



ORIGINAL

A model to improve the cheese production process through Lean Manufacturing tools. Case study: Lácteos Montúfar

Un modelo para la mejora del proceso productivo de quesos a través de herramientas Lean Manufacturing. Caso de estudio: Lácteos Montúfar

Luis Paúl Castro Medina¹ , Karen Alejandra Benavides Flores¹ , Ramiro Saraguro¹ , Edgar Vinicio Lema Cáceres¹ 

¹Universidad Técnica del Norte, FICA. Ibarra, Ecuador.

Citar como: Castro Medina LP, Benavides Flores KA, Saraguro R, Lema Cáceres EV. A model to improve the cheese production process through Lean Manufacturing tools. Case study: Lácteos Montúfar. Data and Metadata. 2025; 4:198. <https://doi.org/10.56294/dm2025198>

Enviado: 18-05-2024

Revisado: 15-09-2024

Aceptado: 20-02-2025

Publicado: 21-02-2025

Editor: Dr. Adrián Alejandro Vitón Castillo 

Autor para la correspondencia: Luis Paúl Castro Medina 

ABSTRACT

More and more companies worldwide have implemented the Lean Manufacturing Methodology to improve Quality by focusing on standardized processes and continuous improvement through the elimination of waste. The Dairy Industry has been one of the most important activities in Ecuador and requires adapting this Methodology in its processes. The objective of this study is to improve the cheese production process, focusing on waste elimination and continuous improvement. For this, the VSM (Value Stream Map) has been carried out to know the flow of materials of the company, as well as the times that add and do not add value, the actual measurement of the times of how long the process takes has been carried out and with this Information was obtained from the indicators takt time, cycle time, real time; The evaluation of the OEE percentage and finally the balance diagram were also made. After having the baseline, the application of tools such as 5S, Kaizen, TPM and the redistribution of facilities was proposed. The results obtained indicated that there are bottlenecks in the Draining and Grinding and Molding subprocesses and the OEE percentage would be oscillating at 76 %, however, when the improvements were proposed, it would rise to 82 % and there would no longer be bottlenecks, thus evidencing that the Implementation of Lean Manufacturing Tools is of great importance since it improves the organization even in the work environment.

Keywords: Lean Manufacturing; Overproduction; Bottleneck; Takt Time; 5S.

RESUMEN

Cada vez más las empresas a nivel mundial han implementado la Metodología Lean Manufacturing para mejorar la Calidad al enfocarse en procesos estandarizados y en la mejora continua mediante la eliminación de desperdicios. La Industria Láctea ha sido una de las actividades más importantes en el Ecuador y requiere adaptar esta Metodología en sus procesos. El objetivo de este estudio es mejorar el proceso de producción de quesos, enfocándose en la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Para ello se ha realizado el VSM (Value Stream Map) para conocer el flujo de materiales de la empresa, así como los tiempos que agregan y no agregan valor, se ha realizado la medición real de los tiempos de cuanto demora el proceso y con esta información se obtuvo los indicadores takt time, tiempo ciclo, tiempo real; también se hizo la evaluación del porcentaje OEE y finalmente el diagrama de balance. Después de tener la línea base, se propuso la aplicación de herramientas como 5S, Kaizen, TPM y la redistribución de las instalaciones. Los resultados obtenidos indicaron que existe cuellos de botella en los subprocessos de Desuerado y Molienda y Moldeado y el porcentaje de OEE estaría oscilando en 76 %, sin embargo, al proponer las mejoras, el

mismo subiría al 82 % y ya no existiría cuellos de botella, evidenciando así que la Implementación de las Herramientas Lean Manufacturing son de gran importancia ya que mejora a la organización incluso en el ambiente de trabajo.

Palabras clave: Lean Manufacturing; Sobreproducción; Cuello de Botella; Takt Time; 5S.

INTRODUCCIÓN

Las empresas, por lo general, suelen operar con procesos que no están optimizados, lo que genera ineficiencias significativas. Estas ineficiencias pueden manifestarse en la forma de cuellos de botella, largos tiempos de ciclo, y una falta de sincronización entre las distintas etapas de producción.^(1,2) Como resultado, la empresa puede experimentar dificultades para cumplir con los plazos de entrega, lo que afecta la satisfacción del cliente y puede llevar a la pérdida de negocios.^(3,4,5)

La falta de un enfoque en la eliminación de desperdicios conduce a una alta tasa de desperdicio en las operaciones.^(6,7) Este desperdicio no se limita únicamente a materiales sobrantes o defectuosos, sino que también incluye recursos humanos mal empleados, energía utilizada de manera ineficiente y tiempo perdido en actividades que no agregan valor al producto final. Este problema es especialmente crítico en industrias donde los márgenes de beneficio son estrechos y la optimización de recursos es esencial para mantener la competitividad.^(8,9,10)

El objetivo de este trabajo es aplicar las herramientas y principios de Lean Manufacturing en el proceso de producción de quesos, con el fin de identificar y eliminar desperdicios, reducir tiempos de ciclo y mejorar su eficiencia operativa.

Lean Manufacturing se fundamenta en varios principios claves que guían la implementación de sus prácticas. El primero de ellos es la identificación y eliminación de desperdicios.^(11,12) En este contexto, el desperdicio no se refiere únicamente a materiales sobrantes o defectuosos, sino a cualquier actividad o recurso que no agrega valor directo al producto final desde la perspectiva del cliente.⁽¹³⁾ Estos desperdicios pueden incluir exceso de producción, tiempos de espera, transporte innecesario, procesamiento excesivo, inventarios elevados, movimientos innecesarios y defectos en los productos.^(14,15)

Lean Manufacturing no solo es una herramienta para mejorar la eficiencia operativa, sino que representa una filosofía de trabajo y una cultura organizacional orientada hacia la excelencia y la satisfacción del cliente.^(16,17) Al eliminar los desperdicios y optimizar los procesos, las empresas pueden ofrecer productos de alta calidad a menor costo, responder de manera más ágil a las demandas del mercado y mejorar la competitividad en un entorno empresarial cada vez más exigente.^(18,19,20)

MÉTODO

Se realizó una investigación de campo mediante visitas técnicas regulares a la empresa. Estas visitas ofrecieron información precisa y directa sobre los eventos y el funcionamiento actual. La investigación abarcó la observación de los procedimientos y los desperdicios generados en cada subproceso, lo que facilitó la identificación de las áreas prioritarias para la implementación del proyecto. Se llevaron a cabo entrevistas con los trabajadores para obtener información interna, se utilizó la técnica de observación para medir los tiempos de cada actividad del proceso y, finalmente, se aplicó una encuesta para obtener datos directos de los involucrados.

Identificación del Producto Estrella

Se identificó al producto estrella mediante la información de las ventas mensuales de cada producto.

Se observa en el diagrama de Pareto que el 80 % de los ingresos está dado por el 20 % de los productos más vendidos, en este caso el queso amasado es el que tiene más impacto en la participación de las ventas. Sin embargo, las mejoras propuestas, pueden ser replicadas para los demás productos y áreas de la empresa.

Diagrama SIPOC

El uso de la herramienta de gestión de procesos visualiza de manera clara las interacciones claves y realiza el seguimiento exhaustivo de todo el proceso de la elaboración del queso amasado, identificando así la información detallada y concreta perteneciente a cada etapa.⁽²¹⁾

Gráfica de Pareto Ventas Mensuales MONTULAC

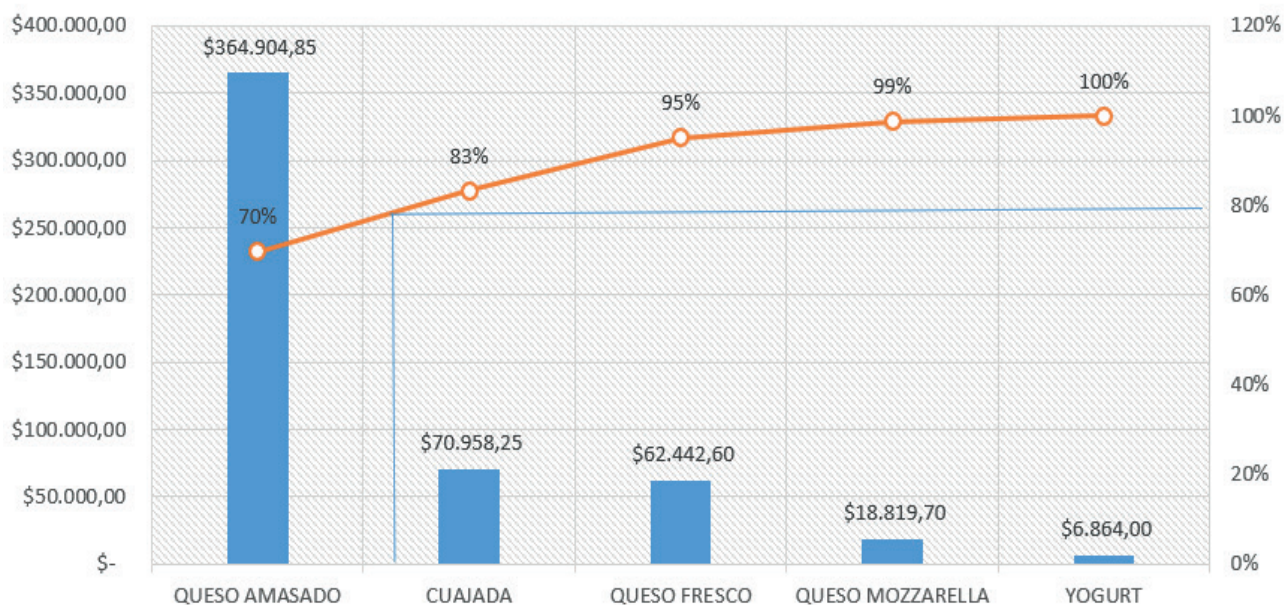


Figura 1. Diagrama Pareto del Producto Estrella

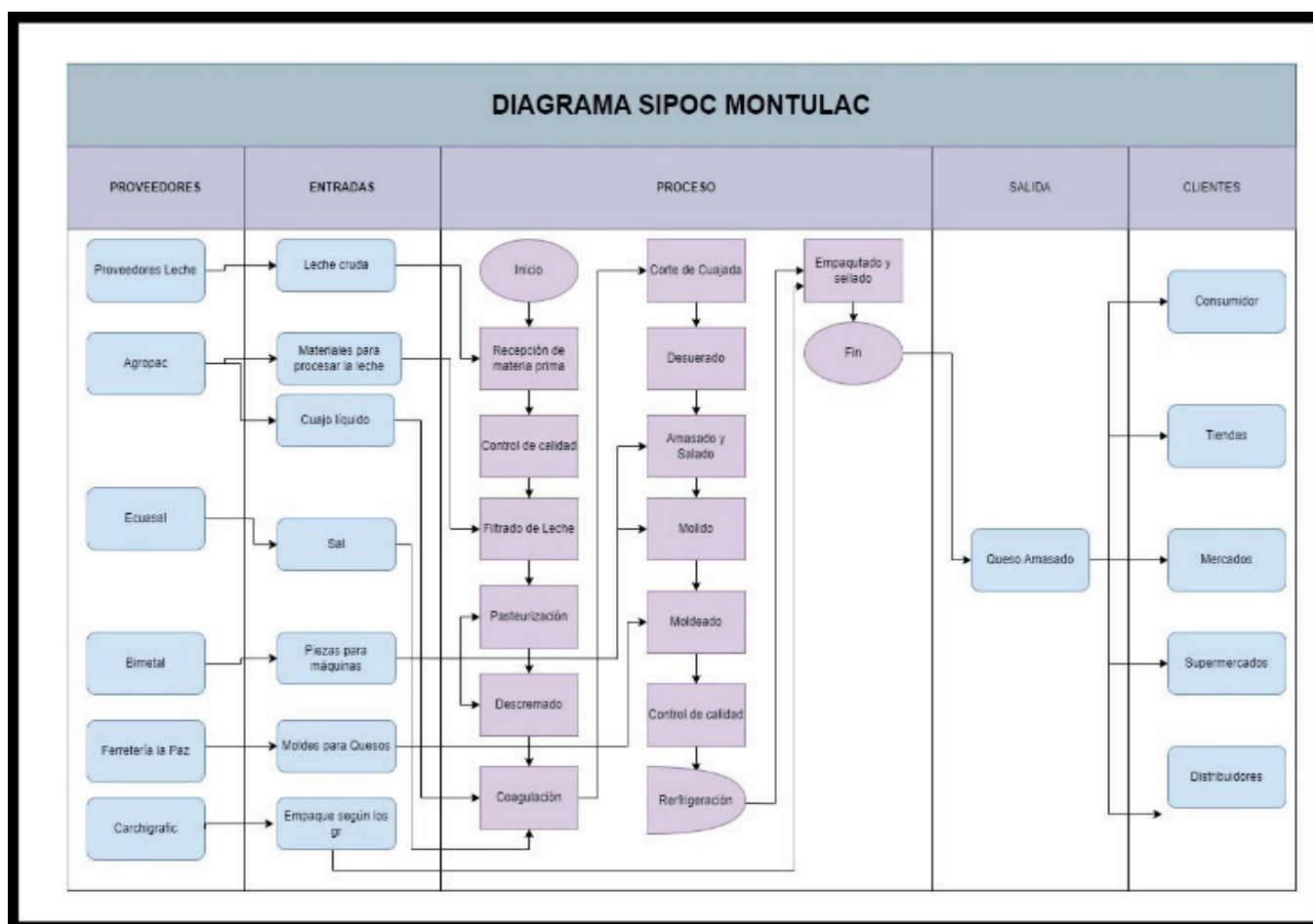


Figura 2. Diagrama SIPOC

Diagrama de Recorridos

Por medio de este diagrama, se visualizó el flujo de movimiento de personas y materiales, así como también el área de trabajo.

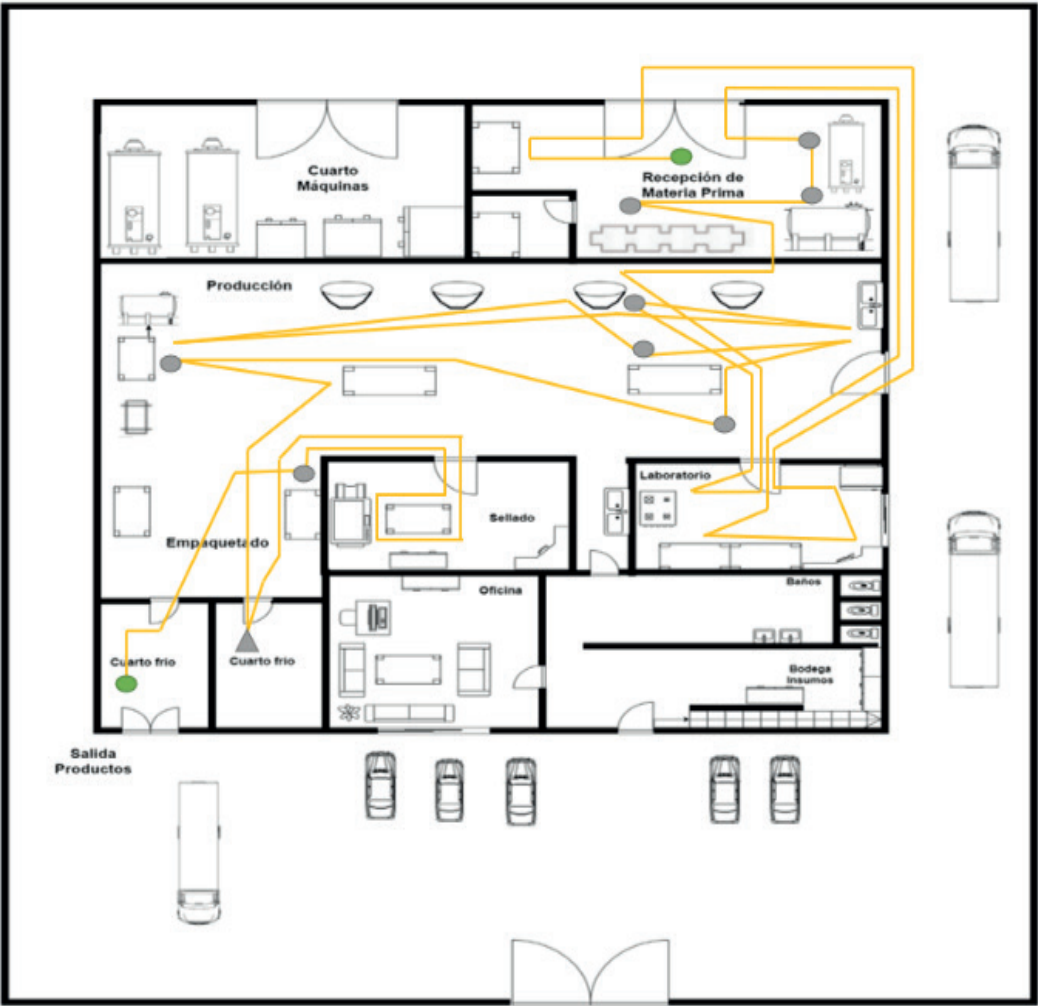


Figura 3. Diagrama de Recorridos

Se observa que el proceso desde la Recepción de Materia Prima hasta el Empacado tiene 113,1 m.

Takt Time

El Takt Time es el tiempo que indica el ritmo de trabajo que la empresa debe tener para cumplir con las especificaciones de los clientes. Tomando en consideración que se trabajan 8 horas diarias (480 min) y la demanda aproximada es de 200 quesos diarios, el Takt Time de elaboración del queso amasado es de 2,4 min/ queso.

Diagrama de Balance

Para elaborar el diagrama de balance, se determinó el tiempo real de cada subproceso, considerando las condiciones de los pedidos, los recursos y el porcentaje de OEE. Al obtener esta medición, se comparó con el takt time, lo que permitió identificar los subprocesos que requieren mayor atención para explorar alternativas de nuevas herramientas.

N	Subprocesos	Tiempo Ciclo (min)	Recursos		Pedidos	Tiempo del pedido (min)	Tiempo por recurso(min)	OEE	Tiempo Real (min)	Takt Time
1	Recepción Materia Prima	372	4	Personas	200	1,8579	0,46	100%	0,46	2,4
2	Filtrado de Leche	143	1	Maquina	200	0,71475	0,71	75%	0,95	2,4
3	Pasteurizado	468	2	Máquina	200	2,34	1,17	76%	1,54	2,4
4	Coagulación	214	1	Máquina	200	1,0675	1,07	80%	1,33	2,4
5	Corte de cuajada	350	2	Personas	200	1,75185	0,88	100%	0,88	2,4
6	Desuerado	433	1	Máquina	200	2,164	2,16	66%	3,28	2,4
7	Amasado y salado	130	4	Personas	200	0,65	0,16	100%	0,16	2,4
8	Molienda y moldeado	708	1	Máquina	200	3,53835	3,54	82%	4,32	2,4
9	Empacado	894	4	Personas	200	4,46915	1,12	100%	1,12	2,4

Figura 4. Tiempos de cada subproceso

A continuación, se puede observar los cuellos de botella de todo el proceso y donde se centrarán esfuerzos.

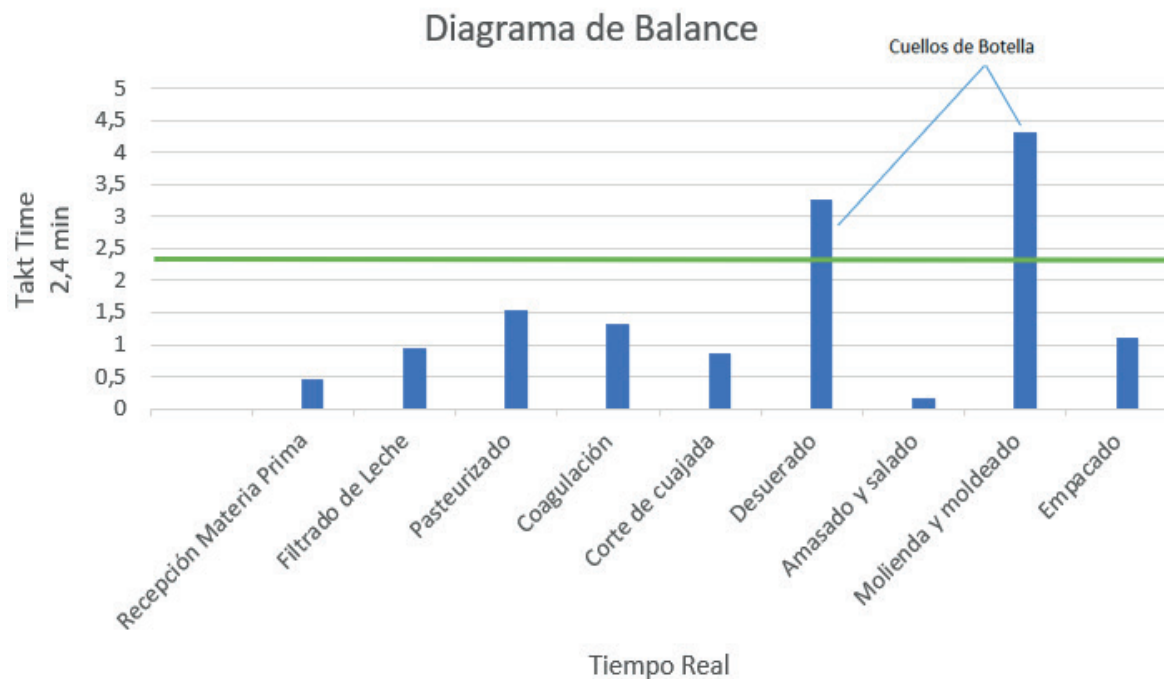


Figura 5. Gráfica de Balance

Value Stream Mapping VSM

Se elabora el mapa de cadena de valor VSM, para conocer la situación en la que se encuentra el proceso actual, el tiempo que agrega y no agrega valor, inventarios, el flujo de materiales y de personas y con ello detectar ineficiencias y áreas de mejora.⁽¹²⁾

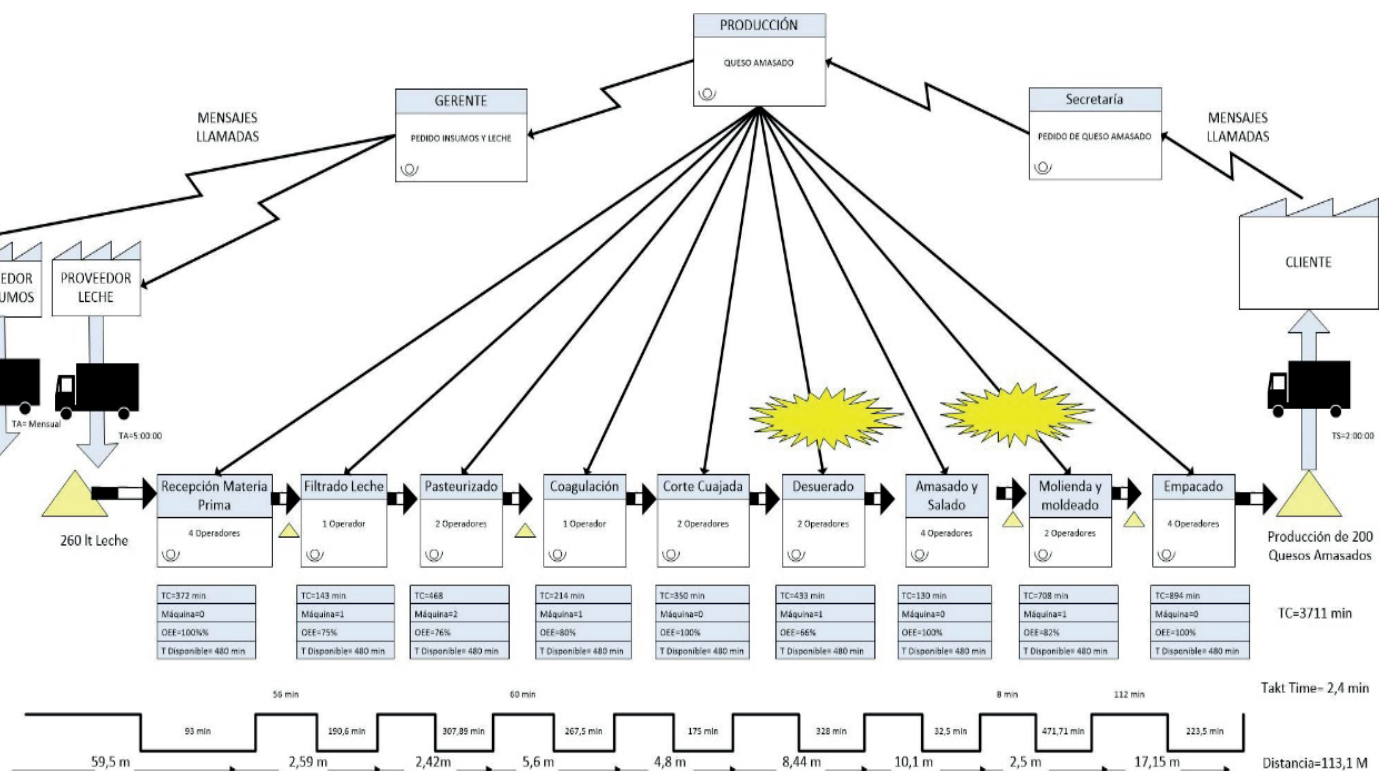


Figura 6. Value Stream Mapping

DESARROLLO

Se propone diferentes herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa, estandarizar los procesos y tener mayor flexibilidad.^(21,22)

Propuesta KAIZEN

Con esta herramienta se fomenta una cultura de mejora incremental en la empresa, promoviendo cambios pequeños y constantes que generan mejoras significativas. La propuesta está enfocada a los subprocesos de Desuerado y Molienda y Moldeado.^(6,20)


	KAIZEN		
Entidad:	Lácteos Montúfar Pic Montuslanlac S.A.		
Equipo Trabajo:	Trabajadores de producción		
Alcance:	Aumentar la productividad con eventos Kaizen		
Kaizen			
Subproceso	Actividad	Herramienta	Responsable
Desuerado, Molienda y Moldeado	Colocar avisos para ordenar y organizar los materiales.	Aviso	Subgerente
	Adecuada relación entre trabajadores	Capacitación	Operarios
	Limpieza sitio de trabajo y máquinas	Utensilios limpieza	Subgerente
	Capacitación de las actividades de los Subprocesos	Capacitador	Subgerente
	Disminuir Transportes	Trazar recorridos	Jefe de Producción
	Adecuadas condiciones laborales	Condiciones de seguridad	Jefe de Producción
	Aumento de productividad	Motivación	Operarios
	Organización de materiales y equipos	Sitio adecuado	Operarios

Figura 7. Propuesta KAIZEN

Propuesta 5S

Esta metodología es fundamental ya que promueve la organización y la eficiencia en el lugar de trabajo.^(14,16,22)

Seleccionar/Seiri

- Revisar todas las herramientas, materiales y documentos.
- Eliminar o deshacerse de aquellos que no se utilizan.
- Clasificar lo que se necesita y lo que no, y organizar lo que se queda.

Ordenar/Seiton

- Establecer un lugar específico para cada objeto.
- Utilizar etiquetas y colores para facilitar la identificación.
- Asegurarse de que todo esté accesible y en su lugar.

Limpiar/Seiso

- Limpiar a fondo el espacio de trabajo.
- Identificar y corregir las fuentes de suciedad o desorden.
- Crear un plan de limpieza regular y asignar responsabilidades.

Estandarizar/Seiketsu

- Crear procedimientos y checklist que guíen a los trabajadores.
- Documentar las mejores prácticas y mantener una uniformidad en el proceso.
- Realizar capacitaciones periódicas para asegurar el cumplimiento.

Sostener/Shitsuke

- Realizar auditorías y revisiones regulares para evaluar el estado de las 5S.
- Inculcar la cultura de responsabilidad y auto-disciplina entre los empleados.
- Celebrar logros y reconocer esfuerzos para mantener la motivación.

Nuevo Layout

Se realiza el nuevo layout donde se optimiza el flujo de materiales y productos, reduciendo tiempos de espera y desplazamientos innecesarios.^(18,19)


	Propuesta TPM					
Entidad:	Lácteos Montúfar Pic Montusaniac S.A.					
Fecha:	22-dic-23				Responsable	Especialista
Equipo Trabajo:	Producción				Personal de Apoy	Subgerente
Descripción:	Dar al equipo de producción el mantenimiento que deben realizar a las máquinas para obtener mejor calidad en la producción.					
Cod	Máquina	Cantidad	o de Mantenimie	Actividad	Frecuencia	Responsable
EQ-SP-CO-MA1	Marmitas	4	Preventivo	Limpieza de cubierta	Diaria	Operario
				Limpieza de derrames y polvo	Diaria	Operario
				alibrar la regulación de temperatu	Diaria	Operario
EQ-SP-DE-BE1	Bomba de Extracción	1	Preventivo	Limpieza total de la máquina	Diaria	Operario
				visión del estado de cables eléctri	Mensual	Operario
				Revisión del estado las manguera:	Semanal	Operario
				Revision periódica del motor	Semestral	Especialista
EQ-SP-M-C1	Cuarto frio	2	Preventivo	Limpeza total de los cuartos frios	Diaria	Operario
				Revisión de instalaciones eléctrica	Mensual	Operario
				Revisión del motor	Semestral	Especialista
				Supervisión del líquido refrigerant	Semestral	Especialista
				Calibrar regulación del termostad	Diaria	Operario
EQ-MP-PA-D2	Descremadora	1	Preventivo	Limpieza de la máquina	Diario	Operario
				Revisión de piezas desgastadas	Semestral	Especialista
				Revisión de cables eléctricos	Mensual	Operario
				Lubricación de máquinas	Semestral	Especialista
				Calibrar el regulador	Diaria	Operario
EQ-MP-FL-S1	Silo	1	Preventivo	Limpieza de cubierta	Diaria	Operario
				Limpeza de derrames y polvo	Semestral	Operario
				Revisión de instalaciones eléctrica	Semestral	Operario
				alibrar la regulación de temperatu	Semestral	Especialista
EQ-SP-MM-M1	Molino	1	Preventivo	Limpieza de máquina	Diaria	Operario
				Cambio de bandas	Semestral	Operario
				Revisión del motor	Semestral	Especialista
				Revisión de cables eléctricos	Mensual	Operario
EQ-MP-PA-P1	Pasteurizadora	1	Preventivo	Limpieza de máquina	Diaria	Operario
				Regulacion de termostato	Diaria	Operario
				Revisión estado de tuberías	Semestral	Especialista
				Revisión cables eléctricos	Mensual	Operario
				Revisión de motor	Semestral	Especialista

Figura 8. Plan Operativo TPM

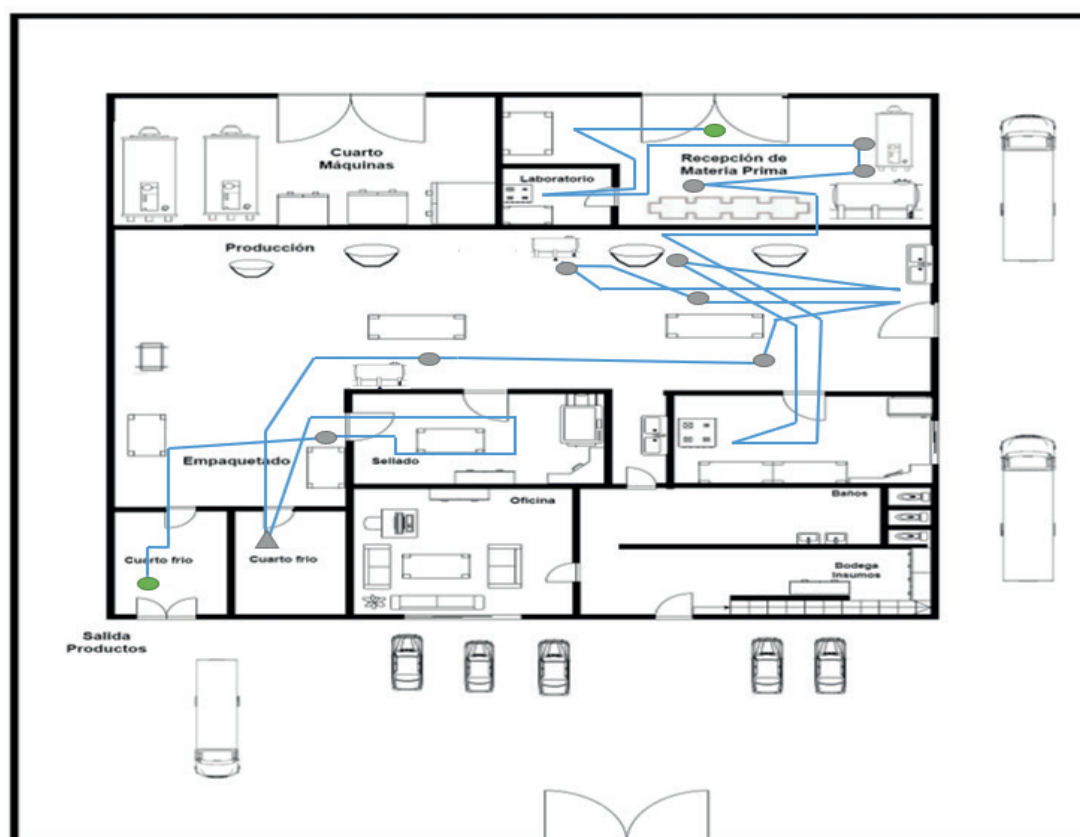


Figura 9. Diagrama de Recorridos Layout

RESULTADOS

Se evidencia que utilizar las herramientas Lean Manufacturing permite lograr un aumento en la producción al eliminar desperdicios en procesos, materiales y tiempo. Al eliminar estos desperdicios se puede reducir costos operativos y aumentar su rentabilidad.

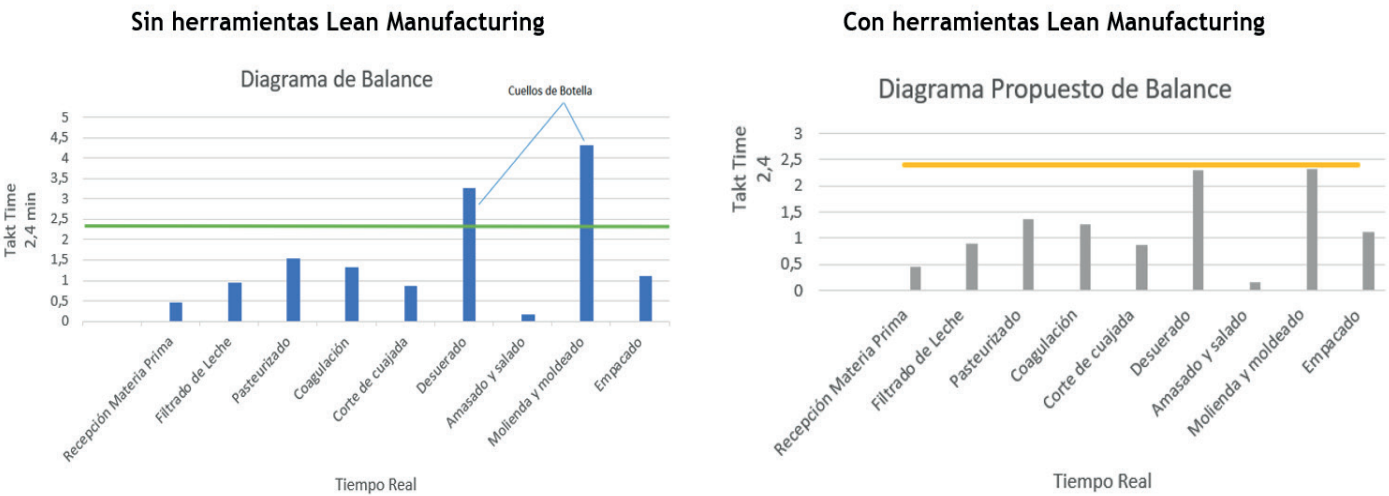


Figura 10. Diagrama de Balance comparativo

Indicadores del Proceso

Tabla 1. KPI´s del proceso		
Indicadores	Sin Lean Manufacturing	Con Lean Manufacturing
Eficiencia	74 %	78 %
Fiabilidad	72 %	79 %
OEE	76 %	82 %
Recorrido	113,1 m	94,48 m

DISCUSIÓN

Uno de los hallazgos recurrentes en los estudios que han implementado Lean Manufacturing en la industria alimentaria es la identificación de desperdicios como un punto crítico para mejorar la eficiencia.⁽²³⁾ En este estudio, al igual que en investigaciones previas, los tipos de desperdicios más comunes identificados fueron los tiempos de espera, los movimientos innecesarios, la sobreproducción y los defectos en los productos terminados. Este patrón es consistente con los resultados de proyectos como el de ⁽²⁴⁾, donde se identificaron los mismos desperdicios en procesos de producción de productos lácteos.

El uso de herramientas como el Mapa de Flujo de Valor (VSM) ha sido común en los proyectos estudiados, permitiendo una visualización precisa de los cuellos de botella en la producción. En el caso de Lácteos Montúfar, esta herramienta permitió identificar zonas de ineficiencia y ayudó a rediseñar los flujos de trabajo. En proyectos similares, como el de ⁽²⁵⁾, el VSM también permitió una mejora sustancial en los tiempos de producción y la reducción de inventarios en productos lácteos, lo que coincide con los resultados obtenidos en el caso de estudio.⁽²⁶⁾

Un aspecto a destacar es la diferencia entre los tipos de productos en los proyectos estudiados. Mientras que los estudios previos se centraron en productos como yogur o leche pasteurizada, este estudio se enfoca en la producción de quesos, lo que presenta ciertos desafíos específicos debido a la mayor complejidad de los procesos involucrados desuerado, molienda y moldeado. Este factor hace que la implementación de herramientas Lean deba ser adaptada a las características del producto.

CONCLUSIONES

La utilización de las herramientas de Lean Manufacturing es de gran importancia en las industrias ya que ayudan a documentar y estandarizar mejores prácticas, se toma decisiones basadas en hechos y se incrementa la satisfacción del cliente ya que elimina desperdicios y optimiza procesos.

Con la implementación de Herramientas Lean Manufacturing se reducirá la distancia recorrida de 113,1m a 95m, se incrementará la eficiencia operativa del 74 % al 78 %, la fiabilidad subirá del 72 % al 79 % y finalmente el porcentaje de OEE (maquinaria) incrementará del 76 % al 82 %.

Como resultado se observa que la empresa no solo logra aumentar la productividad, sino que también involucra a los trabajadores en el proceso, se fomenta un ambiente de trabajo más motivador y colaborativo. Lean Manufacturing no solo transforma los procesos operativos, sino que también fortalece la cultura organizacional.

REFERENCIAS

1. P. Neves , F. Silva , L. Ferreira , Pereira T, A. Gouveia y C. Pimentel , «Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products,» Scopus, p. 8, 2018.
2. CIL ECUADOR, «Revolucionando la industria láctea de Ecuador: un enfoque de innovación y el progreso,» Centro de la Industria Láctea del Ecuador , 12 Mayo 2023.
3. Ambit, Lean Managament, 2020.
4. A. Andrade, C. Del Río y D. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,» Scielo. Información Tecnológica, vol. 30, n° 3, pp. 83-94, 2019.
5. M. Asisclo, «El valor del oee,» Sistemas oee, pp. <https://www.sistemasoe.com/como-mejorar-eficiencia-industrial-oe/>, 2023.
6. Y. Atehortua, «Estudio y aplicación del Kaizen,» Universidad Tecnológica de de Pereira, Pereira, 2010.
7. J. G. Vargas Hernández , G. Muratalla Bautista y M. Jimenez Castillo , «Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias , vol. 17, p. 174, 2016.
8. C. M. Hinojosa Donoso y R. A. Cabrera Armijos , «Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad de,» Journal of Engineering Sciences , p. 13, 2022.
9. Audaces, Lean Manufacturing principios, https://audaces.com/es/lean-manufacturing-conoce-sus-principios/#%C2%BFCuales_son_los_5_principios_del_lean_Manufacturing, 2022.
10. S. Brau, Cinco principios de Lean Manufacturing, <http://sebastianbrau.com/cinco-principios-de-lean-manufacturing-definidos-por-womack-y-jones/>, 2019.
11. C. A. Avila Quispe y D. A. Romero Chingay , «Lean manufacturing como herramientas para aumentar la productividad en la empresa Piladora del Valle S.R.L.,» Ciencia y Sociedad, vol. 2, n° 3, p. 17, 2022.
12. J. Buzón, Lean Manufacturing, España: Elearning, 2019.
13. J. L. Valencia Jarama , G. A. Gutierrez Canchasto y V. M. Flores Marchán , «Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad,» INVECOM , vol. 5, n° 2, p. 8, 2024.
14. R. Cabrera, Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad, Journal, 2022.
15. Ceupe, El Smed, <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-smed.html>, 2022.
16. R. Contero, «Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el ecuador,» La Granja, p. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/33.2021.03>, 2021.
17. J. Calderón , Y. Coello , M. Ontaneda y W. Algoner , «The impact of Lean Manufacturing tools in the Supply Chain: A systematic review,» LACCEI, p. 11, 2024.
18. E. Ekon, «Por qué una empresa debe conocer su takt time,» Cegid Ekon, pp. <https://www.ekon.es/blog/empresa-debe-conocer-su-takt-time/#:~:text=El%20objetivo%20del%20takt%20time,la%20demanda%20de%20un%20cliente.> 2021.
19. Dirección, Mejoramiento de la Cadena de Valor Láctea, <https://www.municipiobolivar.gob.ec/images/>

PDF/2021/05/Proy-cadena-valor-lacteo.pdf, 2020.

20. C. Díaz, D. Catari, C. Murga, G. Díaz y V. Quezada, «Efectividad General de Equipos (OEE) ajustada por costos,» *Interciencia en línea.*, vol. 45, n° 3, pp. 158-163, 2020.

21. J. Berganzo, «La Definición oee,» *Sistemas oee*, pp. <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>, 2023.

22. M. Kusse, «¿Qué es la Manufactura Celular?,» 13 12 2022. En línea.. Available: <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/manufactura-celular/>.

23. A. E. Karolane Gil Vega , S. J. Hinojosa Durán y J. R. Aranda González, *Lean Manufacturing. Su impacto en la productividad de lácteos*, Quito : Religación Press, 2023.

24. U. Kumar y R. Shankar , «Application of Value Stream Mapping for Lean Operation: An Indian Case Study of a Dairy Firm,» *Global Business Review*, 2022.

25. J. Wesana , X. Gellynck , M. Dora, D. Pearce y H. Steur , «Measuring food and nutritional losses through value stream mapping along the dairy value chain in Uganda,» *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 150, p. 10, 2019.

26. J. Medina, *Lean Manufacturing*, <https://blog.toyota-forklifts.es/lean-manufacturing-actualidad>, 2022.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Ramiro Saraguro.

Curación de Datos: Karen Benavides.

Análisis Formal: Karen Benavides.

Investigación: Paúl Castro, Karen Benavides.

Metodología: Paúl Castro, Karen Benavides.

Administración del proyecto: Ramiro Saraguro, Karen Benavides.

Recursos: Ramiro Saraguro, Vinicio Lema, Karen Benavides.

Software: Paúl Castro, Karen Benavides.

Supervisión: Karen Benavides.

Validación: Ramiro Saraguro, Karen Benavides.

Visualización: Paul Castro, Vinicio Lema, Ramiro Saraguro.

Redacción - borrador original: Paul Castro.

Redacción - revisión y edición: Karen Benavides, Ramiro Saraguro, Vinicio Lema.