insumo en el entorno de trabajo	Clasificar las herramientas de trabajo eh insumos
ordenar	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	Definir una estantería para insumos
ordenar	No hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento	demarcar las áreas de operación de cada maquina
limpiar	No existe una persona o equipo de personas responsables de supervisar las operaciones de limpieza	Definir un equipo de aseo con sus respectivas horas de limpieza
limpiar	Existen obstrucciones que impiden el correcto desplazamiento por la plata	Librar el camino por donde se desplazan los trabajadores
limpiar	Concentración de grasa y hollín en las paredes y ventanas	Mantener despejadas las salidas de aire y respiraderos
estandarizar	No se cuenta con un área separa donde sean tratados los insumos	Dar un espacio de mezcla para los insumos

estandarizar	No se cuenta con un manteniendo programado a la planta física	Dar un correcto mantenimiento a la planta física en periodos definidos
--------------	---	--

disciplina	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	Generar una capacitación sobre la importancia de los EPP y su correcto uso
------------	---	--

disciplina	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	Generar un plan de capacitación para operarios y encargados
------------	--	---

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Seiri-Clasificar

Tabla 19.

Estado actual vs propuesto, Seiri

Estado actual

Propuesto



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Se propone la implementación de estantería especializada tanto para elementos de protección personal como para elementos propios del proceso como lo son las mangueras con las que son alimentados el silo y posteriormente las hiladoras, logrando así una correcta diferenciación y distribución de estos para su posterior uso.

Tabla 20.

Diagnostico Seiri

Seiri/Clasificar

puntaje

1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	0
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	0
3	¿Hay algún tipo de herramienta, pieza de repuesto, útiles, insumo o similar en el entorno de trabajo?	0
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	0
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	0
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	1
7	¿Está todo el mobiliario, mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	1
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	0
9	¿Existen elementos inutilizados: herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	1
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	0
	Total	3
	% de cumplimiento	30%

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Seiton - Ordenar

*Tabla 21.
Estado actual vs propuesto Seiton*

Estado actual

Propuesto



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Se propone la implementación de una estantería exclusiva para el almacenamiento de las cantidades exactas para el uso diario de esta manera lograr un orden en el área almacenamiento y posteriormente en cantidades de insumos utilizados a diario en el proceso.

*Tabla 22.
Diagnostico Seiton-ordenar*

#	Seiton/Ordenar	puntaje
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	0
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	0
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	1
4	¿Están todos los materiales, pallets, contenedores almacenados de forma adecuada?	1

5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	0
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	0
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	0
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	0
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	1
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	0
Total		3
% de cumplimiento		30%

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Seiso-limpieza

Tabla 23.

Estado actual vs propuesto Seiso

Estado actual

Propuesto



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Tabla 24.
 Diagnostico Seiso-limpieza

#	Seiso/Limpiar	puntaje
1	¿Se puede encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	0
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	0
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	0
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	1
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuoso (total o parcialmente)?	1
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	0
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	1
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	0
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	0
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	1
	Total	4
	% de cumplimiento	40%

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Seiketsu Estandarizar

Tabla 25.
Estado actual vs propuesto, Seiketsu

Estado actual	Propuesto
	

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Tabla 26.
Diagnostico Seiketsu-estandarizar

#	Seiketsu/Estandarizar	puntaje
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	0
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	0
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	1
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	1
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	0
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	0
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	0

8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	0
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	1
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	0
Total		3
% de cumplimiento		30%

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Shitsuke-disciplina

Tabla 27.

Estado actual vs propuesto Shitsuke

Estado actual

Propuesto



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

Tabla 28.

Diagnostico Shitsuke-disciplina

#	Shitsuke/Disciplinar	puntaje
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	1
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	0

3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	0
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	0
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	0
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?	0
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	1
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	1
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	0
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	0
	Total	3
	% de cumplimiento	30%

Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

A continuación, en la figura 40, se evidencia el resultado de las 5S, a modo de radar, en donde se aprecia el objetivo de las 5s versus el estado actual de Lactiquesos en materia de 5s.

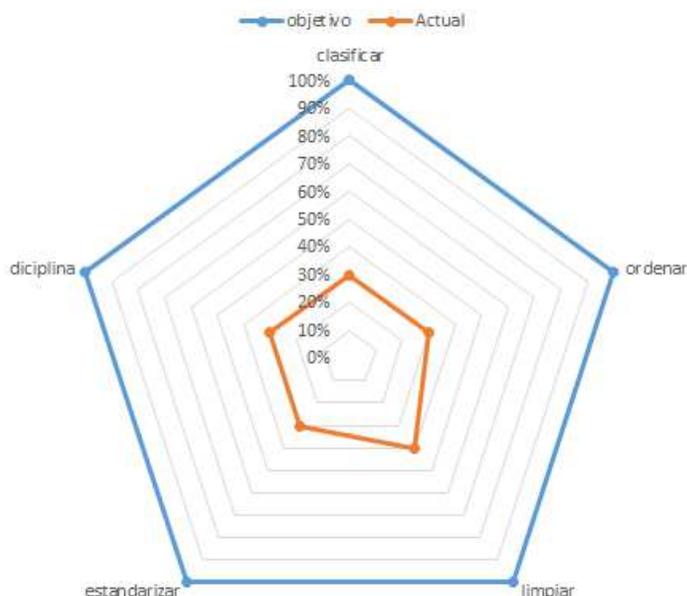


Figura 40 Radar de las 5S, Autoría propia, (2019).

Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a realizar un folleto de capacitación en 5S, el cual sería suministrado a los empleados, todo con el fin de compartir la filosofía de la herramienta.

DEFINICION

Clasificar-Seri
Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.

Ordenar-Seton
Consiste en establecer el modo en que deben ubicar e identificar los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Seiso-Limpieza
Una vez clasificado y ordenado el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo. Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

Estandarización-
Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Disciplina-Shitsuke
Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua.

LA METODOLOGÍA DE LAS 5'S ES DE ORIGEN JAPONÉS, Y SE DENOMINA ASÍ YA QUE LA PRIMERA LETRA DEL NOMBRE DE CADA UNA DE SUS ETAPAS ES LA LETRA S

- 1- Seri-clasificar
- 2- Seiton-Ordenar
- 3- Seiso-limpiar
- 4- Seiketsu-Estandarizar
- 5- Shitsuke-Disciplina

5's

Capacitación en metodología 5's

SERI SEITON SHITSUKE SEISO SEIKETSU

Figura 41. Propuesta de folleto de capacitación de 5S, Autoría propia, (2019a).



Figura 42. Propuesta de folleto de capacitación de 5S, Autoría propia, (2019b).

A demás en conjunto con los folletos de capacitación de 5S, se propone el uso del siguiente – ver tabla 29- formato para el seguimiento y desarrollo de las actividades 5S, en donde se expondrá en la columna ítems, todos los elementos que se utilizan o deben usar en el proceso, para el cumplimiento de las 5S, en la columna acción se, deberá poner el paso que se efectuó para la validación, y por último en la columna observación se escribirá la acción requerida, ya sea la aprobación de las acciones tomadas o la modificación de estas, a modo de continuar con el mejoramiento planteado de las 5S.

Tabla 29.

Lista de chequeo para seguimiento de 5s

Lactiquesos S.A.S			
Lista de control 5's			
Día:	Mes:	Año:	hora:
Encargado			
:			
#	Ítem	Acción	Observación
1	Maquinas a punto	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
2	EPP	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
3	Pasillos despejados	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
4	Mangueras en su lugar	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida

5 Limpieza	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
6 Orden en el área de trabajo	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
7 Insumos disponibles	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
8 Herramientas en su lugar	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
9 culminación a tiempo del proceso	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida
10 Unidades requeridas terminadas	inspección y validación visual	Aprobado/acción requerida

Nota: Elaboración propia.

7.5. Kamban

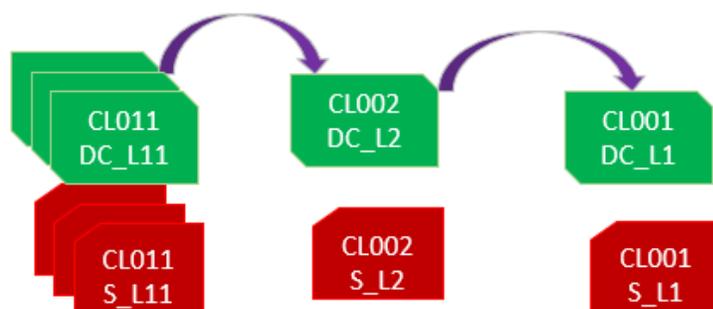
Con esta herramienta se propone controlar los pedidos de los clientes en la producción, estos están mediante la integración de las diferentes áreas de la fabricación de quesos como lo son: el Silo, las hiladoras, el área de empaque y el refrigerador.

Este método propone la realización de un Kanban, con el fin de que en cada proceso pueda haber comunicación entre los operarios y que se deben hacer, esto mediante la realización de tarjetas marcadas con el número del cliente y lote, para lo cual hace que se involucren en la fabricación de queso en sus dos referencias, doble crema y saravena. Ubicándolas en la tabla de kanban (tabla 30), en las columnas correspondientes.

Tabla 30.

Tablero Kanban

En espera	Procesando	Finalizado
-----------	------------	------------



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Lactiquesos SAS (2019).

7.6. Andon

En la actualidad no se cuenta con algún mecanismo que indique la finalización del proceso de llenado de la hiladora, y el de hilado, esto genera pérdida de materia prima, acortamiento o aumento de los tiempos necesarios de hilado y retraso de nuevas órdenes. El sistema de alerta que se propone es una lámpara como se observa en la figura 43, donde se programe un conteo regresivo de 150 min, lo cual prende un bombillo verde, que indique que la hiladora está en funcionamiento, cuando el proceso finalice del proceso de la hiladora y un bombillo rojo cuando termina el llenado de la hiladora.

Las lámparas estarán programadas de tal manera de que cuando un proceso termine, estas se enciendan para dar aviso y vuelvan a su normalidad cuando empieza un nuevo proceso o se haya terminado la jornada laboral.



Figura 43. Torreta de control visual, MMcallmexico, (Sf.)

La torreta led vista en la figura 43, se pondría en cada máquina con su determinado color -ya mencionados-, esto con el fin de minimizar tiempos ociosos y de proceso, en donde el significado de cada color está indicado en la siguiente tabla.

Tabla 31.

Significado de colores Andon

Color de la alarma	Significado
Rojo	Proceso finalizado.
Verde	Proceso esté en proceso.
Amarillo	Proceso detenido antes de tiempo cumplido.

Nota: Elaboración propia.

7.7. Cambio rápido de herramienta (SMED)

Esta herramienta se propone que se use para, el ajuste de las mangueras de transmisión de leche entre el silo y el carro tanque, se cuenta con un juego de 3 mangueras unidas, ya que las mangueras no tienen lugar fijo de almacenamiento, por lo que, dependiendo del operario, se dejan a un lado del silo, o en la bodega de insumos, lo que supone que, a la hora de recibir la leche, el operador tenga que hacer más esfuerzo y gaste más tiempo en el ajuste de las mangueras con el silo.

Es por ello que se propone dejar una zona específica de almacenamiento de las mangueras, para así evitar pérdidas de tiempo y generar cansancio en el operario, además se propone comprar una manguera de 22 metros y $\frac{5}{8}$ de pulgada, lo descrito anteriormente se presenta desde la figura 43 a la 46.

Actuales

Propuesta



Figura 43. Manguera actual 1. Autoría propia, (2019).



Figura 45. Manguera actual 2, Autoría propia, (2019).



Figura 44. manguera propuesta, Mercado libre, (s.n), (s.f).



Figura 46. manguera propuesta, Mercado libre, (s.n), (s.f).

Por medio de estas mangueras se evitará pérdidas de tiempo, ya que no hay que ajustar las tres secciones de la actual. Las otras mangueras sobrantes se utilizarán para las conexiones máquina a máquina (Silo-hiladora; Hiladora-hiladora).

7.8. Poka Yoke

El Poka Yoke se usa básicamente para reducir la ocurrencia de errores en un proceso, es por ello la Sociedad americana para la calidad(S.f.), “recomienda su uso cuando se identifique la existencia de un fallo humano, que genere defectos, en un proceso”, por esta razón se ha procedido a través de la inspección del proceso productivo de Lactiquesos S.A.S, la determinación de posibles requerimientos de Poka Yoke. Para determinar los requerimientos de Poka Yoke en la empresa Lactiquesos S.A.S, se analizó los diagramas de flujo de proceso –ver figura de la 26 a la 28–, en donde se encontró que se utilizan 4 insumos los cuales son:

Cuajo en polvo: Insumo encargado de transformar la leche en masa para queso, elemento crítico.



Figura 44. Cuajo en polvo, (2019).

Dióxido de titanio: Insumo encargado de darle un color más agradable a la vista al producto final.



Figura 45. Dióxido de titanio, (2019).

Citrato de sodio: Este insumo se utiliza para añadirle el sabor ácido al producto final, además de actuar como conservante sin añadir sabores indeseados.



Figura 46. Citrato de sodio, (2019).

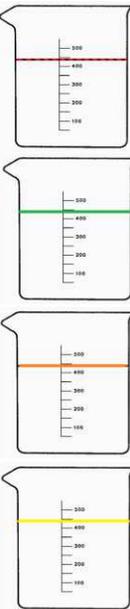
Sal: Elemento básico para condimentar el producto final.



Figura 47. Sal, (2019).

Después de determinar que el método actual para generar la mezcla de pasta para queso, provoca el principal foco de pérdida de lotes, se propone la adquisición de unos envases plásticos marcados con la cantidad exacta a verter de cada insumo.

Tabla 32.
Método actual vs propuesto

Actual	Propuesto
	 <p data-bbox="1023 357 1193 388">Rojo para el cuajo</p> <p data-bbox="1023 514 1274 546">Verde para el citrato de sodio</p> <p data-bbox="1023 672 1307 703">Naranja para el dióxido de titanio</p> <p data-bbox="1023 829 1193 861">Amariollo para Sal</p>

Para evitar que estos elementos vuelvan un foco de desorden en el área de almacén, se propone, que estén ubicados en un área específica, junto con los insumos, como se muestra en la siguiente figura.

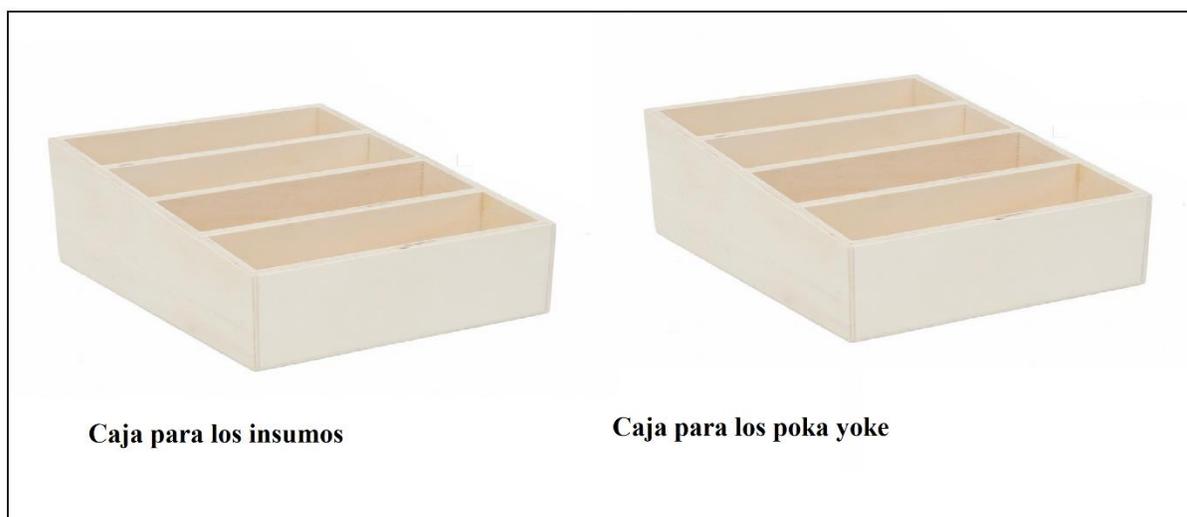


Figura 48. Caja para guardar insumos y Poka Yoke, (2019).

7.9. Propuesta de actividades básicas de mantenimiento

A continuación, se propone un ejemplo de formato básico de mantenimiento correctivo, aplicando actividades LILA (limpieza, inspección lubricación y ajuste), con el objetivo de inculcar a los operarios una filosofía de mantenimiento autónomo.

Equipo máquina	Componente	ítem /actividad	1	2	3	4	5	N	
Refrigerador	Motor de compresion electrica	Revisión del motor	R				R				
		Limpiar el motor									
		Lubricar el motor									
		Ajuste del motor									
	Control de temperatura	Revisión de la temperatura	R		R		R			R	
		Limpieza del control de									
	Condensador	Revisión del condensador									R
		Limpieza del condensador									
	Evaporador	Revisión del evaporador	R								
		Limpieza del evaporador									
Refrigerador	Limpieza del refrigerador		L								
Mesa de empaque	Mesa de empaque	Limpieza del la mesa de empaque	L	L	L	L	L	L	L	L	

Figura 49. Cronograma de actividades de mantenimiento parte 1, Autoría propia, (2019).

Hiladora	Hornillas de gas	Revisión de las hornillas	R				R				
		Limpieza de las hornillas					L				
		Lubricación de las Hornillas					LU				
		Cambio de hornillas									
	4 patas reforzadas	Revisión de las patas									R
		Limpieza de las patas				L					
		Ajuste de las patas									
	Tuberías	Revisión de las tuberías		R				R			
		Limpieza de las tuberías	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Mangueras	Revisión de las mangueras			R					R	
		Limpieza de las maqueras		L		L		L		L	
		Ajuste de las mangueras			A					A	
	Termometro	Revisión de termometro	R	R	R	R	R	R	R	R	R
		Limpieza de termometro					L				
	Hiladora	Hiladora	Limpieza de la hiladora	L	L	L	L	L	L	L	L

Figura 50. Cronograma de actividades de mantenimiento parte 2, Autoría propia, (2019).

Silo	Tuberias	Revision de las tuberias			R					
		Limpieza de las tuberias					L			
	Mangueras	Revision de las mangueras			R				R	
		Limpieza de las mangueras		L		L		L		L
		Ajuste de las mangueras			A				A	
	Termometro	Revision de termometro		R					R	
		Limpieza de termometro			L				L	
	Silo refrigerante	Limpieza del silo								
Carro tanque	Carro tanque	Limpieza del carro	L	L	L	L	L	L	L	L
		Lubricacion reglamentaria								
		Ajustes de tapa de deposito		A		A		A		A
		Revision de la motobomba	R	R	R	R	R	R	R	R
Mesa de empaque	Mesa de empaque	Limpieza de la mesa de empaque	L	L	L	L	L	L	L	

Figura 51. Cronograma de actividades de mantenimiento parte 3, Autoría propia, (2019).

El ejemplo propuesto de matriz de mantenimiento que se observa anteriormente (en las figuras 49 al 51), muestra los equipos y máquinas, los componentes que utiliza cada máquina, la actividad que se hace y en qué semana se hace cada la actividad correspondiente. A continuación, en la Tabla 33, se aprecia el significado de cada actividad.

Tabla 33.

Criterios de actividades de mantenimiento

Actividad	Icono	Descripción
Revisar	R	Verificar de forma visual o con instrumentos el estado actual del componente.
Limpiar	L	Limpieza y acondicionamiento del componente.
Ajustar	A	Mantenimiento del componente para su correcto funcionamiento.
Cambiar	C	Intercambiar por pieza nueva o funcional el componente

Lubricar	LU	Aplicar capa lubricando a componente que lo requiera
----------	----	--

Nota: Elaboración propia

7.10. Simulación

Tenido en cuenta que el proyecto en curso es una propuesta de mejora, se optó por realizar una simulación del estado actual de la empresa por medio del programa flexim, y compararla con la simulación propuesta, evidenciando los beneficios obtenidos, de ser aplicados en la vida real.

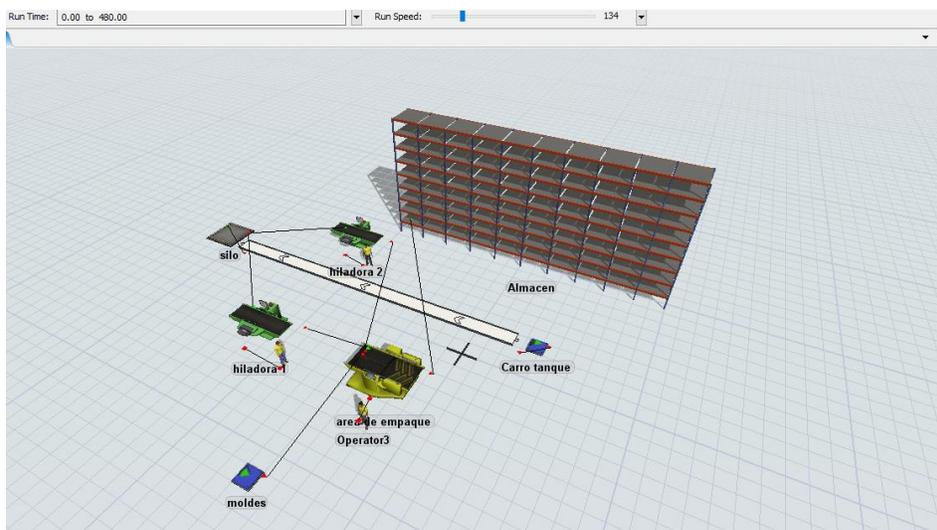


Figura 52. Estado actual de la empresa, Autoría propia, (2019).

Se presenta la conformación inicial de la planta contando con; 2 hiladoras, 1 silo, 1 área de empaque, 1 almacén y 3 operarios quienes realizar las labores mecánicas que la planta requiere en cada uno de sus procesos productivos.

La configuración de las máquinas usadas para la simulación se determinó gracias a los datos tomados en las diferentes visitas realizadas a Lactiquesos S.A.S, la simulación se ejecuta durante una jornada laboral de 8 horas, cabe aclarar que Lactiquesos S.A.S trabaja una jornada mucho mayor a esta para poder cumplir con su demanda, se determinó realizar la simulación en una temporalidad de 8 horas para evidenciar de una manera eficaz los cambios y mejoras propuestas más adelante

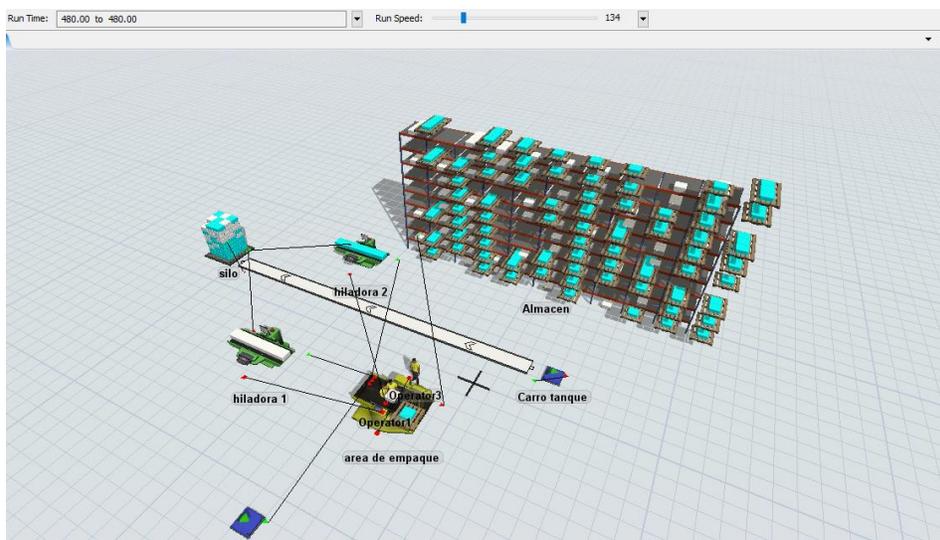


Figura 53. Estado actual simulado finalizado, Autoría propia, (2019).

Se presenta el resultado de la simulación donde se observa cómo en ambas hiladoras quedó material en proceso, así como en el silo, dando a entender que en el estado actual trabajando solo 8 horas de trabajo continuo la planta no puede consumir la totalidad de sus recursos y por ende no puede cumplir la demanda que posee, haciendo que deba incurrir al pago de horas extra.

7.10.1. Resultados de la simulación del estado actual.

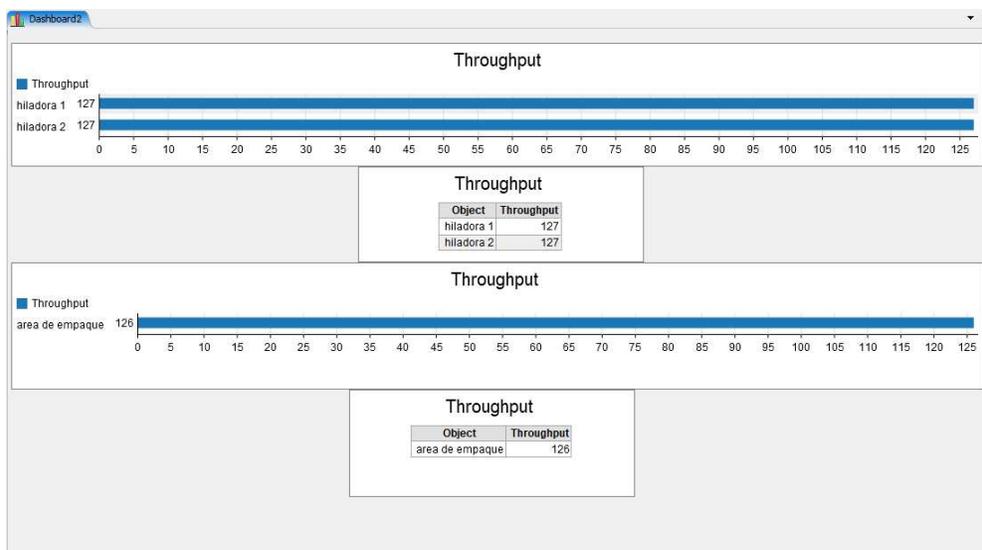


Figura 54. Rendimiento del sistema, Autoría propia, (2019).

Evidencia el rendimiento en unidades procesadas que tuvo tanto las hiladoras como el área de empaque reflejando así la baja producción y subutilización de la capacidad real que la planta posee en una jornada laboral ordinaria

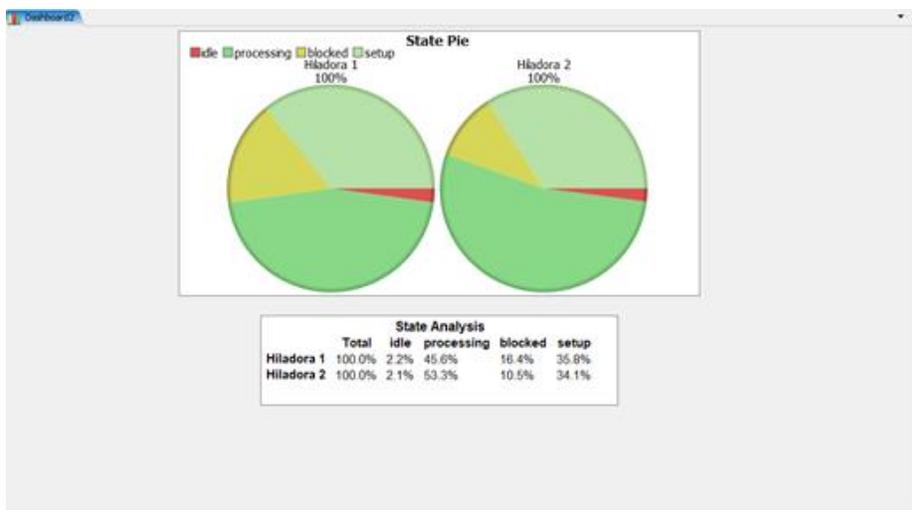


Figura 55. Utilización de hiladoras, Autoría propia, (2019).

Se presenta la relación entre hiladoras, mostrando en un nivel porcentual el tiempo de proceso, alistamiento, ocio, bloqueo y demás ítems que permiten observar la forma en la que se distribuyó el tiempo que se tenía disponible para la operación, dando como resultado:

El nivel de procesamiento en ambas hiladoras está por debajo del 55%

El alistamiento de las hiladoras ocupa más del 30% del tiempo disponible para la operación.

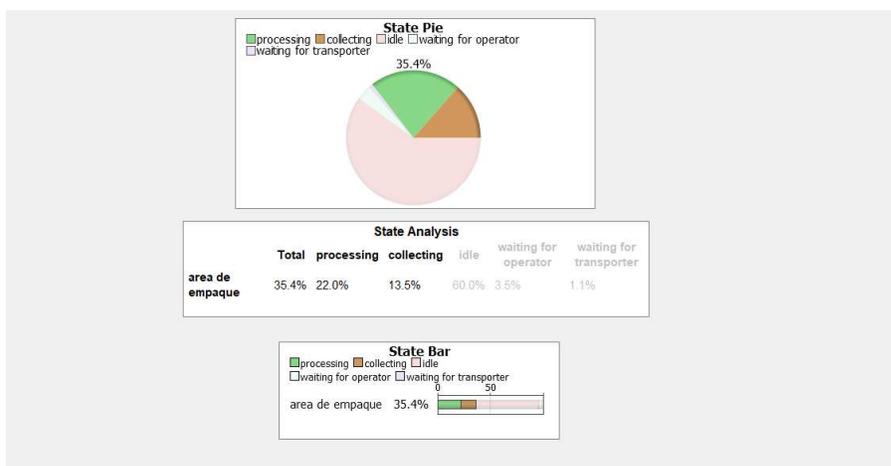


Figura 56. Utilización del área de empaque, Autoría propia, (2019).

Dado que el área de empaque (empacado) es el último proceso que se realiza y este para poder comenzar a operar debe esperar hasta más de 4 horas la simulación refleja este tiempo como un tiempo de ocio, pero el término correcto para labores de interpretación es una inactividad del sistema, aclaro lo anterior el área de empaque cuenta con las mejores estadísticas dentro de los procesos ya que es la que usa mejor el tiempo que tiene disponible para realizar su operación.

7.10.2. Resultados de la simulación del estado propuesto.

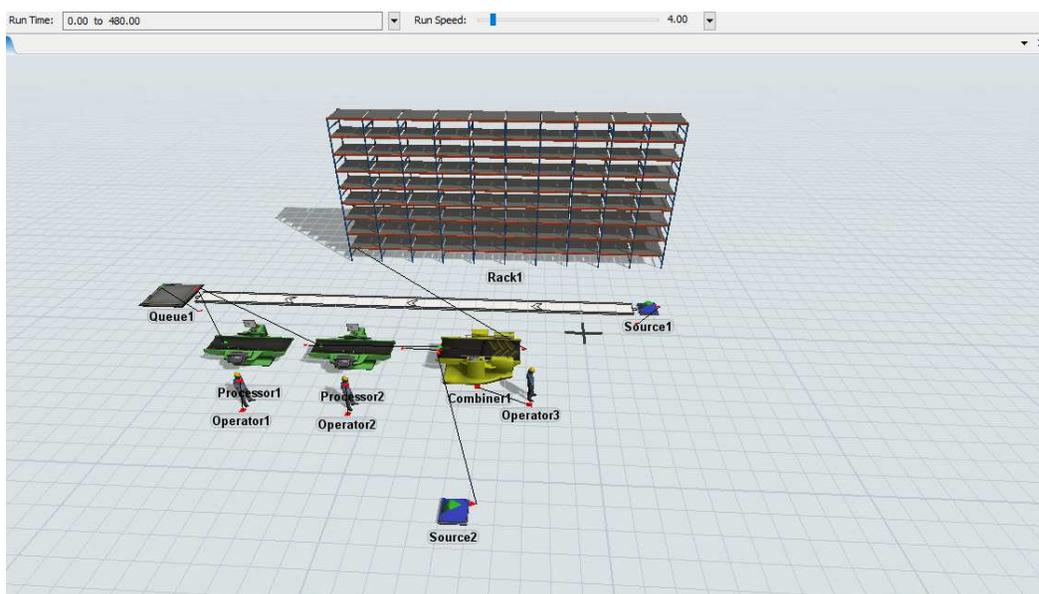


Figura 57. Estado inicial de la simulación propuesta, Autoría propia, (2019).

Al igual que al simular el estado actual, para la simulación del estado propuesto se trabajó en base a una jornada laboral de 8 horas continua, para evidenciar los cambios de una manera rápida y eficaz.

En el estado propuesto se evidencia el uso de una línea de producción definida, operarios haciendo uso de los EPP y los datos usados para el funcionamiento de las máquinas está basado en la reducción de tiempos de alistamiento y proceso planteados anteriormente en el diagrama de flujo de proceso.

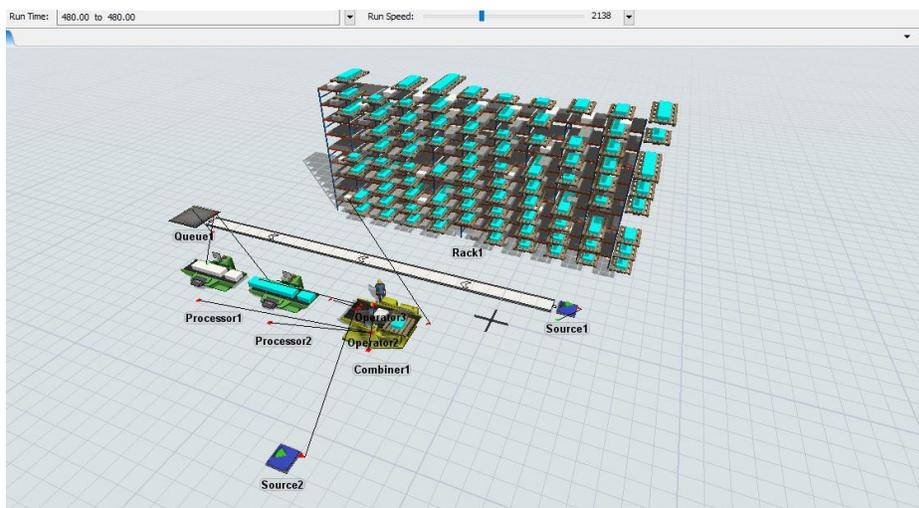


Figura 58. Estado final de la simulación propuesta, Autoría propia, (2019).

Se presenta el resultado de la simulación propuesta donde se observa cómo en ambas hiladoras quedó material en proceso pero no en el silo, dando a entender que en el estado propuesto trabajando solo 8 horas de trabajo continuo la planta puede consumir la totalidad de sus recursos pero no logra procesarlos por completo a causa misma del tiempo que tarda el hilado y por ende se denota un aumento sustancial en la producción dentro de este periodo de tiempo puede cumplir la demanda que posee, sin embargo para procesar la totalidad de unidades aún se debe incurrir en horas extra pero en menor proporción.

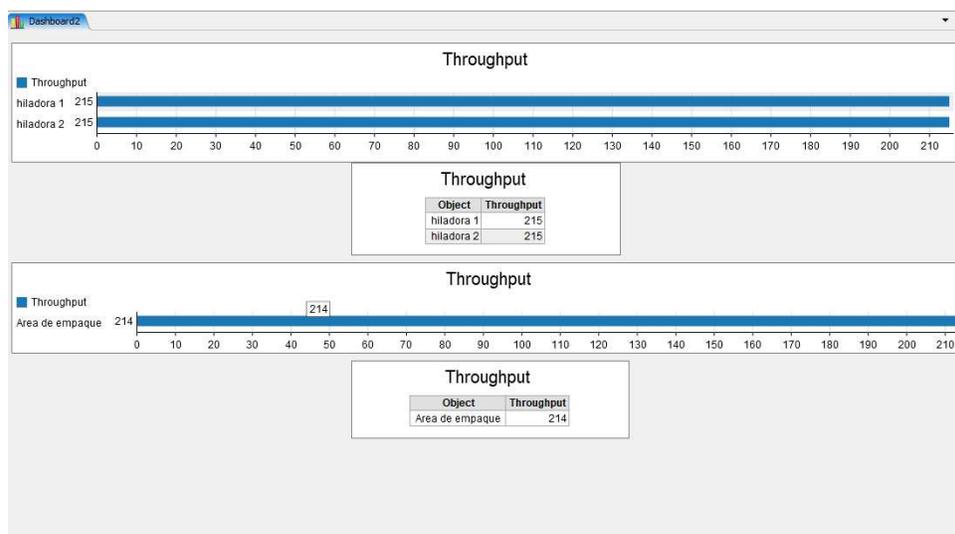


Figura 59. Rendimiento de la simulación, Autoría propia, (2019).

Con las mejoras realizadas a el proceso de producción se evidencia, en las mismas 8 horas de trabajo continuo se logró un incremento en la producción por valor de 88 U. pasando así de 126 a 214 unidades producidas en la jornada laboral.

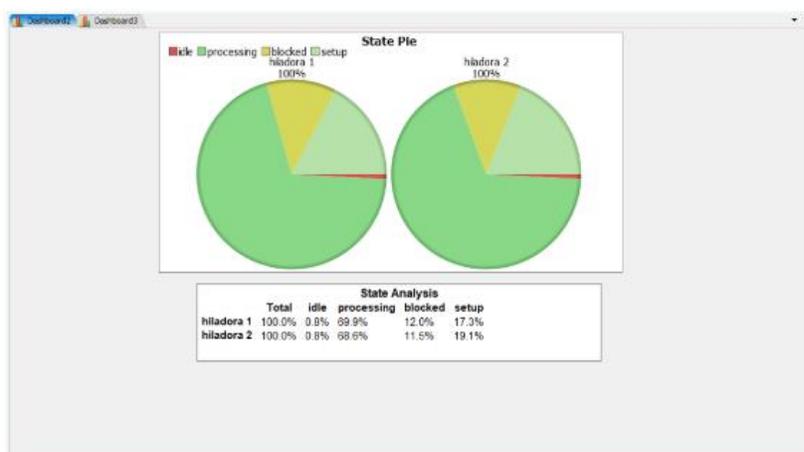


Figura 60. Utilización de hiladoras, Autoría propia, (2019).

Se presenta la relación entre hiladoras, mostrando en un nivel porcentual el tiempo de proceso, alistamiento, ocio, bloqueo y demás ítems que permiten observar la forma en la que se distribuyó el tiempo que se tenía disponible para la operación, dando como resultado:

El nivel de procesamiento en ambas hiladoras está por encima del 65% logrando así un aumento de más del 15%

El alistamiento de las hiladoras se ubica por debajo del 20% logrando una reducción de más del 10% en alistamiento

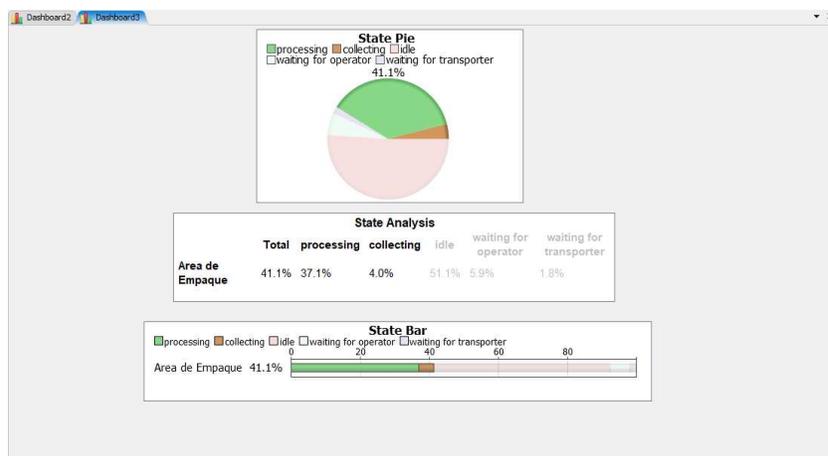


Figura 61. Utilización área de empaque, Autoría propia, (2019).

Dado que el área de empaque (empacado) es el último proceso que se realiza y este para poder comenzar a operar con el estado propuesto debe esperar menos de 3 horas la simulación refleja este tiempo como un tiempo de ocio, pero el término correcto para labores de interpretación es una inactividad del sistema, aclaro lo anterior el área de empaque cuenta con un aumento sustancial en la unidad terminada siendo este expresado en un 17% más de unidades producidas

8. Relación costo beneficio de la propuesta

La relación costo benéfico determina cuales son los beneficios por cada peso que se puede invertir en el proyecto. Compara los posibles costos de un producto con los beneficios que este producto pueda generar para evaluar y escoger la menor decisión para la compra.

Tabla 34.

Relación costo beneficio

Herramienta	Ítems	Cantidad	Costos T	Beneficios
5's	Estante para EPP y manguera.	1	\$ 4 000 000	Generación de áreas de trabajo despejadas. Áreas de trabajo limpias.
	Estante para colocar Poka Yoke e insumos.	1	\$ 600 000	Reducción de contaminación cruzada.
	Reparar suelos.	1	\$ 7 000 000	Fácil ubicación de insumos y herramientas de trabajo.
	Redistribución en planta.	1	\$ 116 000	Reducción de accidentes, producto de suelo en mal estado.
	Comprar revestimiento ecopoxi 100 blanco alimentario para el suelo	1	\$ 2 377 655	Protección mecánica de suelo.
	Aplicar ecopoxi	20	\$ 2 000 000	Mantener lo aprendido en la disciplina del mantenimiento.
	Listas de chequeo		\$ 26 000	Generación de respeto por los procedimientos.
	Folleto de capacitación	5's	\$ 2 500	

OEE	Elementos de oficina para recopilar información	1	\$ 26 000	Entrega del uso de la capacidad y eficiencia de la empresa.
VSM	Elementos de oficina	1	\$ 30 000	Reducción de tiempo a las actividades que no generen valor.
	Tiempo de conocimiento por parte del grupo de instigación.	1	\$ 12 000	Identificación de actividades que no generen valor. Aplicación de mapa de flujo del valor por parte de la empresa.
Andon	Juegos de torretas para el silo y las dos hiladoras	3	\$ 180 077	Evitar pérdida de materia prima. Estandarización de tiempos de operación. Aumento de la calidad del producto.
SMED	Manguera de 15 m	1	\$ 225 000	Evitar movimientos innecesarios. Disminución de tiempo.

				Evitar pérdida de producción.
				Evitar defectos de calidad en el producto final.
Poka Yoke	Recipientes plásticos transparentes mandados a marcar.	4	\$ 60 000	Indicar cantidad exacta de insumo para la mezcla. Rapidez en la preparación de la mezcla.
	Tablero personalizado 1x80 m	1	\$ 64 900	Conocimiento de las órdenes completadas vs las órdenes en proceso.
Kanban	Tarjetas de producción personalizadas	20x2	\$ 20 000	Conocimiento de dónde y que producto está en proceso.
	Velcro 2m	1	\$ 6 000	Apoyo al operario en la distribución de sus tareas.
Actividades básicas de mantenimiento	Resma de papel, con formato impreso	1	\$ 20 000	Reducción de falla de los equipos. Conocimiento para aplicar las
	Carpeta	1	\$ 4 000	operaciones básicas

	Esferos	2	\$ 2 000	de mantenimiento por parte de los operarios. Control sanitario al aplicar limpieza.
TOTAL			\$ 16 772	
			132	

Nota: Elaboración propia.

Posteriormente se muestra en la siguiente tabla los costos para los operarios de la empresa teniendo en cuenta que se les paga un salario básico mensual de \$ 1 000 000.

Tabla 35.
Valor sueldo operarios

Sueldo de empleados	Costo por día	Costo por hora	Costo extra por empleado
\$ 1 000 000	\$ 38 461	\$ 4 807	\$ 6 008

Nota: Elaboración propias en base a información de Lactiquesos S.A.S.

Tomando en cuenta los resultados de la simulación en el estado propuesto sobre la simulación actual, se evidencio que con los cambios propuestos el nivel de producción se ve incrementado en un 69% lo cual en el costo beneficio del proyecto se denota como los ingresos se verían aumentados con la subida de la producción.

Seguido se evidencia los beneficios actuales que generan las hiladoras y el área de empaque en el estado actual de Lactiquesos.

Tabla 36.
Beneficios actuales

	uso actual U.	Beneficio \$	Doble crema	Saravena	Total Diario
Hiladora 1	125	\$ 3 125 000	\$ 3 100 000	\$ 465 000	\$ 3 565 000
Hiladora 2	125	\$ 3 125 000	\$ 3 100 000	\$ 465 000	
Área de empaque	124	\$ 3 100 000	\$ 3 100 000	\$ 465 000	

Nota: Elaboración propia (2019).

A continuación, se evidencia los posibles rendimientos al aplicarse las mejoras propuestas, mostrando un aumento monetario.

Tabla 37.
Beneficios propuestos

	propue sto U.	Beneficio \$	Doble crema	Saravena	Total Diario	Aumento
Hiladora 1	215	\$ 5 375 000	\$ 5 350 000	\$ 802 500	\$ 6 152 500	\$ 2 587 500
Hiladora 1	215	\$ 5 375 000	\$ 5 350 000	\$ 802 500		
Área de empaque	214	\$ 5 350 000	\$ 5 350 000	\$ 802 500		

Nota: Elaboración propia (2019).

Tomando en cuenta los resultados de la simulación en el estado propuesto sobre la simulación actual, se evidencio que con los cambios propuestos el nivel de producción se ve incrementado en un 69% lo cual en el costo beneficio del proyecto se denota como los ingresos se verían aumentados en \$ 2.587.500 con la subida de la producción.

Teniendo en cuenta la identificación del problema y los datos expuestos en la justificación del proyecto, se obtiene que, el dinero que se pierde entre horas extra y unidades dejadas de vender es de \$ 108 224 835 millones de pesos anuales, por lo que, de ser implementadas las mejoras a la producción, este dinero aumentaría las ganancias brutas en un 13.55%. lo que al final de cuentas sería de \$ 642 572 000 millones anuales a \$ 729 640 506 millones de pesos.

9. Cronograma

Para el cronograma “ver figura 66”, se ha tenido en cuenta un estimado de 304 días, en donde las holuras de tiempo sirvieron a modo de contingencia, en donde el tiempo que tomó para la realización del proyecto fue de 210 días, ya que no se trabajó el mes de julio y los domingos, Teniendo en cuenta lo anterior, se logró cumplir el cronograma hasta la generación de marco referencial ya que hubo un atraso para la segunda visita de la empresa de una semana. Se adelantó en esa semana que no se pudo ir a la empresa hasta el marco conceptual. Todo siguió normal hasta la generación del diagrama de recorrido donde hubo un retraso de dos semanas para poder colocar en el documento ya que hacía falta del programa para poder hacerlo, mientras se hacía los diagramas a mano para poder hacer los diagramas de flujo en su tiempo. Todo lo demás se hizo según el diagrama de la figura 67.

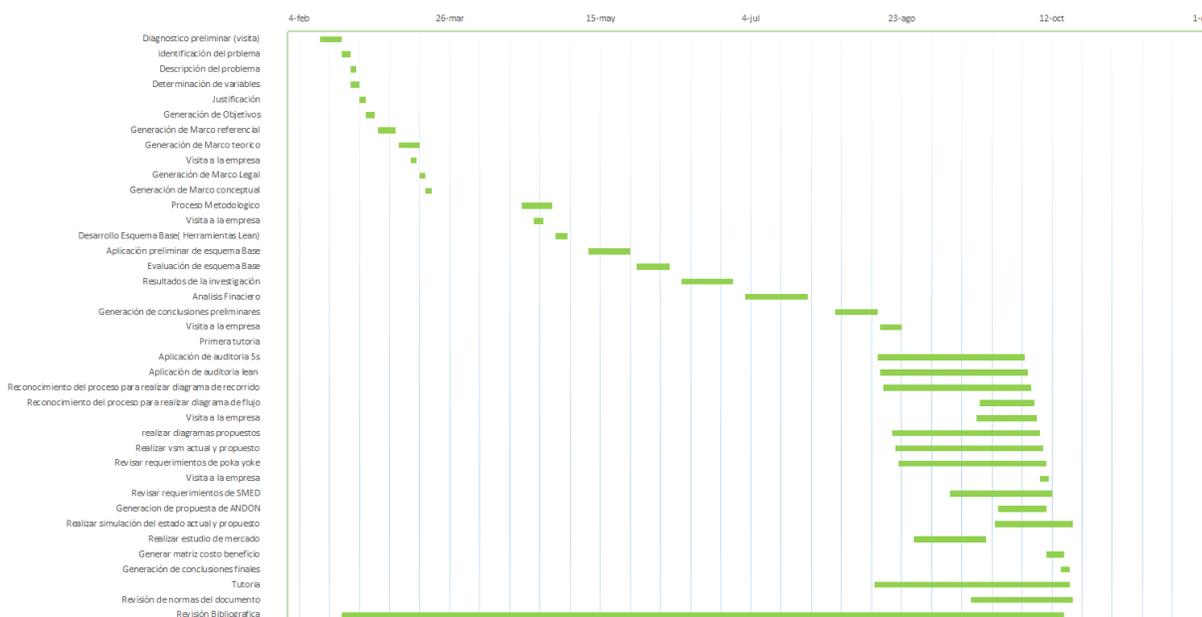


Figura 62. Cronograma de actividades, (2019).

10. Presupuesto

Para el desarrollo de las actividades del proyecto, se ha desarrollado un presupuesto base teniendo en cuenta la figura 67, en donde dichos materiales se describen en la tabla 38.

*Tabla 38.
Presupuesto*

Presupuesto	\$ 2 600 000			
Costos fijos	Monto	Cantidad	%Asignado	Total
Transporte	\$ 2 100	20	48,46 %	\$ 1 260 000
Hojas/impresiones/ información	\$ 500	50	0,96 %	\$ 25 000
Fotocopias	\$ 60	77	0,18 %	\$ 4 620
Costos Extras	Monto	Cantidad	%Asignado	Total
Alimentación	\$ 10 000	6	6,92 %	\$ 180 000
Software y aplicaciones	\$ 600 000	1	23,08 %	\$ 600 000
Costo tutoría	\$ 10 000	13	5 %	\$ 130 000
Costos de Imprevistos	\$ 100 000	3	11,54 %	\$ 300 000
TOTAL			99,99 %	\$2 600 000

Nota: elaboración propia.

A continuación, en la tabla 39, se presenta el presupuesto destinado al pago de la contratación de los investigadores por concepto de prestación de servicios, en el término de un mes, es de tener en cuenta que este proyecto tiene una duración propuesta de 10 meses.

*Tabla 39.
Valor sueldo de los investigadores.*

Nombre	Por concepto de	Horas dedicadas	Valor hora	Valor Total
Daniel Alejandro Rodríguez	Prestación de servicios	120	\$ 28 000	\$ 3 360 000
Diego Fernando Villalba Vidales	Prestación de servicios	120	\$ 28 000	\$ 3 360 000
Iván Andrés Rubio González	Prestación de servicios	120	\$ 28 000	\$ 3 360 000
Total				\$ 10 080 000

Nota: elaboración propia

Conclusiones

Gracias a las herramientas que ofrece la metodología de Lean Manufacturing, se pudo determinar que al usarse en empresas como Lactiquesos pueden encontrar debilidades y fortalezas que contribuyan a su crecimiento, teniendo en cuenta que deben aplicarse las herramientas Lean que contribuyan al cumplimiento de dicho objetivo. En el caso de Lactiquesos, se encontró que la distribución en planta, el flujo de material, la alta rotación del personal y el desorden en los procesos, son las debilidades que se deben atacar, para que Lactiquesos pueda crecer.

Al aplicarse una Auditoría en 5s a Lactiquesos, se encontró que, existen posibilidades de mejora por medio de esta herramienta, teniendo en cuenta que la limpieza, el orden y el clasificar, pueden generar personal apto, mejorando su desempeño al moverse y manipular material por la instalación, además se deja en evidencia la importancia de tener en estado óptimo la maquinaria, equipos y la instalación.

Para toda empresa sea cual sea su tamaño, es importante el tener actividades de mantenimiento, todo para mantener en optimo estado los diferentes activos con los que cuente, es por ello que se propone un formato de actividades básicas de mantenimiento, en que se pone los diferentes equipos y sus componentes básicos, aplicándoles en periodos de tiempo específicos , limpieza, lubricación, ajuste e informar sobre posibles cambios en partes, esto con la finalidad de incluir a los empleados en entidades integrales con los elementos de Lactiquesos.

El aplicar la herramienta de las 5s, se encontró que en Lactiquesos se podía implementar un cambio rápido de herramientas, por medio de la ubicación de los elementos de trabajo en lugares específicos de forma ordenada, y que procesos como el de realizar la mezcla de preparación de la masa de queso, se podía implementar un poca Yoke , al proponer la compra de envases transparentes marcados con la cantidad exacta de cada insumo, evitando la generación de errores, y el aplicar un formato de actividades básicas de mantenimiento con el tiempo de ser aplicado por los empleados se añadirán dichas actividades en la jornada normal de los trabajadores.

Lo pensado en el desarrollo de objetivos era el de aumentar en un 10% las ventas de Lactiquesos, pero según resultados de la simulación dicho aumento fue del 69%, lo que corresponde a un total de \$ 729 640 506 pesos anuales, dejando capital suficiente para futuras inversiones.

Referencias

- Aguilar C., Ahumada B. y Custodio M. (2018), *Manufactura esbelta y su efecto en la continuidad de la micro y pequeña empresa*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/330543739_La_manufactura_esbelta_y_su_efecto_en_la_continuidad_de_la_micro_y_pequena_empresa
- Alfonso, K. y Torres, H. (2019). Propuesta de mejora del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 mediante la filosofía Lean Manufacturing en la empresa Carpas & cubrimientos C&C SAS (Trabajo de grado, Universitaria Agustiniiana) Recuperado de <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/858/AlfonsoGarcia-KevinStiven-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ALKHORAIF, A., (2018). Operations Research Perspectives. Recuperado de doi: <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.100089>
- AlManei, M., Salonitis, K. y Xu, Y. (2017). Lean implementation frameworks: the challenges for SMEs. CIRP, 63(750 - 755). Recuperado de doi: 10.1016/j.procir.2017.03.170
- Álvarez, E., & Herreño, H. (2014). Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de cambio de producto en la empacadora MW42 en Papeles Nacionales S.A. (Trabajo de grado, Universidad tecnológica de Pereira). Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5227/658542A473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias Leiva, A. F., (2016). Decreto número 616 de 2016 28 feb. Instituto colombiano agropecuario. Recuperado: <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>
- ARRIETA POSADA, J. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. Tecnura, 10 (20), 139148. Retrieved from <https://www.redalyc.org>
- ASQ. (S.f). What is mistake proofing? ASQ. Recupérate de: <https://asq.org/quality-resources/mistake-proofing>

- Bach, S.,(2017),Propuesta de Implementación de la metodología de las 5S para la mejora de la gestión del almacén de suministros en la empresa Molitalia SA. Sede los olivos, Recuperado de: <https://docplayer.es/82378241-Facultad-de-ingenieria.html>
- Ballesteros silva, p. (2008). algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. *scientia et technica*, xiv (38), 223-228. Retrieved from: <https://www.redalyc.org>
- Dinas Garay, J., & Franco Caicedo, P., & Rivera Cadavid, L. (2009). Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing. *Sistemas & Telemática*, 7 (14), 109-144. Retrieved from <https://www.redalyc.org>
- Foman S.A.S . (s.f). Legislacion de alimentos en Colombia. Obtenido de <https://foman.com.co/legislacion-alimentos-colombia/>
- Gab. (S.f). Vaso graduado de 100 ml, Shop Gab, Recuperado de: <http://shop.gabsystem.com/b2c/producto/3026151/2/graduated-beaker-100ml-low-form>
- Gacharná, V., & González, D. (2013). Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones MERCY empLeando herramientas de Lean Manufacturing (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/6330/GacharnaSanchezVivianaPao-la2013.pdf;sequence=1>
- García Alcaraz, J. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (60), 129-140.Retrieved from <https://www.redalyc.org>
- Gomes Santos, C.M. (2019), Mantenimiento Productivo Total, recuperado de:<http://www.lulu.com/shop/carola-g%C3%B3mez-santos/mantenimientoproductivo-total-una-visi%C3%B3n-global/ebook/product-24026779.html#productDetails>
- GRUPO ODE. (s.f). ODE.es. Obtenido de http://www.ode.es/emailsform/LEAN/DIAGNOSTICO_LEAN.pdf
- ICS. (S.f.), ¿Qué es AMFE? Instituto de ciencias de la salud. Recuperado de: <http://www.ics-aragon.com/cursos/gestion-riesgo/6/Que-es-AMFE.pdf>

- Lefcovich, M. L. (2009). El kaizen aplicado a instituciones financieras. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Liker, J. Meier D. (2008) The Toyota Way Fieldbook a practical guide for implementing Toyota's 4Ps, Kalima13files. Recuperado de:<https://kalima13.files.wordpress.com/2017/04/book-lss-toyota-way.pdf>
- Lloyd's Register. Norma iso 14001, 2017, recuperado: <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-14001-medioambiente/>
- Lloyd's Register. Norma iso 45001, 2017, recuperado: <http://www.lrqasudamerica.com/certificaciones/iso-45001/>
- Lloyd's Register. Norma iso 9001, 2015, recuperado: <http://www.lrqasudamerica.com/certificaciones/ISO-9001-Sistema-de-Gestion-deCalidad/>
- Mag. Norma oficial para queso, 1988, recuperado: <http://www.mag.go.cr/legislacion/1988/de-18462.pdf>
- Mead, D. C., & Liedholm, C. (1998). The dynamics of micro and small enterprises in developing countries doi://doi.org/10.1016/S0305-750X(97)10010-9
- MMcallmexico. (S.f.). Andon. Mmcallmexico. Recuperado de:<https://mmcallmexico.mx/andon/>
- Peralta, E., & Rocha, A. (2015). Propuesta de implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa AJOVER S.A. (Trabajo de grado, Universidad de Cartagena). Recuperado de: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/2537/1/propuesta%20de%20implementaci%20del%20modelo%20de%20gesti%20Lean%20Manufacturing%20en%20la%20empresa%20ajover%20s.a..pdf>
- Pradilla, J. Lista de precios toxement. Slideshare. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/JorgePradilla/lista-precios-diciembre2017toxement1>
- Previniendo Riesgos. (s.f). Previniendo riesgos S.A.S. Obtenido de <http://previniendoriesgos.com.co/leyes-decretos-y-resoluciones-en-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

- PSYMA. (04 de 11 de 2015). Como determinar el tamaño de la muestra. Obtenido de <https://www.psyma.com/>
- Rajadell, C. M., & Sánchez, G. J. L. (2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Rohani, J. M., & Zahraee, S. M. (2015). Production line analysis via value stream mapping: A Lean Manufacturing process of color industry
- S.n., (2019), ¿Cuántas empresas hay en Colombia?, Economía aplicada, Recuperado de: <http://economiaaplicada.co/index.php/10-noticias/1493-2019-cuantas-empresas-hay-en-colombia>
- Sampieri, Fernández & Baptista, et ali, (2010), Metodología de la investigación, McGraw Hill Education, Mexico D.F.
- Sánchez, S., Monsalve, L., & Moncada, Y. (2013). Diseño de una metodología de implementación de Lean Manufacturing en una PYME (momentos classic) (Trabajo de grado, Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín). Recuperado de 132 http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1614/1/Dise%C3%B1o_metodologia_Lean__Giraldo_2013.pdf
- Sayago, B. (s.f). Blogger.com. Obtenido de Normativa del sector agroindustrial: <http://normatividaddelsectoragroindustrial.blogspot.com/p/normatividad-sector-lacteo.html>
- Sayago, B. (s.f). Blogger.com. Obtenido de Normativa del sector agroindustrial: <http://normatividaddelsectoragroindustrial.blogspot.com/p/normatividad-sector-lacteo.html>
- Socconini, L. (2014). Certificación Lean six sigma yellow belt para la excelencia en los negocios. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Toxement. (S.f.). Características EUCOPOXY 100. Toxement. Recuperado de: <http://www.toxement.com.co/media/2835/eucopoxy-100.pdf>
- Traffitec. (S.f.). Torreta LED uso industrial 70mm. Recuperado de: https://www.traffitec.com/semaf_tipo_torretas.php

Valdés, M. (2012). Propuesta de implementación del Lean Manufacturing para la optimización de los sistemas logísticos en la empresa Servientrega Internacional (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157066/proyecto+final+propuesta+herramientas+Lean+Manufacturing.pdf>