

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Simulación de la propuesta de mejora del proceso productivo de queques húmedos aplicando herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR

Ana Patricia Alvarez Lumbres

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repository.upb.edu.co Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
7	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Revisión de literatura	7
Materiales y métodos	10
Resultados y discusión	11
Conclusiones	16
Recomendaciones.....	17
Referencias	17
Anexos.....	19

Resumen

La investigación tiene como objetivo general simular la propuesta de mejora del proceso productivo de queques húmedos aplicando herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad, uno de los primeros puntos fue realizar el diagnóstico de la situación actual en la que se encontraba la empresa, donde se mostró que el proceso tiene una producción de 9 queques/día y una productividad de 4 queques/hora.op, siendo indicadores que se encuentran por debajo de los indicadores estándar.

La metodología realizada fue la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, en la investigación se propusieron 3 mejoras, como aplicación de herramienta 5S, rediseño de layout y herramienta VSM, de las cuales la segunda propuesta fue elegida como la mejor puesto que su producción era mayor, llegando a producir al día 22 queques, así también, permitió reducir el tiempo ciclo y el tiempo de cuello de botella. Finalmente, se realizó la evaluación económica de la propuesta elegida obteniendo un beneficio costo de S/. 1 135.

Palabras Claves: Producción, productividad, panificadora, proceso, lean manufacturing

Abstract

The general objective of the research is to simulate the proposal to improve the production process of wet cakes by applying Lean Manufacturing tools to increase productivity, one of the first points was to diagnose the current situation in which the company was, where it was shown that the process has a production of 9 cakes/day and a productivity of 4 cakes/hour.op, being indicators that are below the standard indicators.

The methodology carried out was the application of Lean Manufacturing tools, in the investigation 3 improvements were proposed, such as the application of the 5S tool, layout redesign and VSM tool, of which the second proposal was chosen as the best since its production was greater, producing 22 cakes a day, as well, it allowed to reduce the cycle time and the bottleneck time. Finally, the economic evaluation of the chosen proposal was carried out, obtaining a cost benefit of S/. 1 135.

Keywords: Production, productivity, bakery, process, lean manufacturing

Introducción

A nivel mundial, en los últimos años Latinoamérica obtuvo el índice más alto en consumo de pan, entre los países que destacaron, se encontraba Chile, Argentina y Uruguay, con un índice anual de consumo per cápita de 98 kg; 82,5 kg y 55 kg respectivamente, pues según expertos explican que la variación de sus cifras se debe al precio del producto, la alta productividad que logran y al salario promedio según el país [1].

En el Perú, a consecuencia del Covid-19, diarios nacionales mencionan que por parte del cliente se ve una variación en su comportamiento, actitud y elección, es decir, que los hábitos de consumo están en constante cambio [2]. En la región Lambayeque, en base al último censo manufacturero que fue realizado por el Ministerio de Producción se estimó que de 10 mil panaderías-pastelerías que existen en el país, el 4,4% se encuentran ubicadas en la región [3].

Siendo así, en la ciudad de Chiclayo, se encuentra la panificadora Rikitos SAC dedicada a la elaboración de productos de panadería y pastelería, la mayoría de sus productos se elaboran todo el año, pero algunos solo por temporadas. Actualmente, se ha evidenciado problemas de productividad en el proceso productivo de queques húmedos, pues a pesar que son los más demandados con el 10,28 % en ventas del total de los productos, son los que menos se elaboran diariamente porque elaborar todos los tipos de productos les toma más tiempo del que necesitan.

Además, el proceso tiene una producción de 9 queques/día y una productividad de 4 queques/hora.op; así también; 18,98 % de tiempos improductivos que se dan por las demoras al transportar los materiales a causa de la deficiente distribución de planta; de igual forma, se tiene un 10,38 % de mermas, demoras en el recorrido por transporte innecesario de los operarios el cual genera un tiempo de ciclo total de 137,7 minutos, un cuello de botella de 40 minutos que se presenta en la etapa de horneado y una capacidad ociosa de 27 queques al día. Con todo lo mencionado, se tiene una productividad actual de 25 %, la cual es un grave problema de baja productividad ya que como lo menciona R. M. Herrera-Mayz [4] y otros autores a los que cita en su investigación la productividad óptima de queques es igual o mayor al 79 %.

Por esta razón, se plantea la siguiente interrogante, ¿Cómo influye en la productividad la simulación de la propuesta de mejora del proceso productivo de queques húmedos aplicando herramientas Lean Manufacturing? Así también la hipótesis: La simulación de la propuesta de mejora del proceso productivo aplicando herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad de queques húmedos. Dicho eso, el objetivo general es simular la propuesta de mejora del proceso productivo de queques húmedos aplicando herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad, teniendo como objetivos específicos diagnosticar la situación actual del proceso productivo, diseñar el modelo de simulación de la

propuesta para aumentar la productividad y realizar el análisis económico financiero de la propuesta.

Revisión de literatura

Bahón [5] en su investigación **Estudio de redistribución de la planta de una panificadora mediante simulación**, explican que la panificadora en estudio tiene problemas de producción, siendo de 651 chapatas y 435 barras diarias, la cual es baja debido a la mala distribución de máquinas que se presentan. El objetivo de la investigación es proponer una nueva distribución que pueda solventar su problemática y le permita cumplir con las necesidades de un futuro crecimiento. Por consiguiente, se hizo uso del software Witness para diseñar el nuevo modelo del proceso de producción de barras y chapatas puesto que es donde se tiene más carga. Los resultados que se obtuvieron estuvieron en base a las mejoras propuestas de herramientas Lean Manufacturing, en donde se logró reducir 6 minutos de tiempo muerto y aumentar la producción a 870 barras por realizar un nuevo layout de planta lo que generaba un flujo de material directo y continuo.

Castaño-Polo y Mejía [6] en su investigación **Plan de mejora para el fortalecimiento y rendimiento del área de producción de la panadería y bizcochería quinta estrella**, explican que su investigación se basó en el proceso productivo de cinco clases de pan que tenían problemas de producción a causa de falta de estandarización, falta de capacidad de máquinas e incumplimiento de demanda. El objetivo de la investigación es proponer un plan de mejora que cubra las necesidades de la panadería y bizcochería y a la vez mejore el rendimiento de producción. Por consiguiente, se realizaron estudios de tiempos para determinar el tiempo estándar de producción, la capacidad real y luego proponer mejoras. Los resultados que se obtuvieron fueron un aumento de producción de 3470 a 4010 panes, aumento en la capacidad de 66,98 % a 77,41 % y reducción del tiempo ocioso de 120 minutos a 30 minutos.

Mandujano y Vigil [7] en su investigación **Propuesta para optimizar el proceso de producción en una empresa panificadora aplicando Lean Manufacturing**, explican que la empresa ofrece sus productos al nivel socioeconómico A y B donde se focalizaron para realizar un análisis de la problemática y posteriormente sus causas para estar al tanto de la situación actual, según eso plantear mejorar para extender la productividad y rentabilidad. El objetivo de la investigación es presentar una propuesta de mejora para optimizar el proceso de producción aplicando herramientas Lean Manufacturing. Por consiguiente, se utilizó las herramientas de Lean Manufacturing para estandarizar procesos. Los resultados que se obtuvieron fueron que la implementación 5S generó ahorros con la reducción del 13 % en el índice de costos,

reducción del tiempo de recorrido del proceso de 44,66 metros a 30,61 metros, así mismo, reducción del tiempo ciclo de 250 minutos a 203 minutos.

Padilla [8] en su investigación **Just in time como herramienta de mejora para la disminución de los desperdicios en una empresa panificadora**, explican que los problemas en la panificadora se encuentran en su proceso ya que genera desperdicios debido a una sobreproducción, productos defectuosos y ausencia de proyección de materiales. El objetivo de la investigación es disminuir los desperdicios que presenta la panificadora mediante Just in time. Por consiguiente, se realizaron nuevas ubicaciones para las operaciones mediante un balanceo de línea al ritmo del takt time, seguidamente se optó por estandarizar el proceso y luego aplicar las herramientas de tarjetas Kanban para producir en base a la demanda. Los resultados que se obtuvieron fueron la reducción del 9,13 % del tiempo de ciclo total al igual que las actividades improductivas, por otro lado, el aumento de la eficiencia del 53 % de la línea de producción.

Herrera [4] en su investigación **Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en la línea de queques de la panificadora Jayo SAC, Lima, 2020**, explican que en la empresa se tiene problemas de productividad a causa del personal por no realizar su trabajo adecuado y desplazarse repetitivamente, también por deficiente distribución de planta, trabajo manual inadecuado y tiempos improductivos. El objetivo de la investigación es determinar de qué manera la aplicación de un estudio de trabajo mejora la productividad. Por consiguiente, se realizaron la metodología de estudio de trabajo, con el propósito de obtener una nueva distribución de máquinas. Los resultados que se obtuvieron fueron una mejora en la productividad de 14,49% de la inicial que fue 69%, de igual forma, la eficiencia se vio en aumento en un porcentaje de 7,5% y, por otro lado, la eficacia evidenció un aumento de 5,74%.

Becerra [9] en su investigación **Aplicación de las herramientas del lean manufacturing para la mejora de la productividad en el proceso de elaboración de tortas en la empresa Pastperu SAC en el 2016**, explican que se desea ingresar a nuevos mercados con el abastecimiento de más tortas en más tiendas, sin embargo, se tienen problemas por la falta de control que existe de los procesos.. El objetivo de la investigación es determinar de qué manera la aplicación de herramientas lean manufacturing mejoran la productividad del proceso. Por consiguiente, se realizaron análisis de la situación actual conjuntamente con la problemática y causas, para luego aplicar las herramientas lean necesarias para el proceso, con la finalidad de mejorar la productividad. Los resultados que se obtuvieron fueron un aumento de la productividad de 0.7741 a 0.9663, aumento de eficacia de 0.7592 a 0.9844, donde se comprobó

que la aplicación de dichas herramientas solo requiere usar de lo necesario en el proceso así teniendo el control de sus recursos.

Reynoso [10] en su investigación **Aplicación de la simulación de sistemas para reducir la formación de colas en Pizza Palace, Lima-2018**, explican que el crecimiento de colas en su proceso es muy largo, lo que conlleva a molestias y falta de cumplimiento de las necesidades con los clientes. El objetivo de la investigación es analizar la reducción de colas mediante la simulación en Promodel del sistema. Por consiguiente, se realizaron las evaluaciones de la situación actual de la empresa y la identificación de causas de colas, seguidamente se utilizó la herramienta Promodel para simular el sistema y proponer mejoras. Los resultados que se obtuvieron fueron que la simulación genera interactuar con el mismo proceso directamente lo que hace proyectarse mejoras y ver el resultado de éstas, siendo así, para la empresa se puede concluir que es necesario contratar personal para la demanda de pedidos y para la atención en caja.

Alfonso [11] en su investigación **Evaluación y mejoramiento del sistema de producción en la repostería Deli con simulación discreta**, explican que se realizó una investigación de todas las entradas del proceso productivo de tortas, ya que existen problemas con los altos cuellos de botella y retrasos, siendo su causa principal la ausencia de control y organización del proceso. El objetivo de la investigación es optimizar los recursos que se utilizan en la elaboración de tortas para incrementar la producción. Por consiguiente, se realizaron simulaciones discretas usando Flexim y Promodel teniendo en cuenta sus planes de suministros y además se aplicó la herramienta Six Sigma para satisfacer la demanda y minimizar tiempos de inactividad. Los resultados que se obtuvieron fueron dos opciones para mejorar el proceso, la primera tiene que ver con la aplicación de un modelo logístico en base a la sucesión de demanda y reseña de ventas, la segunda tiene que ver con una nueva distribución de la cadena de suministros para lograr estandarizar los procesos.

Cano-Corrales y Triveño [12] en su investigación **Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de producción de una pastelería utilizando herramientas de lean manufacturing**, explican que se presentan problemas de desperdicios, algunos de estos, como sobreproducción, movimientos innecesarios, quiebres de stock, deficiente limpieza y desorden. El objetivo de la investigación es definir una propuesta de mejora utilizando herramientas lean manufacturing para el proceso productividad de la empresa. Por consiguiente, se aplicó herramientas lean manufacturing, entre ellas, la estandarización de tiempos, Kaizen, 5S, just in time enfocado en un MRP y por ultimo rediseño de ingeniería acompañado de Heijunka. Los resultados que se

obtuvieron fueron la reducción de costos de producción, desperdicios, el aumento de ganancias y la determinación de operario que son necesarios para el proceso de tortas.

Torres, Saleté y Delgado [1] en su investigación **Costeo de productos en la industria panadera utilizando el método ABC**, explican que el desarrollo de la investigación nace con la finalidad de corregir los niveles de productividad y competitividad de empresas regionales chilenas. El objetivo de la investigación es diseñar una metodología de costeo basado en actividades ABC. Por consiguiente, se realizaron revisiones sobre aportes modernos bibliográficos de aplicaciones con el enfoque ABC para productos típicos en panaderías. Los resultados que se obtuvieron estuvieron en base a la eficacia para la panadería al contar con una metodología ABC de costeo ya que permite organizar bajo 6 pasos los costos directos e indirectos, siendo esto la mejor opción antes que en un sistema tradicional, además que permite un mejor posicionamiento estratégico del negocio.

Materiales y métodos

Diagnosticar la situación actual del proceso productivo

Para realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de producción de la panificadora, se describió el proceso productivo mencionando el tiempo en cada etapa, así mismo se realizó un estudio de sus indicadores que sustentan los problemas, posteriormente se realizó el diagrama de Ishikawa para conocer las causas del problema y también el diagrama de Pareto conjuntamente con la pérdida económica que implica la causa.

Diseño del modelo de simulación

El método utilizado fue revisar la investigación de M. J. Cabrejos-Rodríguez [13] para obtener la información y los datos de la empresa. El presente trabajo siguió revisiones de documentos e investigaciones sobre las aplicaciones de herramientas lean manufacturing, ya que registra las cifras e indicadores actuales de las empresas en función de las necesidades del objeto de investigación, con la finalidad de comparar resultados con la realidad de la empresa en estudio. Posteriormente, se diseñó el modelo actual utilizando el software Promodel, así también se simuló los modelos de las propuestas de mejora para aumentar la productividad y se compararon los resultados de las tres mejoras para seleccionar la mejor opción.

Análisis económico financiero

El análisis económico financiero de la propuesta de mejora se realizó en base a revisión bibliográfica, sobre costos de máquinas u otros recursos que se están sumando al proceso de la investigación, así como también antecedentes de artículos científicos y revisiones de páginas web para solicitar cotizaciones.

Resultados y discusión

Diagnosticar la situación actual del proceso productivo

La panificadora Rikitos SAC se encuentra ubicada en el distrito de La Victoria de la ciudad de Chiclayo, se dedican a la elaboración de productos de panadería y pastelería, parte de los productos que ofrecen son queques, tortas, biscochos, panetones, tostadas, panes, alfajores, entre otros más. En base a los resultados de un análisis ABC se determinó que del tipo de productos A, son los queques húmedos los que hacen referencia al producto más demandado de la panificadora, abarcando un total de 7 025 productos, de igual forma, los queques húmedos hacen referencia al 39,07 % en utilidad en base a los 5 primeros productos de dicho análisis.

Tabla 1 Porcentaje de productos tipo A del análisis ABC

Productos	Demanda	Precio venta (S/.)	Ventas (%)	Costo (S/.)	Utilidad (S/.)	Utilidad (%)
Queque húmedo	7 025	11.00	10,284	7.23	3.77	39,07
Biscocho de 24	37 830	2.00	10,069	1.24	0.76	7,88
Tostada de 8	66 196	1.00	8,810	0.78	0.22	2,28
Conos de manjar de 18	6 306	7.00	5,875	4.8	2.2	22,80
Alfajores de 18	5 806	7.00	5,409	4.3	2.7	27,98

Fuente: En base a [13]

En el proceso se hacen presentes desperdicios como restos de masa que forma parte de las mermas que tienen con un 4,52 % y desechos como cáscaras de huevo, restos de masa que se queda en los baldes o en la batidora y agua evaporada. Como materia prima principal se tiene a la harina y como materias primas secundarias se tiene al azúcar, polvo de hornear, goma de hornear, sorbato, pre mezcla, suero de leche, aceite, huevos y agua. Si bien es cierto, la panificadora cuenta con 29 trabajadores, pero solo 1 trabajador (panadero) en el proceso de elaboración de queques húmedos.

Tabla 2 Distribución de materia prima

Materia prima	Unidad	Cantidad	Costo total (S/.)
Harina	kg	1.5	2.46
Azúcar	kg	2	3.00

Polvo de hornear	kg	0.24	1.20
Goma de hornear	kg	0.2	4.20
Sorbato	kg	0.1	2.10
Pre mezcla	kg	2.7	23.76
Suero de leche	kg	0.2	1.20
Aceite	L	2	9.68
Huevos	L	1	5.00
Agua	L	3	0.01
Mano de obra	-	1	12.50
Total		12.94	65.11

Fuente: En base a [13]

Los principales suministros del proceso son el agua que tiene un consumo de S/. 300.00 al mes y la energía eléctrica que se utiliza para el funcionamiento de las máquinas, donde al día el horno tiene un costo total de S/. 6,07 y la batidora un costo total de S/. 0,57, así mismo, se cuenta con los siguientes equipos y herramientas que se describen a continuación:

- Batidora: Es de tipo industrial que tiene una capacidad de 25 kilogramos, se puede configurar hasta dos velocidades y tuvo un costo de S/. 3 500.00.
- Horno: Es de tipo industrial rotativo empleado para 18 latas, construido con especificaciones propias que otorgó la panificadora y tuvo un costo de S/.18 000.00.
- Balanza: Es de tipo digital que tiene una capacidad de 30 kilogramos que se utiliza en la etapa de pesado y tuvo un costo de S/. 120.00.
- Coches: Son de material de tipo acero inoxidable, tienen una capacidad de 18 latas, cuentan con ruedas para su movimiento y tuvo un costo de S/. 250.00.
- Moldes: Son de tipo redondos con diámetro de 25 centímetros, en ellos se coloca la mezcla, cada uno con capacidad de 2 kilogramos y tuvo un costo de S/. 12.00.

Así mismo, las etapas del proceso son 8, de las cuales son descritas a continuación:

- Pesado: Se realiza el pesaje de materia prima con los insumos y es una de las etapas donde se pierde tiempo ya que el almacén de materia prima no se encuentra ordenado.
- Mezclado: Se mezclan todos los insumos que fueron pesados anteriormente por 10 minutos, obteniendo una mezcla y es la etapa donde quedan mermas ya que parte de la mezcla se queda en la máquina.

- Formado: La mezcla batida se coloca en los moldes.
- Horneado: Los moldes con la mezcla se dirigen a ser horneados por 40 minutos
- Enfriado: Los queques en los moldes son enfriados por 15 minutos fuera del horno.
- Desmoldado: Cuando termina el tiempo de enfriado pasan a una mesa para realizar el desmoldado.
- Embolsado: Los queques desmoldados se colocan en una fuente de tecnopor, lo cual se la agrega una bolsa y una etiqueta para posteriormente ser vendidos.
- Etiquetado: Cuando los queques fueron embolsados, se coloca la etiqueta del producto.
- Almacenamiento: Los queques son llevados al área de almacenamiento y en base a la fecha de vencimiento esperan su disposición final.

En base al diagrama de flujo de bloques del proceso y el diagrama de análisis de operaciones - DAP - (Ver anexo 3-4), se pudo reconocer que la etapa cuello de botella es la etapa de horneado con 40 minutos. Según las fórmulas para el porcentaje de actividades productivas como improductivas es de 81,02% y 18,98% respectivamente, de las cuales, las improductivas son a causa del mal transporte que se tiene con los materiales generando demoras.

La descripción de los indicadores del proceso, se muestran a continuación:

- Producción: Considerando que al día en la empresa se tiene un turno de 8 horas y conociendo el tiempo de cuello de botella, la producción es de 9 queques húmedos al día.
- Productividad: Considerando la producción que es de 9 queques, el tiempo de ciclo total de 137,7 minutos lo que equivale a 2,3 horas y teniendo en cuenta que en el proceso solo se cuenta con un operario (panadero), se logra obtener una productividad de 4 queques por operario hora.
- Productividad (materia prima): Considerando la producción y el total de materia prima con insumos se llega al resultado que por cada kilo de materia prima o insumos se tiene un 0.70 queques por kg.
- Productividad (mano de obra): Como solo tiene un operario, esto sería la producción sobre el operario, lo que arroja como resultado que se realicen 9 queques / op. días.
- Productividad (económica): Observando el costo total de materias primas e insumos que es S/. 65,105 y un total de 12,105 en kilogramos, como resultado que se realizó se tiene 0.186 soles por cada kilogramo utilizado.

- Eficiencia física: Se tuvo en cuenta el peso total de la MP que se utilizada para un queque, el cual fue de 1,345 kg y recurso de MP que fue la suma de todas las cantidades siendo de 1,6175 kg. Al realizar la división se tiene una eficiencia de 83,15% lo que quiere decir que la diferencia no se aprovecha y queda como desperdicio.
- Eficiencia económica: El precio de venta y el costo de producción se tuvieron en cuenta, donde al realizar la aplicación de la formula, se arroja un resultado de 1,52 lo que significa que por cada sol que se gasta, se ganará 52 céntimos.
- Capacidad diseñada: Se considera la capacidad del horno, la cual tiene una capacidad de 36 queques, ya que en cada lata del horno ingresan 2 queques para hornear.
- Capacidad utilizada: Es el porcentaje de utilización del proceso, lo que incluye la producción sobre la capacidad que se cuenta, logrando un 25 % de utilización.
- Capacidad ociosa: Se obtiene de la capacidad diseñada menos la producción, logrando 27 queques al día como capacidad ociosa.
- Cuello de botella: Fue identificado en el área de horneado con 40 minutos.
- Tiempo de ciclo: Fue identificado el tiempo de ciclo total de 137,7 minutos.

Se realizó el análisis de las causas del problema mediante la herramienta del Diagrama de Ishikawa, donde se observan las causas raíces y su indicador (Ver anexo 1), por otro lado, con el Diagrama de Pareto (Ver Anexo 5) se conoció el 20% de las causas a solucionar para mejorar en un 80% el problema, en ellos se identificó que la principal causa del problema es la baja producción, seguidamente de las actividades improductivas y las mermas en el proceso, así mismo, se tuvo en cuenta la pérdida económica que genera cada una de ellas. (Ver Anexo 6).

Diseño del modelo de simulación

La simulación del proceso actual (Ver anexo 8) arrojó resultados iguales a los de la situación que se encontró en el diagnóstico de la panificadora, comprobando que con los datos y los tiempos que se tienen la producción de queques húmedos es baja, ya que al día tal como se mencionaba anteriormente solo producen 9 queques/día. Sumando a ello, en los resultados se observó que si existe un alto cuello de botella en la etapa de horneado y en las etapas de pesado, mezclado y formato se tienen bloqueos lo que significa que el producto se queda en esas máquinas impidiendo avanzar.

Con ello, las 3 propuestas de mejora se basaron en la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, las cuales son justificadas [12] puesto que, en su trabajo de investigación se tienen los mismos problemas de producción y al aplicarlas se obtuvieron resultados eficientes.

La propuesta de mejora 1 fue la aplicación de la herramienta 5S para eliminar la falta de orden y limpieza, a través de esta herramienta se obtuvo un flujo continuo en el proceso de producción, distancias más cortas entre las áreas, reducción del cuello de botella y aumento de producción, logrando producir 11 queques al día.

La propuesta de mejora 2 fue la aplicación de un rediseño de Layout para eliminar la falta de orden, limpieza y sumando también las demoras en el transporte de materiales que no agregaban valor, con la mejora se tiene que las áreas están ubicadas consecuentemente y a una distancia corta, lo que reduce los tiempos de traslados logrando producir 22 queques al día. La propuesta de mejora 3 fue la herramienta VSM, lo que engloba la aplicación de las herramientas 5S, TPM y MRP, logrando obtener también un aumento de producción de 11 queques al día.

La elaboración de las 3 propuestas de mejora nos indica que la mejor propuesta es la segunda, ya que se evidencia una mayor producción diaria, eliminando la causa principal del problema que era la baja producción en base al diagrama de Ishikawa y Pareto.

Análisis financiero de la propuesta

Con la elección de la segunda propuesta de mejora, se realiza el análisis financiero, en donde, se tiene en cuenta que, al aumentar la producción la empresa espera aumentar sus ingresos, por ello se muestra el beneficio costo de la propuesta.

Tabla 3 Análisis financiero de la propuesta

	Rubro	Inversión desagregada	Inversión parcial	Total
Inversión Fija	I. Tangible	Acondicionamiento de planta	S/. 75,00	S/. 2555,00
		Maquinaria	S/. 2480,00	
	I. Intangible	Gastos para capacitación	S/. 125,00	S/. 845,00
		Gastos para promociones	S/. 720,00	
Inversión Total				S/. 3400
Ingresos				S/. 41 184,00
Egresos				S/. 36 285,76
B/C				S/ 1.135,00

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la empresa tendría unos ingresos totales de S/. 41 184,00 esto debido a la demanda proyecta de S/. 3 744,00 por el precio de venta que es S/. 11,00; así mismo; unos egresos de S/. 36 285,76 ya que serían los costos de producción total, obteniendo así, un beneficio costo de S/ 1.135,00 que viene a ser aceptable y rentable para la panificadora.

Discusión

Herrera [4] ya mencionaba que, la aplicación de herramientas lean manufacturing mejoran la productividad, pues lograron llevar el 14,19% de productividad que tenían inicialmente al 69% que obtuvieron de productividad después de las mejoras implementadas. Del mismo modo, Becerra [9] hace evidente en sus resultados el incremento de productividad pasando de un 77% a un 96%. Así también, Mandujano y Vigil [7] explicaban que la implementación de la 5S en su investigación permitió reducir los tiempos del proceso, entre ellos los más importantes, como el tiempo de transporte y el tiempo de ciclo, y si no fuera poco, también se logró una reducción en los costos que generaba el proceso. Para complementar, los resultados que también recogen Castaño y Mejía [6] son relacionados al aumento de la productividad, logrando un incremento de 540 productos en base a su producción, el 10,43% de aumento en su capacidad y una reducción de 90 minutos en sus tiempos ociosos. Otros investigadores como Alfonso [11] muestra que las herramientas propuestas no son las únicas que pueden aplicarse, sino también, la herramienta Six Sigma genera que los tiempos del proceso sean estandarizados y se lleva el control de toda la cadena de suministro, por lo cual, tiempos innecesarios y mermas son unas de las cosas que optimiza esta aplicación. Con todo eso, en la presente investigación también se contrasta que con la aplicación de herramientas lean manufacturing se incrementa la producción de queques, teniendo inicialmente una producción de 9 queques al día, pero con la mejora logran producir 22 queques al día, de igual forma, reduciendo las mermas que se presentaban al igual que los tiempos de transportes innecesarios, quedando validada la hipótesis planteada y obteniendo resultados conformes a la bibliografía consultada.

Conclusiones

- Los resultados del diagnóstico de la situación del proceso productivo de queques húmedos fueron simulados mediante Promodel, donde se confirmó las causas de los problemas que se identificaron en el Diagrama de Ishikawa, siendo la baja producción lo que generaba una baja productividad.
- El diseño del modelo de simulación para la propuesta de mejora estuvo basado en la herramienta de rediseño de layout, siendo la segunda propuesta de mejora logrando un incremento de la productividad, 11 queques al día, con menos tiempos de ciclo y menores cuellos de botella.
- El análisis económico financiero permitió evaluar los recursos económicos que contemplaba la mejor propuesta de mejora, de las cuales se eligió la propuesta de

mejora 2 ya que al día se lograba producir más queques húmedos, obteniendo un costo beneficio de la misma de S/. 1 135.

Recomendaciones

Se propone indagar en otras investigaciones de nivel mundial sobre el control de mermas, ya que, el generar mermas por causa de que el producto se queda en las máquinas, otra de las propuestas de mejora que se podría implementar sería la automatización del proceso, puesto que, al mismo tiempo de reducir mermas por la calidad de máquinas, el proceso sería más rápido eliminando los tiempos improductivos y por tanto la producción aumentaría.

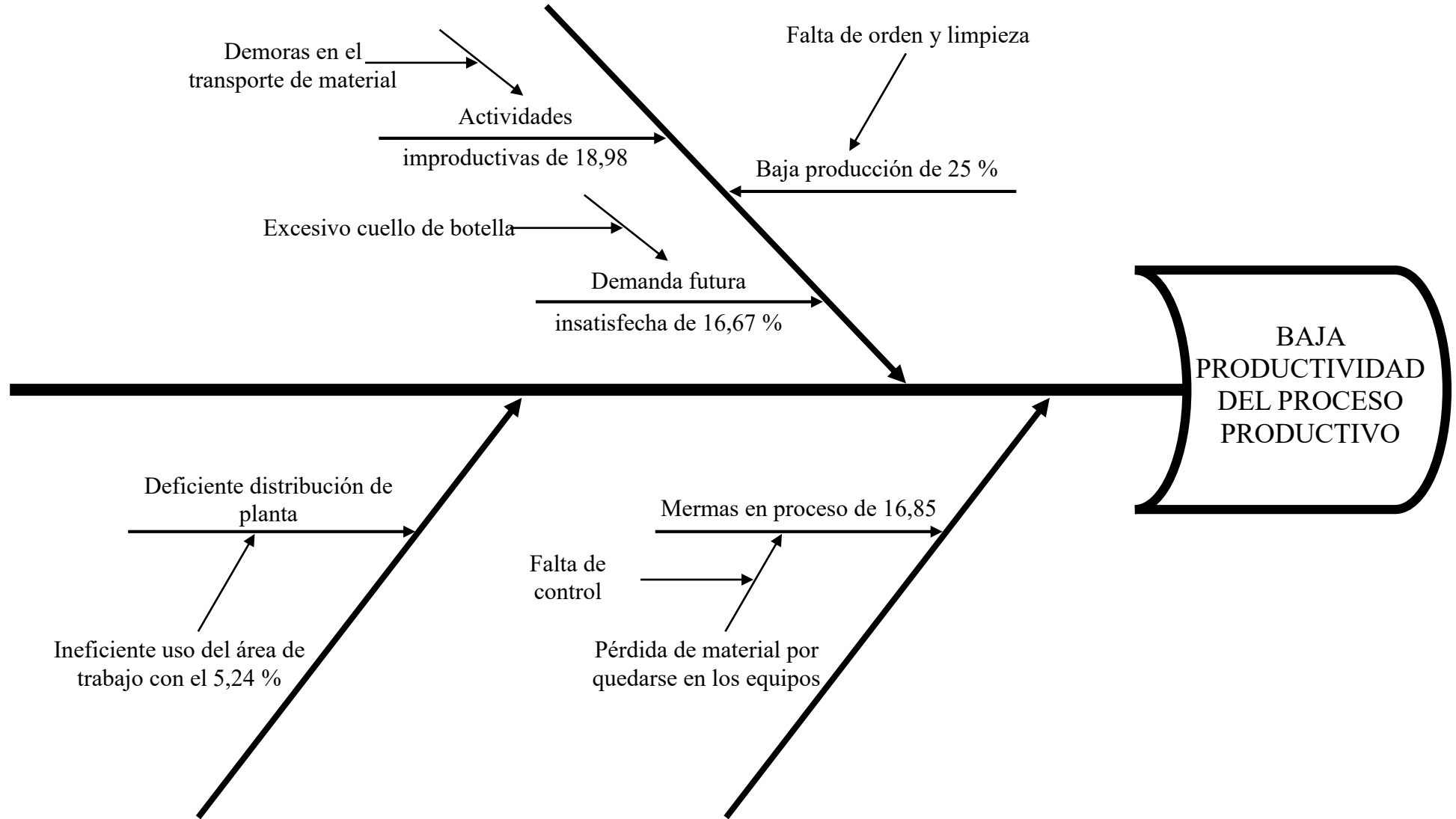
Referencias

- [1] C. Torres Navarro, M. Saleté Waltrick y C. Delgado Vizcarra, «Costeo de productos en la industria panadera utilizando el método ABC,» *Interciencia*, vol. 42, n° 10, pp. 646-652, 2017.
- [2] El Comercio, «Cinco tendencias que marcarán la industria de panadería, pastelería y chocolatería,» Lima, 2021.
- [3] RPP, «Lima concentra el 43% de las panaderías en el Perú,» Lima, 2009.
- [4] R. M. Herrera Mayz, «Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en la línea de queques de la panificadora Jayo SAC, Lima, 2020,» Lima, 2020.
- [5] J. López Bahón, «Estudio de redistribución de la planta de una panificadora mediante simulación,» Valladolid, 2020.
- [6] P. A. Castaño Polo y C. S. Mejía Sarmiento, «Plan de mejora para el fortalecimiento y rendimiento del área de producción de la panadería y bizcochería Quinta Estrella,» Bucaramanga, 2018.
- [7] E. L. Mandujano Malpartida y F. K. Vigil Farfan, «Propuesta para optimizar el proceso de producción en una empresa panificadora aplicando Lean Manufacturing,» Lima, 2021.
- [8] M. F. Padilla Velasquez, «Just in time como herramienta de mejora para la disminución de los desperdicios en una empresa panificadora,» Chiclayo, 2020.
- [9] C. A. Becerra Andrade, «Aplicación de las herramientas del lean manufacturing para la mejora de la productividad en el proceso de elaboración de tortas en la empresa Pastperu SAC en el 2016,» Lima, 2017.

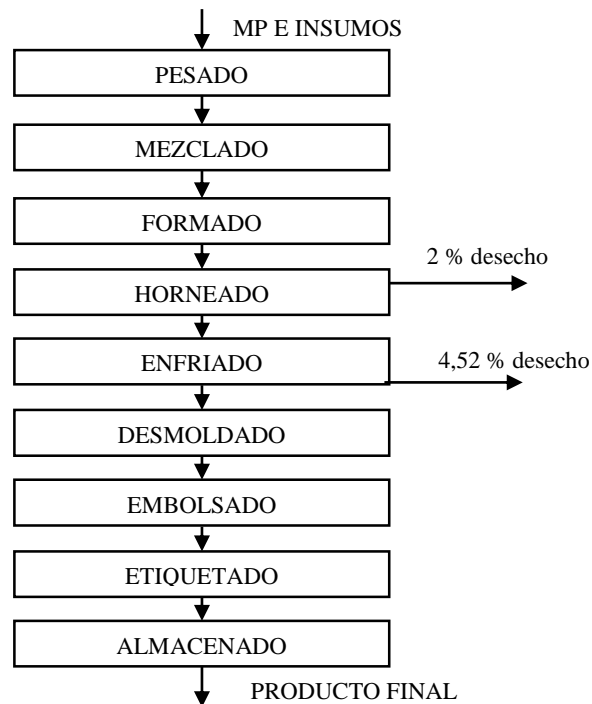
- [10] J. E. Reynoso Bernachea, «Aplicación de la simulación de sistemas para reducir la formación de colas en Pizza Palace, Lima-2018,» Pasco, 2018.
- [11] M. Alfonso, «Evaluación y mejoramiento del sistema de producción en la repostería Deli con simulación discreta,» *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, vol. 7, n° 13, pp. 57-66, 2020.
- [12] N. A. Cano Corrales y D. L. Triveño Martínez, «Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de producción de una pastelería utilizando herramientas de lean manufacturing,» Arequipa, 2020.
- [13] M. J. Cabrejos Rodríguez, «Propuesta de mejora del proceso productivo de la panificadora Rikitos SAC para el incremento de la productividad de los queques húmedos,» Chiclayo, 2021.

Anexos

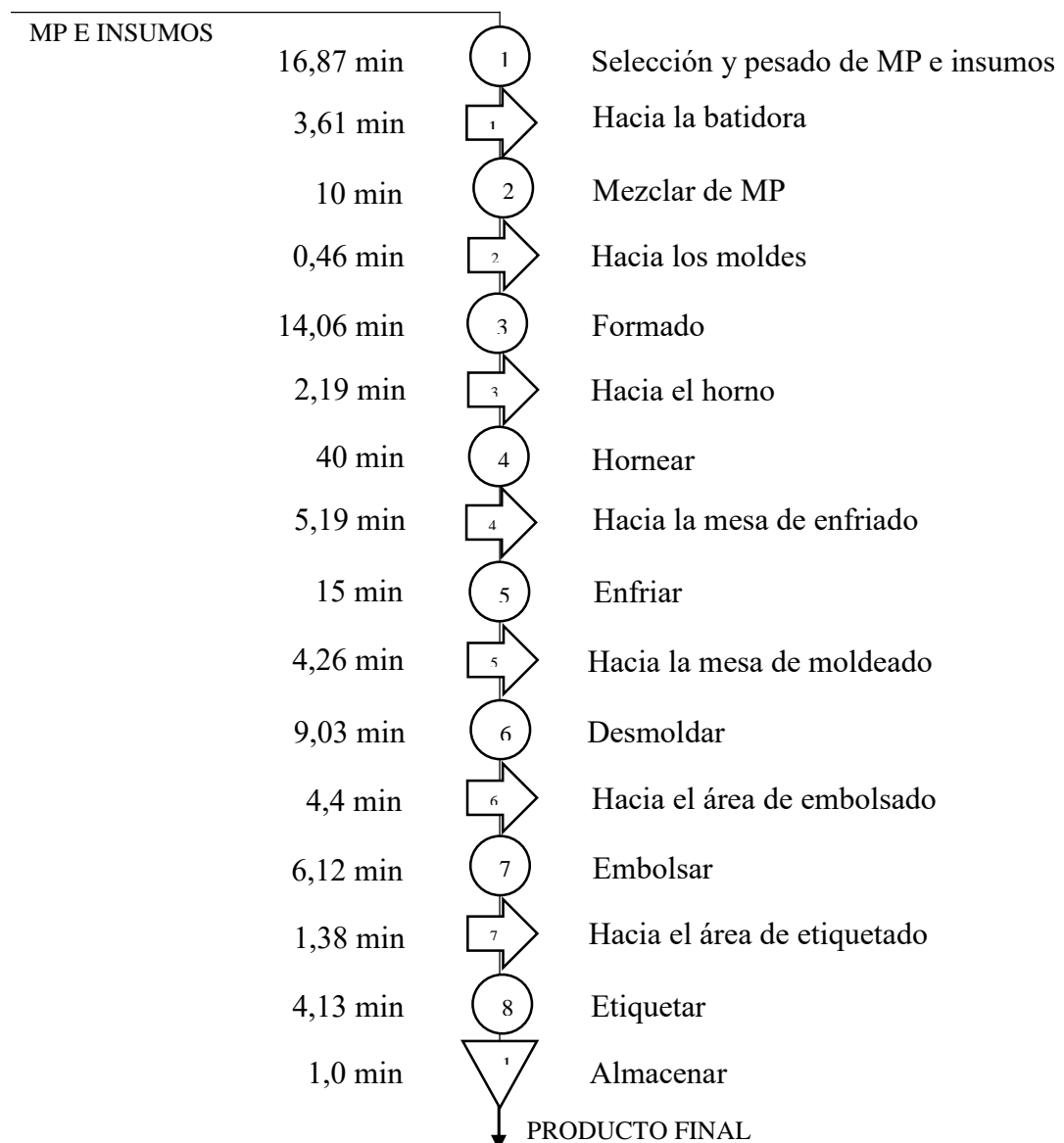
Anexo 1: Diagrama de Ishikawa



Anexo 2: Diagrama de flujo de bloques del proceso



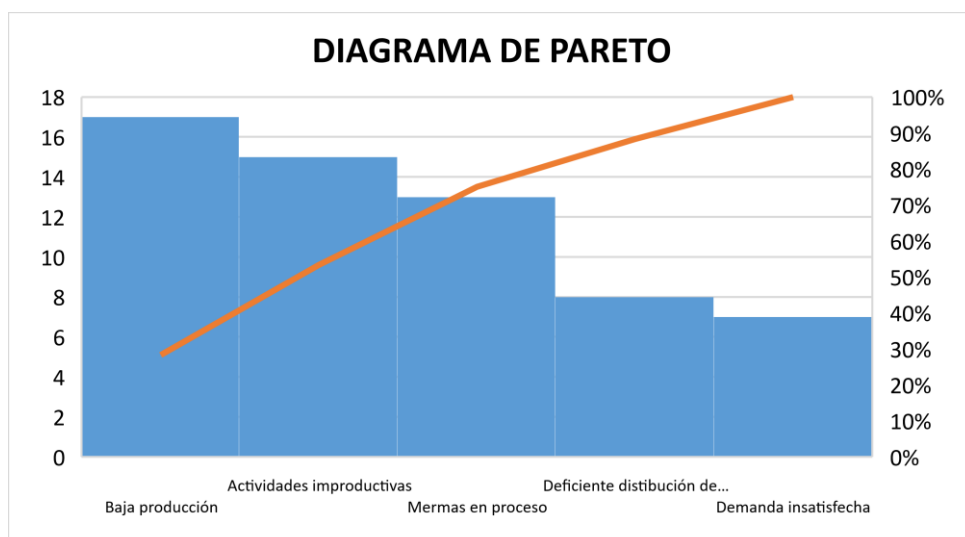
Anexo 3: Diagrama de análisis de operaciones (DAP)



Anexo 4: Indicadores de producción

Indicador	Fórmula	Resultado
Producción	$\frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$	9 queques / día
Productividad	$\frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$	4 queques / hora-op
Productividad (materia prima)	$\frac{\text{Producción}}{\text{MP}}$	0.70 queque/kg
Productividad (mano de obra)	$\frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra}}$	9 queques / hora-op
Productividad (económica)	$\frac{\text{Costo de MP e insumos}}{\text{Costo de Producción}}$	S/. 0.186 / kg
Eficiencia física	$\frac{\text{MP (kg procesados)}}{\text{Recurso MP}}$	83.15 %
Eficiencia económica	$\frac{\text{Precio de venta} \times \text{Producción}}{\text{Costo de Producción}}$	1.52
Capacidad diseñada	$N^{\circ} \text{ latas} \times N^{\circ} \text{ queques en latas}$	36 queques
Capacidad utilizada (utilización)	$\frac{\text{Producción}}{\text{Capacidad diseñada}}$	25 %
Capacidad ociosa	$\text{Capacidad diseñada} - \text{Producción}$	27 queques / día
Cuello de botella	Estudio de tiempos	40 minutos
Tiempo de ciclo	Estudio de tiempo	137,7 minutos

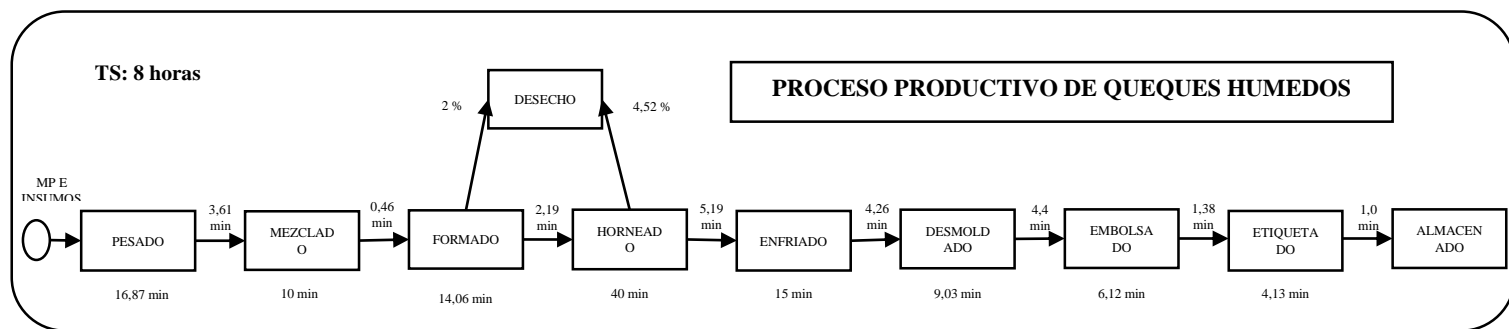
Anexo 5: Diagrama de Pareto



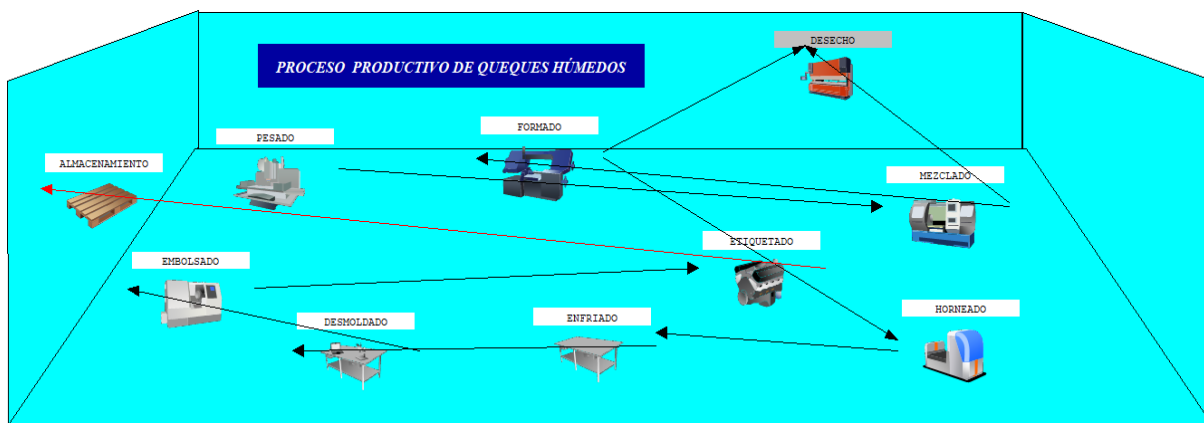
Anexo 6: Causas del problema y pérdida económica

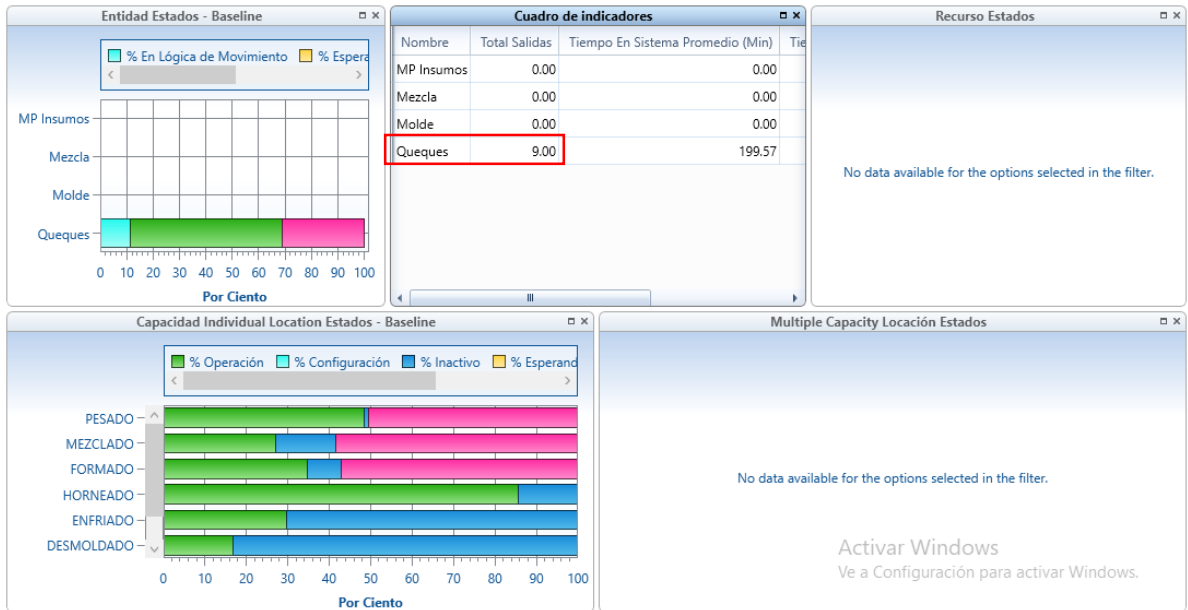
Problema	Causas	Pérdida económica	Propuestas
Baja productividad	Baja producción	2 442,96	Aplicación de herramientas Lean Manufacturing
	Demanda insatisfecha	300,96	
	Actividades improductivas	559,68	
	Mermas en el proceso	263,28	
	Deficiente distribución de planta	81,84	

Anexo 7: Diagrama de flujo para modelo de simulación

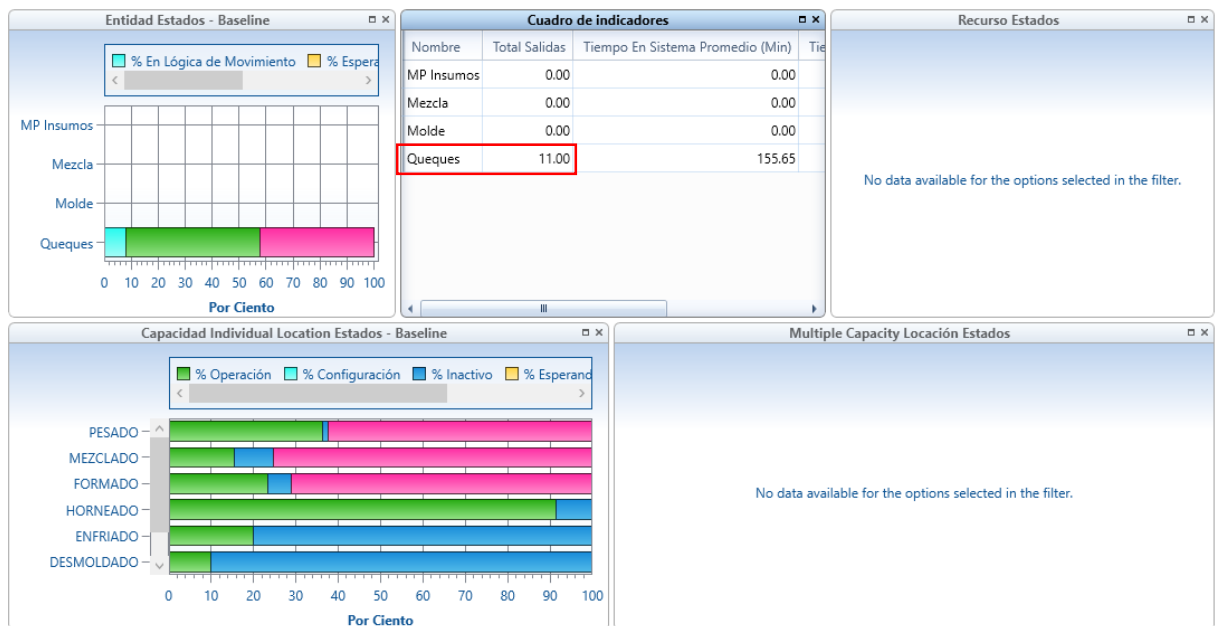
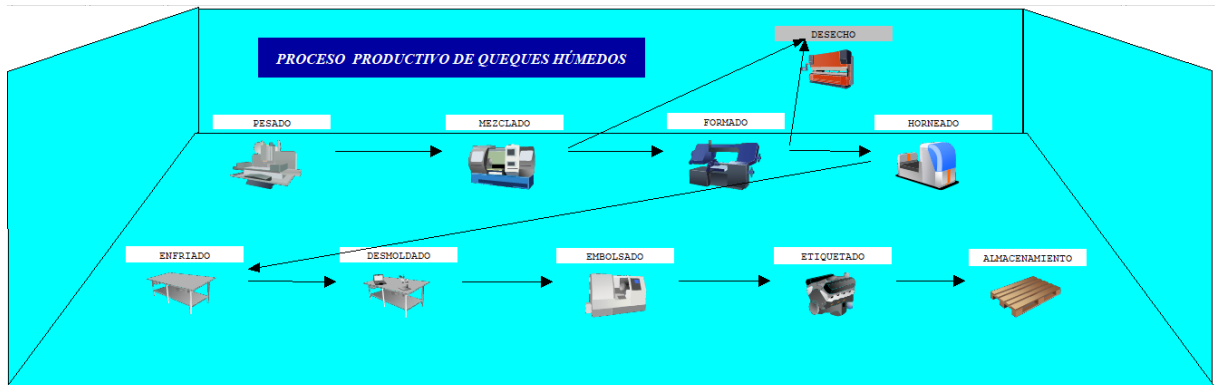


Anexo 8: Modelo de situación actual en Promodel

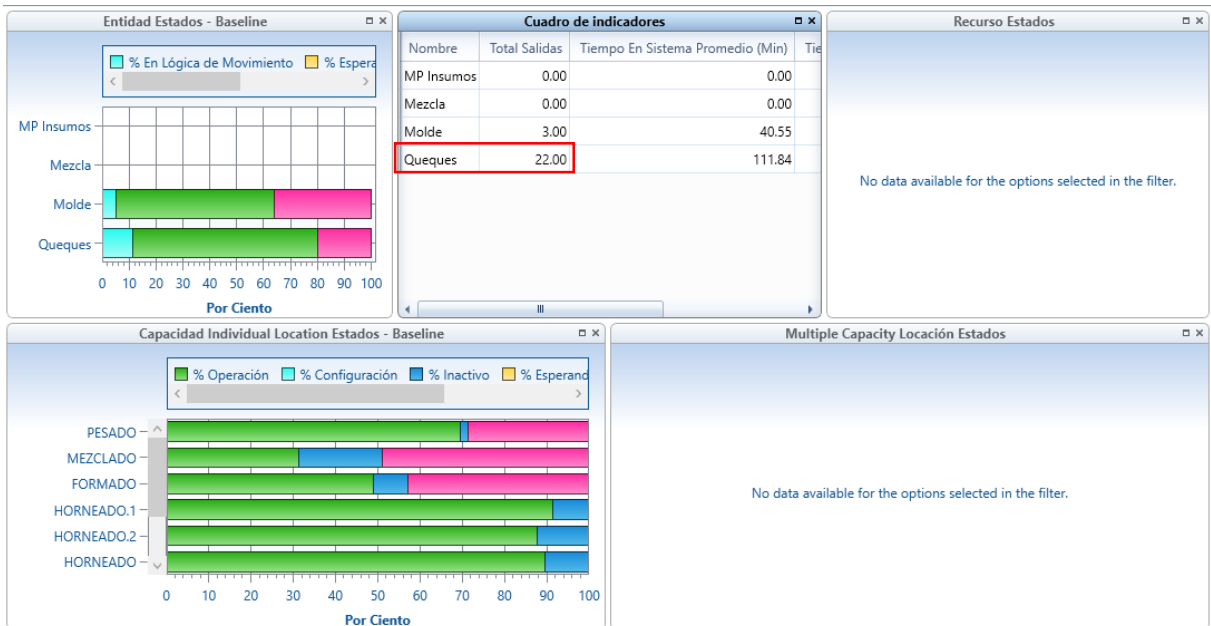
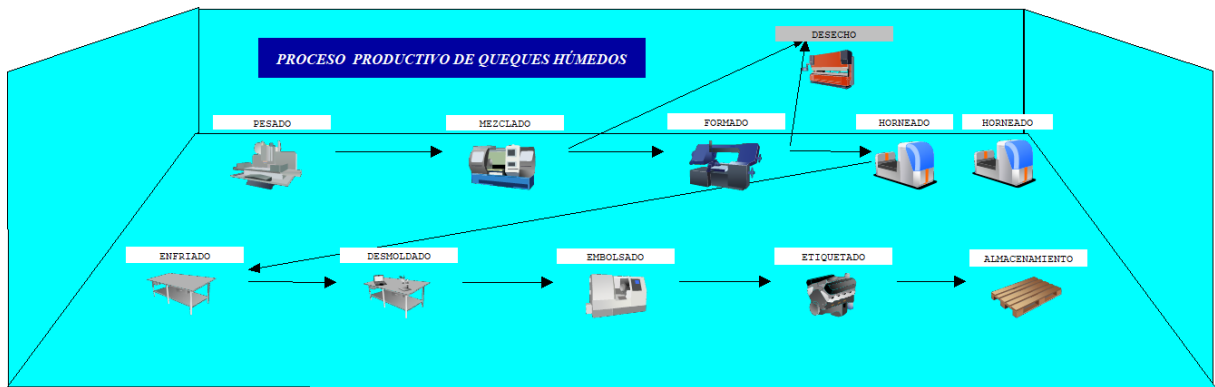




Anexo 9: Simulación mejora 1



Anexo 10: Simulación mejora 2



Anexo 11: Simulación mejora 3

