

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



Propuesta de mejora del proceso de elaboración de kekon para incrementar la productividad en una panificadora

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

AUTOR

Evelin Madeleyni Rimarachin Mirez

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

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

Chiclayo, 2023

TIB_RIMARACHIN EVELIN

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	revistascientificas.cuc.edu.co Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	<1%
8	core.ac.uk Fuente de Internet	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Revisión de literatura	6
Materiales y métodos	12
Resultados y discusión	13
Conclusiones	20
Recomendaciones.....	20
Referencias	21
Anexos.....	24

Resumen

En esta investigación se tiene como objeto de estudio la panificadora Jayo SAC precisando que esta se dedica a la elaboración de productos de panadería y pastelería, destacando como producto con mayores ventas al kekon. No obstante, esta panificadora presenta como problema la baja productividad al tener falta de control de calidad, tiempos improductivos con actividades que no agregan valor al proceso productivo y la falta de automatización. De ahí que en este artículo se tiene como objetivo proponer la mejora del proceso de elaboración de kekon para incrementar la productividad, para ello se realizó un diagnóstico de la situación actual en la que se precisó de una baja productividad en valor de 68,5% y dicha situación fue simulada en el software de ProModel, seguido a ello se elaboró la propuesta de mejora en la que se tuvo tres escenarios de mejora en lo que se identificó utilizar el método Jidoka, just in time y automatización del proceso de envasado. En consecuencia, se eligieron las dos primeras mejoras porque llegan a incrementar la productividad hasta un valor de 80,46% y descartando la tercera mejora por tener solo 0,96% en variación de incremento de productividad con egresos asociados muy altos. Finalmente, en el análisis del costo/beneficio de la propuesta se determinó la rentabilidad de esta en cuanto se llegó hasta una ganancia de S/0,71 y en incremento de la productividad el valor indicado.

Palabras clave: kekon, panificadora, ProModel, productividad

Abstract

In this research, the object of study is the bakery Jayo SAC, which is dedicated to the production of bakery and pastry products, highlighting kekon as the product with the highest sales. However, this bakery presents as a problem the low productivity due to the lack of quality control, unproductive times with activities that do not add value to the production process and the lack of automation. Hence, the objective of this article is to propose the improvement of the kekon production process to increase productivity, for which a diagnosis of the current situation was made in which a low productivity in value of 68,5% was specified and this situation was simulated in the ProModel software, followed by the development of the improvement proposal in which three improvement scenarios were identified using the Jidoka method, just in time and automation of the packaging process. Consequently, the first two improvements were chosen because they increase productivity up to a value of 80,46% and the third improvement was discarded for having only 0,96% variation in productivity increase with very high associated costs. Finally, in the analysis of the cost/benefit of the proposal, the profitability of the proposal was determined as it reached a gain of S/0,71 and the indicated value in productivity increase.

Keywords: kekon, bakery, ProModel, productivity

Introducción

La industria panificadora a nivel mundial denota gran participación en el mercado, involucrando que su fortaleza prevalece en la elaboración de productos de tipo artesanal en donde se tienen mayores requerimientos por parte de los clientes. Además, se destaca empresas a nivel nacional destacan con el producto que ofrecen en lo que se presenta un índice de producción de 7,6% el año 2019 y que hasta el año 2022 ha seguido en continuo crecimiento con un 16,2%. [1] Sin embargo, hay deficiencias en el proceso de elaboración por cuanto se tienen ambientes con falta de organización, tareas que a veces suelen ser muy repetitivas y una falta de control de calidad. De tal modo, que resultan afectadas las entregas de tiempo de los pedidos que se solicitan en el momento indicado.

En concreto, en la panificadora Jayo SAC se tiene el proceso productivo de elaboración de productos de panadería y pastelería, tomando en cuenta que entre su producto con mayor producción y venta corresponde al kekon, que llega hasta 18 995 unidades en el segundo trimestre del año 2020 y que para el mes de julio tuvo una producción de 6 778 kekon embolsado. De ahí que se identifica en base a dicho producto que existe una eficiencia de 80,6% porque se tiene en promedio 870 min como tiempo realizado en relación al tiempo planificado de 1 080 min diariamente y que en eficacia se llega a 85%, por tanto, repercute a tener una baja productividad que en promedio es de 68,5% en relación a la producción. [2] Esto se debe a deficientes actividades que agregan valor al proceso en un 26,67% con calificativo a tiempos improductivos, también al no tener un control de calidad se llega hasta 69 unidades con defectos en la producción mensual lo que significa un 6% de defecto en producción diaria; y se presenta deficiencias con un calificativo de 20% por falta de automatización en el proceso de envasado en que se abarca más tiempo de lo establecido. [2]

En efecto, con lo mencionado se plantea la siguiente cuestión: ¿cómo la propuesta de mejora del proceso de elaboración de kekon incrementa la productividad en una panificadora? Por eso, que en esta investigación se tiene como objetivo general el proponer la mejora del proceso de elaboración de kekon para incrementar la productividad en una panificadora, y para lograr esto se tiene diagnosticar la situación actual del proceso productivo, luego elaborar la propuesta de mejora para el proceso con PROMODEL con el fin de incrementar la productividad y finalmente analizar el costo/beneficio de la propuesta.

Revisión de literatura

El término productividad hace referencia a la mejora que se puede tener en el proceso productivo, por cuanto se tiene la relación entre lo realizado que es la salida en el sistema con lo que se ingresa que en este caso se hace mención a lo planificado o a los recursos que son

necesarios en determinado proceso. [3] De ahí que es necesario reconocer que un proceso se refiere a las actividades relacionadas entre sí con el fin de lograr un objetivo propuesto, y esto se logra optimizando el trabajo, evaluando indicadores y procurando aumentar/controlar la eficiencia en una organización. [4]

En relación al método Jidoka se destaca que en el proceso productivo se establezca el control de calidad con intervención de un personal a cargo, con el fin de que al presentarse defecto alguno este responsable pueda tomar las medidas pertinentes de detener el proceso y corregir las acciones que generan anomalías y consecuencias negativas al proceso. [5] También, con la intervención de la herramienta PROMODEL que se trata de un software de simulación se puede visualizar el sistema completo del proceso productivo, permitiendo analizar y diseñar interfaces en la toma de decisiones para solucionar problemas de un determinado proceso. [6]

En relación a investigaciones que buscan la mejora del proceso productivo en la industria panificadora se tienen los siguientes estudios a nivel internacional y nacional.

Medina [7] en su investigación tuvo como objetivo el diseño del proceso productivo de una panificadora con el fin de mejorar su productividad. Se utilizó el ciclo Deming como base de la investigación, e instrumentos tales como encuestas y entrevistas al personal de trabajo de la empresa, y la metodología de teoría de restricciones. Se obtuvo como resultados la existencia de tiempos improductivos de 7,20 horas/semana, lo que implicó el dejarse de producir 93 312 en la semana y lo que involucro eficiencia de producción del 88%. También, se identificó en el área de laminado se tuvieron presencia de desperdicio y tiempo improductivo, que como consecuencia originó como pérdida económica un total de \$45 427,20 al año. Y se priorizó con la teoría de restricciones que el cuello de botella fue en la cámara de fermentación, y que esta requirió de reparación para poder emplear la capacidad fija en producción. Se concluyó que con los instrumentos indicados se logró recopilar data de la empresa y proceder a realizar cálculos correspondientes, seguido a ello se logró diseñar un plan de mejora en base a metodología de restricciones que involucro hasta los cambios de rodamientos y compra de maquinaria.

Cano y Triveño [8] en su investigación tuvieron como objetivo la mejora del proceso productivo de una pastelería, utilizando como herramientas las que corresponden a Lean Manufacturing. Obtuvieron como resultados que las operaciones de producción no seguían un flujo continuo y que el valor añadido en el proceso tan solo fue de 3,25%, y si bien es cierto se tenía un plan de producción al terminar la jornada este impedía el acceso a información de cantidad exacta de insumos en el tiempo real y, por ende, proceder a movimientos innecesarios hasta el área de almacén; el mayor tiempo ubicado fue de 209,5 min en la elaboración de bizcochos y eficiencia de los equipos con calificativo regular (73%). Por tanto, se procedió la

mejora del proceso con la estandarización de este a través de un manual correspondiente con todos los detalles, se rediseño la layout y se empleó heijunka con lo que se obtuvo un takt time de 4,65 min; con el balance de línea en las operaciones se identificó el requerimiento de 3 operarios en la producción mensual. Concluyeron que aplicar las herramientas Lean permitió reducir los desperdicios y analizar todos los recursos de la panificadora con el fin de implementar la planificación.

Alonso [9] en su estudio tuvo como objetivo mejorar el sistema de producción de una empresa repostera para minimizar retrasos y cuellos de botella. De ahí que utilizó los programas de simulación tales como ProModel y Flexsim. Como resultados se identificó que en el proceso inicial existió un exceso de oferta en el área de almacén lo que implicó sobrepasar el límite de capacidad permitido. Además, el cuello de botella correspondió al proceso de decoración con un 72,8%; evidenciando una falta de optimización de los recursos con intervención de una correcta planificación. Por eso, en el diseño de la mejora se tuvo en cuenta el plan de suministros de la materia prima y se definió correctamente las actividades en el proceso. Concluyendo que con los programas indicados se modeló el proceso tanto inicial como de mejora, en la que se estableció una secuencia de demanda, organización de los turnos de trabajo, y se dio opción a la estandarización de órdenes solicitadas de producción.

Almeyda y Espinoza [10] tuvieron como objetivo determinar la viabilidad económica de mejorar del proceso productivo en la panificadora, empleando control de calidad y 5S como metodología. De ahí que obtuvieron que un total anual de S/24 518 representó la pérdida en devoluciones por no conformidad en productos, en un 62,60% se ascendió los productos defectuosos por incumplir el plan correspondiente de producción. A través del control de calidad se identificó los parámetros de humedad permitido en el producto, que de acuerdo a norma debía ser de 40% y que este era mayor en los productos de la empresa por la variación en temperatura y tiempo en el horneado, seguido a una mala dosificación de agua. En la implementación de las 5 S obtuvieron la identificación de elementos innecesarios en la empresa, también que se imposibilitarían el acceso por pasadizos por tener bandejas limitantes en el espacio; por eso, se siguió el ordenar y limpieza de los espacios, seguido de la estandarización siendo necesario las supervisiones por semana. Concluyeron que con las mejoras propuestas se generaría ingresos con incremento de un 6,13% y 95,8% de cumplir los pedidos solicitados.

Hernández y Yacolca [11] en su investigación tuvieron por objetivo incrementar la disponibilidad de la línea de producción reduciendo los costos relacionados con el mantenimiento. Por ello, se siguió los modelos RCM y TPM para una correcta planificación y a la vez monitoreo de lo que involucra dicho mantenimiento de la maquinaria. Obteniendo

exceso de paradas con un total de 4 251 horas, en relación al horno industrial como máquina crítica en la línea, con pérdidas de \$33 690. Por eso, se identificaron las fallas en dicha línea, se definieron las tareas para el mantenimiento y la verificación de métricas para un posterior seguimiento. Concluyeron que con los modelos indicados se permitió aumentar la disponibilidad del horno industrial en un 93,08% que implicó la reducción a 12 paradas, involucrándose que las tareas de mantenimiento tuvieron un cumplimiento del 64%.

Arbulo [12] en su investigación tuvo como objetivo el diseño de un plan de mejora con el fin de incrementar la producción de una panificadora. De ahí que se siguió el estudio de métodos y distribución de planta, por lo cual como resultados obtuvo que las instalaciones a la producción tiempos muertos, una eficiencia económica baja en 0,32%, 0,28% y 0,45% en queque táper, maggui y alfajor respectivamente. Concluye que con el MRP se logró identificar los materiales correspondientes para cada una de las presentaciones de producto, y determinando correctamente las cantidades de pedido y stock respecto de los tres productos indicados.

Veloz y Parada [13] en su estudio tuvo por objetivo evaluar los métodos para la mejora de la eficiencia en gestión de inventarios. Se identificó como métodos el de ABC para la respectiva clasificación de inventarios, tomando en consideración los factores tanto internos como externos de la empresa en lo que se tuvo como consumo en producto de 79,83% con magnitud de movimiento de 89,43 y en existencias de 58,76. Además, estableció una política en inventarios con la que se tuvieron como nivel máximo de 883 kg de harina, seguido de 474 kg de manteca y en menor cantidad la levadura con 46 kg.

López [14] en su investigación tuvo por objetivo determinar la mejora de la productividad en la elaboración de tortas con la aplicación de herramientas Lean. Obtuvo como resultados una eficiencia en el proceso productivo en el lapso de 8 semanas desde 57,64% hasta 58,31%, por ello, se procedió a identificar los tiempos planificados en el proceso productivo y aplicar just in time con la reducción en tiempo takt time inicialmente de 638,47 segundos en dichas semanas a llegar a 581,23 segundos. Además, en relación con las actividades involucradas en el proceso productivo se tuvo un total antes de la mejora de 480 min en comparación a los 415 min como índice en movimiento del operario.

Cabanillas y Camacho [15] en su investigación tuvieron por objetivo el diseño de la mejora del proceso productivo con el fin de disminuir en una empresa pastelera los productos defectuosos, pues bien, se tiene que de 45 productos que analizaron estos resultados totalmente defectuosos por superar su límite en peso. Por tanto, siguieron como metodología el PDCA y herramientas que constituyen Lean Manufacturing; obteniendo que a partir de la planificación

en peso y tamaño de los productos elaborados en las seis estaciones se tipo una variación en tiempo actual con el de sin demora de 53,44 min y en lo que corresponde a actividades productivas se incrementaron al valor de 59%, logrando una producción de 1 080 unidades diarias con la implementación de dos operarios con venta total de S/450 y se redujo la pérdida económica a S/47,04 anual.

Mota [16] en su investigación tuvo por objetivo proponer la mejora del proceso de producción en una panificadora empleando herramientas de Lean con el fin de disminuir los desperdicios. De tal modo, como herramientas empleadas estuvieron Kaizen, 5S y un programa de mantenimiento productivo. Se obtuvo que la política de la empresa establecida fue de tener hasta 2% en pérdidas por baja de producción, sin embargo, en la línea industrial se llegó a identificar valor superior al establecido que fue de 3,4%. Indicando que en inversión de metodología un total de \$870,50 en lo que corresponde a Kaizen, y en 5S \$564,00.

Acuña y Guarniz [17] en su investigación tuvieron como objetivo aplicar estudio de tiempos y movimientos para incrementar la productividad en una panificadora. Utilizaron como herramientas las relacionadas con Lean Manufacturing, de ahí que como resultados en la evaluación se consideró Kaizen, 5S y TPM. Además, como resultados se tuvo que el mayor tiempo en producción fue de 19,68 min en línea de panes y en lo que corresponde a queques fue menor con un valor de 18,50 min; con la aplicación de estudio de tiempos y movimientos se tuvo un equilibrio en un valor de 86,21% de eficiencia en pasteles y en queques de 81,78%.

Marin, *et* [18] en su estudio abordaron la detección de las causas de pérdida de clientes en una empresa panadera; de ahí que se tuvo como objetivo aplicar herramientas para el control del proceso de elaboración. De tal modo, se siguió una metodología analítica que fue apoyada con las herramientas tales como Ishikawa, seguido de Pareto y las cartas de control. En consecuencia, se identificó que entre los factores que ocasionaban pérdidas de clientes estuvieron el tiempo de horneado (50 min) y el calentamiento no adecuado con mayor frecuencia; por ello, con las cartas de control se precisó que el proceso de horneado estaba dentro del límite por no exceder a los 3 100 segundos de proceso. Además, que, en cuanto a valores de la media en los datos, se requería acciones correctivas por cuanto se presentaban picos en desnivel.

Zamalloa y Flores [19] en su estudio identificaron que el sector panadero presenta ineficiente productividad; por eso tuvieron como objetivo elaborar un modelo de mejora de la productividad con aplicación de determinadas herramientas. Siguieron como metodología el PHVA, utilizaron como herramientas VSM, seguido de 5S, Poka Yoke y simulación con Arena. En consecuencia, se tuvo como tiempo de proceso inicial de 321,4 min en lo que se involucraron

cuatro lotes terminados; posterior a ello al aplicar la mejora se tuvo un tiempo de 315,46 min que significo la reducción de este y hasta llegar a producir cinco lotes terminados. Además, se tuvo mejora en la productividad de mano de obra con variación de 23,91%.

Jurado, *et* [20] identificó un 11,43% de productos defectuoso en industria panadera de estudio con sanción de S/77 233,02 por incumplimiento en pedido. De tal modo, se tuvo como objetivo proponer un modelo para reducir la cantidad de defectos del producto, por ello, emplearon como herramientas: MRP, EOQ, 5S y la estandarización de los procesos. En definitiva, tuvieron como resultado como primera fase la planificación del requerimiento de material y se reforzó con EOQ para el control de costos, seguido de 5S la distribución ABC para optimizar de manera interna los proceso, seguido de la estandarización en la que se tiende a eliminar las actividad y tareas repetitivas. Teniendo en la prueba piloto una reducción de defectuosos a 6,67% y hasta llegar a 5,97%, por cuanto se aplicaron todas las herramientas anteriormente indicadas.

Medina y Torres [21] en su investigación detectaron fallas en equipos que ocasionaban atrasos en entrega de producto terminado, por eso, tuvieron como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo para el horno de la empresa panificadora con fin de incrementar su productividad. Siguieron como metodología el mantenimiento de tipo preventivo, obteniendo que las horas de parada inicialmente fue de 28 horas con disponibilidad de maquinaria en un 85%, después con el mantenimiento establecido se 20 horas de parada con 88% de disponibilidad.

Carnero [22] en su investigación identificó un plan inadecuado de producción que ocasionaba exceso en desperdicios; de ahí que tuvo por objetivo implementar el mapa de flujo de valor (VSM) para mejorar la productividad de una panificadora. Siguió la metodología de Lean manufacturing en la que se utiliza como herramienta fundamental VSM, 5S y también un plan de mantenimiento. En consecuencia, se tuvo inicialmente una productividad del 85,4% con un tack time de 1,28 batch/min, con un lead time de 7 días y exceso de 130 min en lo que correspondía al tiempo ciclo. Con la evaluación de actividades que no agregaban valor, se determinó un balance de línea en la que se aumentaría la eficiencia a un 58%, reduciéndose el lead time a 2 días y con una productividad de 102%.

Mercado, Monterrey y Sánchez [23] en su investigación identifico como problema deficiente proceso de elaboración de pan dulce; por ello, tuvo como objetivo el proponer mejora en el proceso involucrando herramientas de Lean Manufacturing para poder incrementar la productividad. Considerando como herramientas las 5S y simulación con el software Arena, en lo que se obtuvo que en 3,5 horas solo se llegaban a realizar 1 050 piezas de pan dulce y que

con la mejora implementada se llega que en 4 horas equivale a 1 998 piezas correspondientes. Además, consideraron indispensable realizar un plan de mantenimiento preventivo en maquinaria y la planificación de los materiales.

Cruzado [24] en su investigación identificó que una empresa panificadora tuvo pérdidas monetarias de S/29 063,10 por el deterioro en materia prima, también por presentarse producto defectuoso un costo de S/8 527,64, y hasta involucrados recorridos innecesario fue de S/54 980,04. Por eso, tuvo como objetivo proponer la mejora del área de producción con fin de disminuir los costos de la panificadora. Siguió como metodología la gestión de inventarios, herramienta 5S y capacitación; obtuvo como resultado que la inadecuada distribución alcanzaba el más alto de los costos de S/54 980, y que por ello se tenía que reorganizarse las áreas de la panificadora y allí se tuvo reducido a pérdida de S/24 741,02, también se implementó stock de seguridad en la que se disminuyó la pérdida a S/16 891,83.

Cabrejos [25] en su investigación identificó una baja productividad por tener pérdidas económicas de un total de S/3 648,72 en un mes. Por eso, tuvo como objetivo proponer la mejora en el proceso con el fin de incrementar la productividad de una panificadora. Siguió la metodología de estudio de tiempos y movimientos, apoyado de herramientas siendo el caso de 5WH. En consecuencia, se identificó que las mermas generadas en el proceso eran por una falta de control en materia prima, y que respecto al balance de línea se tuvo una eficiencia de 77,98%, y que en cuanto a la productividad inicial de 4 queques /hora. op se llegó a 9 queques/hora. op, significando a la vez un incremento en esta de 55% respecto a la inicial en el proceso.

Alanya [26] en su investigación tuvo por objetivo proponer la mejora en productividad de una panificadora, esto porque se identificó que la empresa tuvo debilidades en medir resultados, tener poca frecuencia en realizar mantenimiento de equipos. Por ello, se siguió como herramienta la entrevista a tres colaboradores, con apoyo del software atlas ti. De tal modo, que se tuvo que en un 52,5% consideraban que nunca y a veces se realizaba el mantenimiento de equipos, y que en 57,5% de trabajadores indicó que se reconocían las metas establecidas a nivel organizacional. De ahí que se estableció como propuesta de implementación la metodología 5S con 7 elementos reubicados, también la estrategia motivacional con asignaciones de factores y adicionado las capacitaciones programadas.

Materiales y métodos

Se identificó a través de un diagrama de bloques (anexo 1) los procesos para la elaboración de kekon y los tiempos promedio por proceso (anexo 2). Después, se realizaron los cálculos correspondientes a productividad diaria en el mes de julio, por lo que se precisó trabajar el tiempo promedio por trabajador y las que correspondían a las programadas, considerando la

eficiencia en producción de kekon (anexo 3). Además, se realizó el diagrama de Ishikawa (anexo 4) y una matriz de enfrentamiento con el criterio de que la asignación en calificativo es 1 si influye en otro factor y 0 si este no influye, y esto para reconocer las causas de tener una baja productividad, priorizando estas con lo obtenido en el diagrama de Pareto (anexo 6). También, fue muy conveniente presentar dicha situación en ProModel del proceso inicial e indicándose la producción diaria de elaboración de kekon (anexo 7).

Se procedió a elaborar la propuesta de mejora, en consideración a tres escenarios de los cuales permitirían incrementar la productividad de la panificadora, y eso siendo visualizado con la herramienta ProModel. De ahí que se empezó aplicando el método Jidoka en la que se estableció el control de calidad y visualizando los resultados en ProModel con incluir un encargado de inspección del producto, después que se estableció con just in time identificar y suprimir en lo máximo posible las actividades que no agregaban valor al proceso en lo que incrementaban el tiempo determinado de producción (anexo 10), y esto en relación a la diferencia con el tack time de dicho proceso. En lo correspondiente al tercer escenario se consideró que el área de envasado presentaba mayor tiempo de utilización y tiempo en realizar la operación; por lo que se consideró la intervención de una maquinaria para reducir el tiempo indicado y que como resultado se incremente la productividad.

Finalmente, se realizaron los cálculos correspondientes a los beneficios de la propuesta de mejora y también se identificaron los ingresos que se obtienen en la empresa, por lo que se reflejó dicho cambio con incremento en productividad.

Resultados y discusión

Diagnosticar la situación actual del proceso productivo.

En la panificadora Jayo SAC se identificó que su mayor elaboración en productos corresponde a kekon en bolsa, por lo que llega a una producción diaria en promedio de 261 kekon como producto terminado y en el proceso se tienen 16 productos con defecto que son desechados. De ahí que en anexo 1 se identifica el proceso productivo de este producto, en el que se destaca el ingreso de un batch establecido (harina, azúcar, huevos, chocolate, polvo de hornear) obteniéndose kekon embolsado; y en anexo 2 se indicó los tiempos promedio asociados con un valor de 158,47 min.

Además, en anexo 3 se identificó en promedio 261 unidades como producción diaria realizada del producto en mención, y lo que realmente se planifica corresponde a 320 unidades; y se precisan los tiempos realizados en relación con lo planificado. De tal modo, se tiene a indicar el cálculo realizado en el anexo en mención de la productividad actual de la panificadora, en la que se obtiene en la tabla 1 una productividad baja de 68,5% como producto

de una eficiencia de 80,6% con eficacia de 85%, en comparación con lo encontrado por Carnero [22] que señala una productividad de 85,4% en el mismo sector panificador y es que su eficacia en producción llegó al valor de 85%.

Tabla 1. Calculando productividad promedio diaria.

Indicador	Valor
Eficacia	85 %
Eficiencia	$\frac{870 \text{ min realizadas/día}}{1080 \text{ min planificadas/día}} = 80,6\%$
Productividad	85% x 80,6% = 68,50%

Fuente: Elaboración propia. En base a [2]

Asimismo, en anexo 4 se precisa las causas de la baja productividad y que en relación a la matriz de enfrentamiento de cada uno de los factores se tiene que en un 26,67% afectan al proceso la falta de control de calidad y tiempos improductivos, obteniendo productos con defecto un total promedio de 16 kekon y en tiempos en acondicionado y envasado tienen 6,99 hr y 0,85 hr de acuerdo a anexo 7, donde se visualiza resultado de datos en ProModel e igual en la tabla a continuación se destaca la producción diaria ya indicada de 261 bolsas de kekon.

Tabla 2. Cantidad de producto terminado.

	Total, salida	Tiempo en sistema	Tiempo en operación
Producto terminado	261 bolsas de kekon	0,89 Hr	0,32 Hr

Fuente: ProModel

Elaborar la propuesta de mejora del proceso de elaboración de kekon.

Mejora 1: Control de calidad

En esta primera mejora del proceso se busca tener un control acertado de la calidad del kekon en el proceso, con el fin de poder alcanzar hasta un 99% en producto conforme. De ahí que con la aplicación del método Jidoka se pretende disminuir las unidades con defecto, así que se siguen los siguientes pasos:

- Detección del problema:

En este caso, es el operario quién detectará el defecto en el proceso, y se precisa que se debe preparar al personal para poder intervenir específicamente en la zona de desmoldado para poder tener mayor producto conforme. Por eso, se establece asignación de capacitación o reclutamiento de personal calificado (inspectores); siendo el segundo caso se procede a indicar en la tabla 3 las actividades que se asignarían.

Tabla 3. Actividades por área del proceso.

Área	Actividades	Valor inicial en área	Mejora en valor
Horneado	Verifica que no se exceda el tiempo establecido de horneado.	82,24 min	75 min
	Apaga el horno respectivamente.		
Desmoldado	Verifica que el producto que sale del horneado no tenga defecto	2 min	-
	Desecha producto no conforme.	16 kekon	4 kekon

Fuente: Elaboración propia.

- Parar momentáneamente la producción

Al tener asignado al inspector en el área indicada es posible que al detectar más productos con defectos tome como acción evaluar a partir de que zona es la responsable de dicho evento.

- Establecer soluciones eficientes

Con el fin de poder identificar dónde se está ocasionando el defecto, se propone seguir con el formato que contiene ítems precisos y que permitirá dar mejores soluciones, tal como se señala en anexo 8.

- Implementar soluciones

En el proceso productivo se tienen 16 productos con defecto en la situación inicial, y se tiene tiempo que excede en el horneado por cuanto no se tiene asignado a un personal encargado, y es por esta razón que al indicarse las actividades que desempeña el inspector se obtiene su intervención en dato cuantitativo, tal como se señala a continuación.

Producto defectuoso inicial: 16 kekon = 95% conforme

Meta en % de conforme = 99% = 4 kekon con defecto

Al establecer la meta de producto conforme, también da lugar a establecer el tiempo en el proceso de horneado de 75 min en lo que involucra reducir los defectos por quemadura del producto, más bien se precisa de un tiempo determinado. Así pues, al tener en cuenta estas consideraciones en anexo 9 se detalla la simulación y resultados de aplicar la mejora indicada y que en la tabla 4 se observa el incremento en producto terminado.

Tabla 4. Cantidad de producto terminado.

	Total, salida	Tiempo en sistema	Tiempo en operación
Producto terminado	277 bolsas de kekon	0,84 Hr	0,32 Hr

Fuente: ProModel

Entonces, a partir de lo obtenido es que en la tabla 5 se procede a calcular la productividad en relación a los indicadores asociados a esta, tal como se realizó en la situación inicial del proceso.

Tabla 5. Calculando productividad promedio diaria.

Indicador	Valor
Eficacia	$\frac{277 \text{ kekon elaborado/día}}{320 \text{ kekon planificado/día}} = 86,56\%$
Eficiencia	$\frac{900 \text{ min realizadas/día}}{1080 \text{ min planificadas/día}} = 83,33\%$
Productividad	$86,56\% \times 83,33\% = 72,13\%$

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo en incremento de productividad en 5,03% por cuanto inicialmente se tenía 68,5% de productividad y al aplicar esta primera mejora se tiene 72,13% respectivamente.

Mejora 2: Just in time

En esta segunda mejora se pretende tener mayor productividad en el proceso de kekon, pues bien, en la situación actual se identifica que hay mayor utilización del área de acondicionado y dosificado, en lo que en el proceso se tienen actividades que ocasionan tener un trabajo inadecuado. Entonces, con el nuevo modelo se busca reducir dicho factor tiempo en los diagramas de análisis y procesos, en anexo 10 se tiene el que corresponde al inicio del proceso y en anexo 11 se suprimen las actividades innecesarias del proceso.

Además, se determina el tack time del proceso que involucra las 14 horas de elaboración del producto en lo que en promedio se obtienen 261 kekon. Por tanto, el valor es de:

$$Tack \ time = \frac{14 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}}{261 \frac{\text{kekon}}{\text{día}}} = 3,21 \text{ min}$$

Entonces, a partir de tener identificado el tack time inicial se relaciona con las actividades que se realizan y que de acuerdo a planificación correspondería a tener:

$$Tack \ time \ planificado = \frac{14 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}}{334 \frac{\text{kekon}}{\text{día}}} = 2,515 \text{ min}$$

Por tanto, se tiene una diferencia de lo planificado con lo que se elabora en tack time de 21,65%. De ahí que se precisa la reducción de tiempo en el proceso y esto se refleja en anexo 12. En lo que resulta en valores simulación lo indicado en tabla 6 la elaboración de 309 bolsas de kekon, y es conveniente enfatizar que esto se consigue a la vez con correspondiente capacitación al personal a cargo.

Tabla 6. Cantidad de producto terminado.

	Total, salida	Tiempo en sistema	Tiempo en operación
Producto terminado	309 bolsas de kekon	0,76 Hr	0,26 Hr

Fuente: ProModel

De acuerdo a lo obtenido se procede a calcular los indicadores para determinar la productividad, tal como se realizó en la situación inicial del proceso, y esto se indica a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Calculando productividad con mejora 2.

Indicador	Valor
Eficacia	$\frac{309 \text{ kekon elaborado/día}}{320 \text{ kekon planificado/día}} = 96,56\%$
Eficiencia	$\frac{900 \text{ min realizadas/día}}{1080 \text{ min planificadas/día}} = 83,33\%$
Productividad	$96,56\% \times 83,33\% = 80,46\%$

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene un incremento en productividad con just time en un 14,86%; en lo que se involucra elaboración de los 309 kekon por día.

Mejora 3: Automatización

En esta última propuesta se tiene en consideración que en la panificadora en el área de envasado se tiene un tiempo de 19 min al ser realizado de manera manual; sin embargo, se plantea utilizar un sistema automatizado para poder realizar esta tarea establecida. De tal modo, que se tenga una reducción en tiempo de hasta del 57,89% por tener en capacidad de envasar de 17 unidades en esa zona. En la tabla 8, se identifica la cantidad de producto terminado al considerar la automatización en envasado, que refleja elaborar 312 bolsas de kekon y esto se visualiza a la vez en ProModel en anexo 13.

Tabla 8. Cantidad de producto terminado.

	Total, salida	Tiempo en sistema	Tiempo en operación
Producto terminado	312 bolsas de kekon	0,83 Hr	0,13 Hr

Fuente: ProModel

Además, en lo que corresponde a productividad es aquí que se obtiene en incremento respecto al inicial de 15,68%, y esto se refleja en los cálculos presentados a continuación.

Tabla 9. Calculando productividad con mejora 3.

Indicador	Valor
Eficacia	$\frac{312 \text{ kekon elaborado/día}}{320 \text{ kekon planificado/día}} = 97,5\%$
Eficiencia	$\frac{900 \text{ min realizadas/día}}{1080 \text{ min planificadas/día}} = 83,33\%$
Productividad	$97,5\% \times 83,33\% = 81,24\%$

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene que con las tres mejoras en el proceso productivo se incrementó la productividad en la que se tenía inicialmente un valor de 68,5% y llegar hasta un 81,24%. Por tanto, en la tabla 10 se comparan los resultados obtenidos y validar si se tendría a aplicar las tres mejoras propuestas.

Tabla 10. Comparativa con mejoras.

Escenario	Productividad	Variación	Egresos asociados	
Inicial	68,5%	-	-	-
Mejora 1	72,13	5,03%	Reclutar y contratar a inspector de calidad [27]	S/1 900
Mejora 2	80,46	10,35%	Capacitaciones	S/80
Mejora 3	81,24%	0,96%	Adquisición de envasadora [28]	S/15 320

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, en base a las consideraciones identificadas se eligen las dos primeras mejoras, en lo que se tiene un aumento en productividad en relación a lo inicial de 10,35% y que en costo estaría involucrado un total de S/1 980; descartando la tercera porque tan solo hay un aumento de 0,96% de productividad y que en costo se estaría invirtiendo innecesariamente S/15 320.

Analizar el costo/beneficio de la propuesta.

Se señala a continuación los ingresos relacionados con la venta del kekon embolsado diariamente e involucrando la situación inicial con las mejoras elegidas en base a ingreso mensual (25 días).

Tabla 11. Ingresos en ventas de kekon.

	Precio unitario (S/)	Producción diaria (unidades)	Producción mensual (unidades)	Ingreso diario (S/)	Ingreso mensual (S/)
Inicial	15,9	261	6 525	4 149,90	S/103 747
Mejora 1 y 2	15,9	309	7 725	4 913,10	S/122 827,5

Fuente: Elaboración propia.

Además, en la tabla 12 se identifican los costos asociados a la nueva producción indicada, lo relacionado al reclutamiento del inspector de calidad y la capacitación al personal responsable del proceso productivo de kekon.

Tabla 12. Egresos con la nueva producción.

Descripción	Producción mensual (MP+MO+CIF)	Reclutar y contratar inspector	Dos capacitaciones mensuales	Total
Costo	S/69 525	S/1 900	S/160	S/ 71 585

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se procede a calcular el costo/beneficio de la propuesta en base a ingresos indicados en la tabla 11 y el total de egreso de la tabla 12.

$$\frac{B}{C} = \frac{S/ 122 827,5}{S/71 585} = S/1,71$$

Se obtuvo que la propuesta elaborada es rentable en cuanto por cada sol invertido en la mejora se tiene una ganancia de S/ 0,71.

Discusión

En el diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de kekon se obtuvo una productividad de 68,5% como resultado de tener una eficacia en producción de tan solo 85% lo que corresponde a las 261 unidades producidas en relación a lo que se planifica que es de 320 unidades respectivamente. En cambio, Carnero [22] obtuvo una productividad inicial de 85,4% con lo que se destaca una eficacia en producción de 85%. De ahí que se expresa que en la panificadora Jayo se tiene una baja productividad en relación con la investigación mencionada, y es que se tiene una falta de control de calidad, tiempos improductivos y falta de automatización en lo que se extiende el tiempo de operación en el área de envasado.

La propuesta de mejora para la panificadora de estudio involucró primero utilizar el método Jidoka para establecer un control de calidad con responsabilidad de un inspector calificado en dicha asignación, pues bien, se llegó a un 1% de producto con defecto (4 kekon) y que en productividad se incrementó a 5,03%. Asimismo, Cabanillas [15] obtuvo reducir en el proceso productivo de galletas hasta 0% de producto defectuoso y que repercutió en aumentar la productividad hasta un 16,6%, y en el caso de Carnero [22] utilizando el método Jidoka la productividad se incrementó hasta 23% por cuanto se llegó a detectar oportunamente las anomalías en el proceso y que facilitó producir más unidades diariamente. Además, al adicionar just in time en la segunda mejora se destaca que en la panificadora Jayo se incrementó la productividad hasta un 10,35% respecto a primera mejora (80,46%); y esto difiere a López [14]

que obtuvo 52,77% como índice en productividad. Y es conveniente precisar que la tercera mejora de automatización se descartó por cuanto se llegó a tan solo un incremento de 0,96% en productividad y con egresos asociado en la envasadora automática de S/15 320.

En el análisis del costo/beneficio de la propuesta se identificó que el incremento de la productividad llegó a un valor de 80,46% con las dos primeras mejoras indicadas, por ello que se tuvieron asociados egresos en reclutar y contratar a inspector de calidad, también las capacitaciones que resultó con una ganancia de 0,71 porque se tiene como beneficio en ventas mensual un aumento de S/19 080,5. Del mismo modo, Carnero [22] con la implementación de mejora tuvo un aumento en ventas de S/2 052. Y es que estos valores difieren por cuanto se tiene diferencias en el precio de venta de cada uno de los productos, y costos asociados a estos correspondientemente.

Conclusiones

Se realizó el diagnóstico en el proceso de elaboración de kekon con lo que se ubicó una baja productividad; debido a la falta de control de calidad en la que se tenía más productos defectuosos diariamente, también se destacó que había actividades que no estaban agregando valor al proceso por lo que se precisó suprimir de estas y reducir el tiempo de ejecución en determinadas actividades en base a just in time. Además, con la falta de automatización se identificó que se abarcaba más tiempo en el envasado del producto terminado.

Se elaboró la propuesta de mejora del proceso productivo en base a la simulación del estado inicial en ProModel, por cuanto se precisó de tres escenarios en los que se obtuvo un incremento en el número de producto terminado que repercutió a 72,13% hasta 81,24% en productividad, sin embargo, solo se consideró conveniente elegir hasta el segundo escenario en el que se tuvo 80,46% en productividad con producción de 309 kekon como producto terminado.

Se analizó el costo/beneficio de la propuesta en las dos primeras mejoras indicadas en la que se obtuvo un beneficio de S/ 0,71 considerándose una propuesta de tipo rentable.

Recomendaciones

Se precisa que para elaboración diaria de kekon se disponga de registros para identificar cuantitativamente la cantidad de insumos que ingresan y poder dar lugar a realizar un análisis en cuanto a lo que se solicitaría en el ingreso de un batch de dichos insumos.

Es conveniente que se evalué la ubicación actual de la maquinaria y si estas repercuten desfavorablemente en la mejora del proceso productivo, por tanto, se tendría a realizar mediciones pertinentes del espacio que estas ocupan en el área de producción.

Referencias

- [1] Sectorial, «Industria Panificadora,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.sectorial.co/industria-panificadora-y-de-pastas#informaci%C3%B3n-gr%C3%A1fica>. [Último acceso: 10 noviembre 2022].
- [2] R. Herrera, «Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en la línea de queques de la Panificadora Jayo S.A.C., Lima ,2020,» UCV, Lima, 2020.
- [3] R. Carro y D. Gonzáles, «Productividad y competitividad,» 2012. [En línea]. Available: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf. [Último acceso: 30 noviembre 2022].
- [4] J. Stincer, «Introducción a la ingeniería industrial,» 2012. [En línea]. Available: <https://fundacionortizavila.com/descargar/343/59b712fe42a5d3f9927d84ce3a047efd>. [Último acceso: 30 noviembre 2022].
- [5] J. Hernández y A. Vizán, Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación, Madrid: EOI, 2013.
- [6] J. Cárdenas, Simulación. Análisis y modelación de sistemas discretos; un enfoque práctico, México: Instituto Nacional de Colina, 2006.
- [7] M. Medina, «Diseño de proceso para el mejoramiento de la productividad en una empresa de elaboración de pan,» Universidad Politécnica SALESIANA , Ecuador, 2021.
- [8] N. Cano y D. Triveño, «Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de producción de una pastelería utilizando herramientas de Lean Manufacturing,» Universidad Católica San Pablo, Arequipa, 2020.
- [9] M. Alonso, «Evaluación y mejoramiento del sistema de producción en la repostería Deli con simulación discreta,» *Ingeniería, matemáticas y ciencias de la información*, vol. 7, n° 13, pp. 57-66, 2020.
- [10] M. Almeya, «Mejora en el proceso de producción de la panificadora A&A empleando herramientas de ingeniería,» Universidad de Lima, Lima, 2021.
- [11] R. Hernández y R. Yacolca, «Mejora de la disponibilidad de un horno espiral en una empresa panificadora basada en la integración de metodologías RCM y TPM,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2022.
- [12] V. Arbulo, «Propuesta de mejora de la planificación del sistema productivo en la panificadora industrial inversiones de Joma E.I.R.L,» USAT, Chiclayo, 2018.

- [13] V. Carlos y O. Parada, «Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios,» *UNEMI*, vol. 10, n° 22, pp. 29-38, 2017.
- [14] V. López, «Aplicación de herramienta Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el Centro de Fabricación de Tortas de la empresa Plaza Veá, Lima 2018,» UCV, Lima, 2018.
- [15] W. Cabanillas y M. Camacho, «Diseño de mejora de procesos para disminuir los productos defectuosos en el área de pastelería de la empresa la ideal,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2019.
- [16] K. Mota, «Propuesta de mejora en el proceso de producción de panadería industrial, utilizando herramientas de Lean Manufacturing para disminuir los desperdicios en una empresa de la ciudad de Guayaquil,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2022.
- [17] K. Acuña y A. Guarniz, «Estudio de Tiempos y Movimientos para aumentar la Productividad en el Área de Producción de la Distribuidora Vania S.R.L, Trujillo 2020.,» UCV, Trujillo, 2021.
- [18] Z. Marín, L. Olmos, A. De los Reyes, G. Lobo, R. Ruiz y A. Troncoso, «Aplicación de herramientas de control de calidad en una pequeña panadería. Un estudio de caso,» *Boletín de innovación, logística y operaciones*, vol. 2, n° 1, 2020.
- [19] A. Zamalloa y A. Flores, «Proposal of production model based on Lean and Continuous Improvement to improve the productivity in SMEs of baking: an empirical investigation in Peru,» *IEIM 2022*, pp. 12-14, 2022.
- [20] N. Jurado, I. Fernandez, J. Quiroz y L. Cardenas, «Lean Inventory Management Model to Reduce Defective Products in Peruvian,» *ICITM*, pp. 46-50, 2021.
- [21] J. Medina y M. Torres, «Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el horno de una empresa panificadora SJM,» UCV, Lima, 2020.
- [22] P. Carnero, «Propuesta de implementación del Value Stream Mapping (VSM) para mejorar la Productividad, empresa INDUGA FELIX E.I.R.L Huánuco,» Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco, 2018.
- [23] J. Mercado, F. Monterrey y M. Sánchez, «Propuestas de mejoras al proceso productivo del pan dulce (pico), con la ayuda de las herramientas de Lean Manufacturing, para aumentar la productividad de la Panadería Sevilla, ubicada en el barrio Güisquiliapa, Departamento de Carazo,» Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Jinotepe, 2020.

- [24] M. Cruzado, «Propuesta de mejora en el área de producción para reducir costos de una empresa panificadora, San Martín de Porres -Lima, 2020,» Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020.
- [25] M. Cabrejos, «Propuesta de mejora del proceso productivo de la panificadora Rikitos SAC para el incremento de la productividad de los queques húmedos,» USAT, Chiclayo, 2021.
- [26] R. Alanya, «Propuesta de mejora continua mediante la metodología kaizen para mejorar la productividad en una empresa panificadora,» Universidad Norbert Wiener, Lima, 2022.
- [27] Computrabajo, «Salario de Inspector de control de calidad en Perú,» 2022. [En línea]. Available: <https://pe.computrabajo.com/salarios/inspector-de-control-de-calidad>. [Último acceso: 30 noviembre 2022].
- [28] Alibaba, «Máquina Envasadora automática,» 2022. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Full-Automatic-Wafer-Biscuit-Small-Cake-60743528728.html>. [Último acceso: 1 diciembre 2022].

Anexos

Anexo 1. Proceso productivo.

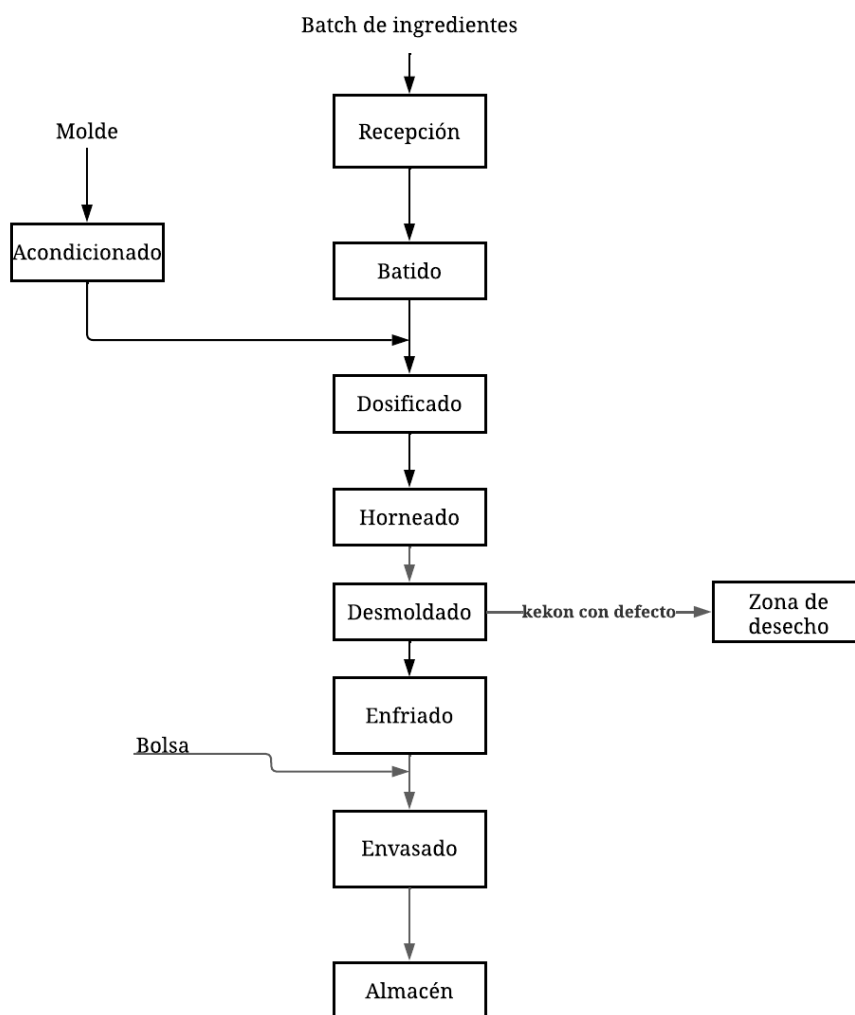


Figura 1. Diagrama de bloques

Fuente. Elaboración propia. En base a [2]

Anexo 2. Tiempos promedio del proceso en el mes de Julio.

Locación	Tiempo promedio (min)
Recepción	2,5
Batidora	8,54
Acondicionado	4,4
Dosificado	12,6
Horneado	82,24
Desmoldado	4,19
Enfriado	25
Envasado	19
Almacén	
Zona de desecho	
TOTAL	158,47

Fuente. Elaboración propia. En base a [2]

Anexo 3. Indicadores promedio del proceso productivo en Julio.

Día	Producción planificada (kekon/día)	320	Tiempo planificado (min)	1 080	Productividad: eficacia x eficiencia
	Producción realizada (kekon/día)	Eficacia	Tiempo realizado (min)	Eficiencia	
1	277	87%	874	80,9%	70%
2	272	85%	858	79,4%	68%
3	272	85%	858	79,4%	68%
4	268	84%	874	80,9%	68%
5	263	82%	858	79,4%	65%
6	272	85%	858	79,4%	68%
7	264	83%	889	82,3%	68%
8	263	82%	858	79,4%	65%
9	255	80%	867	80,3%	64%
10	272	85%	858	79,4%	68%
11	272	85%	874	80,9%	69%
12	277	87%	874	80,9%	70%
13	261	82%	858	79,4%	65%
14	281	88%	961	89,0%	78%
15	281	88%	889	82,3%	72%
16	256	80%	858	79,4%	64%
17	281	88%	867	80,3%	71%
18	273	85%	861	79,7%	68%
19	281	88%	864	80,0%	70%
20	275	86%	864	80,0%	69%
21	262	82%	858	79,4%	65%
22	272	85%	874	80,9%	69%
23	275	86%	849	78,6%	68%
24	281	88%	874	80,9%	71%
25	272	88%	874	80,9%	71%
Promedio	261	85,0%	870	80,6%	68,5%

Anexo 4. Diagrama Ishikawa

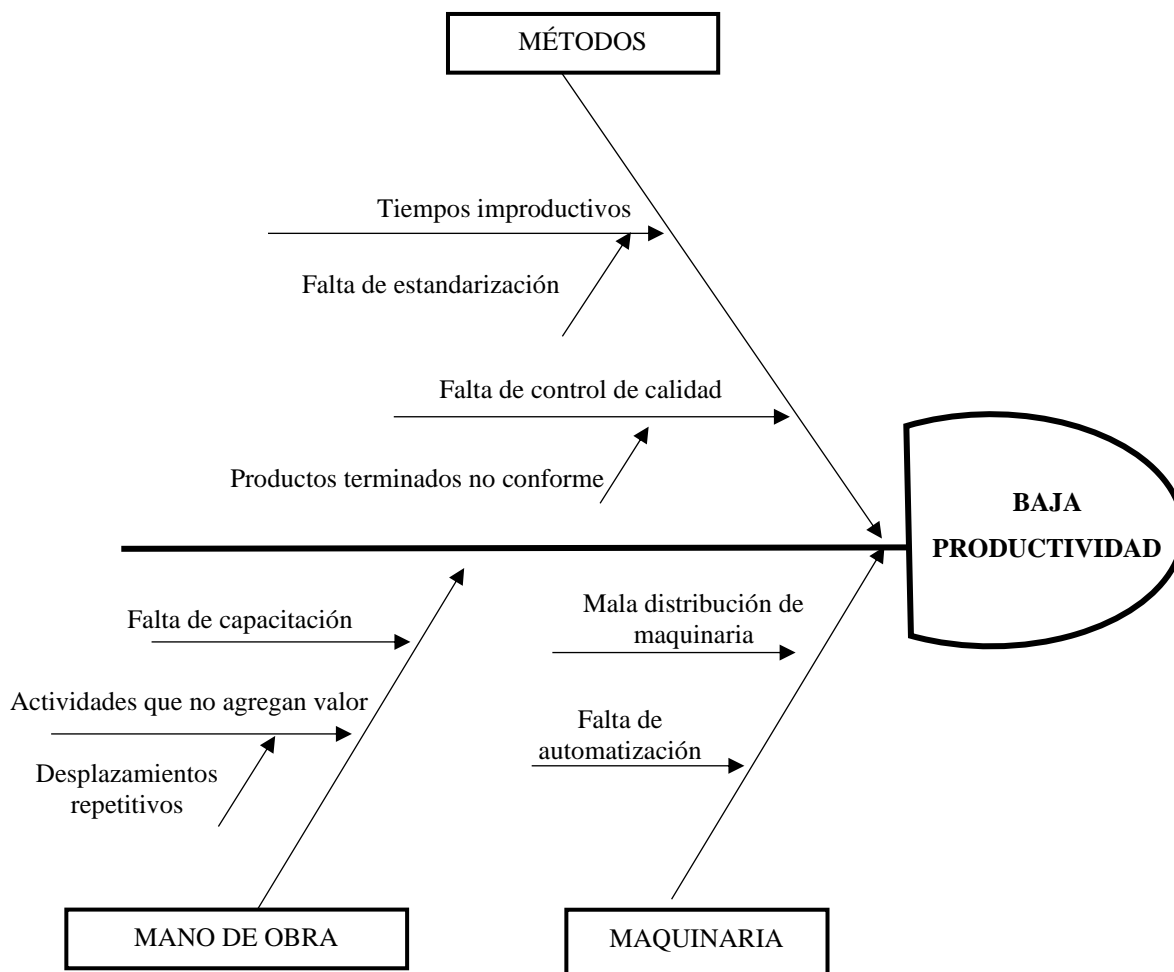


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

Fuente. Elaboración propia. En base a [2]

Anexo 5. Evaluación de factores

Tabla 13. Matriz de enfrentamiento

Factor		A	B	C	D	E	F	Puntaje	% Total
A	Falta de capacitación		0	0	0	0	1	1	6,67%
B	Falta de control de calidad	1		0	1	1	1	4	26,67%
C	Tiempos improductivos	1	1		1	0	1	4	26,67%
D	Actividades que no agregan valor	1	0	0		0	0	1	6,67%
E	Falta de automatización	1	0	1	1		0	3	20%
F	Falta de mantenimiento	0	0	0	1	1		2	13,33%
								15	100%

Fuente. Elaboración propia.

Factor		Puntaje	% Total	% Acumulado
A	Falta de control de calidad	4	26,67%	26,7%
B	Tiempos improductivos	4	26,67%	53,3%
C	Falta de automatización	3	20%	73,3%
D	Falta de mantenimiento	2	13,33%	86,7%
E	Falta de capacitación	1	6,67%	93,3%
F	Actividades que no agregan valor	1	6,67%	100,0%
		15	100%	

Anexo 6. Diagrama de Pareto por factores.

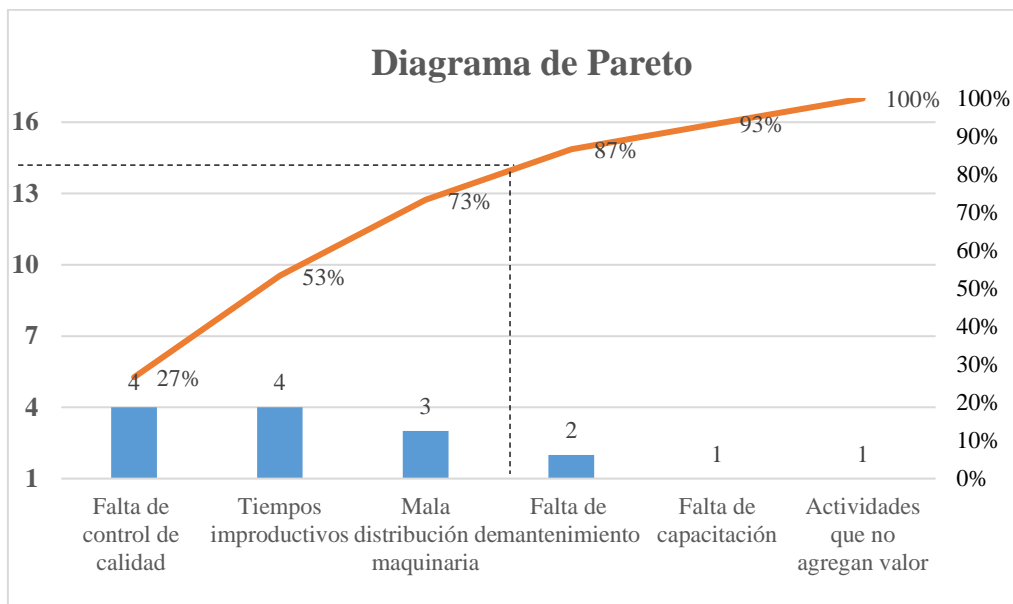


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 7. Reporte de resultados de la situación inicial.



Figura 4A. Situación actual del proceso simulado en ProModel

Fuente: ProModel.

Locación Resumen										
Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización		
Recepción	0.58	1.00	334.00	0.04	1.00	1.00	1.00	100.00		
Batidora	0.58	350.00	333.00	0.14	3.37	6.00	4.00	0.96		
Acondicionado	0.58	50.00	729.00	0.94	49.12	50.00	50.00	98.24		
Dosificado	0.58	350.00	679.00	6.99	338.89	350.00	350.00	96.83		
Horneado	0.58	300.00	329.00	1.30	30.65	36.00	32.00	10.22		
Desmoldado	0.58	300.00	296.00	0.07	1.48	5.00	1.00	0.49		
Enfriado	0.58	300.00	279.00	0.41	8.15	13.00	10.00	2.72		
Envasado	0.58	17.00	278.00	0.85	16.96	17.00	17.00	99.78		
Almacén	0.58	350.00	261.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
Zona desecho	0.58	30.00	16.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		

Figura 4B. Resultados en ProModel de locaciones.

Fuente: ProModel

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	Tiempo En Operación Promedio (Hr)	Cost
Batch	0.00	0.00	0.00	
masa	285.00	2.04	2.02	
Molde	0.00	0.00	0.00	
molde lleno	0.00	0.00	0.00	
kekon	269.00	7.73	2.14	
Bolsa	0.00	0.00	0.00	
Bolsa llena	261.00	0.89	0.32	
Kekon defecto	16.00	7.64	1.72	

Figura 4C. Resultados en ProModel de indicadores.

Fuente: ProModel

Anexo 8. Registro de defectos en área de trabajo.

Proceso	Ítem	Producto defectuoso		Observaciones
		SI	NO	
Recepción	¿Se realizan las tareas asignadas en el tiempo preciso?			
Batido	¿Maquinaria está en óptimas condiciones de funcionamiento?			
Acondicionado	¿Mesas de trabajo están limpias y con orden en herramientas?			
Dosificado	¿Se presenta peso inadecuado al colocar la masa en molde?			
Horneado	¿Se excedió el tiempo de horneado para los productos que ingresaron?			
Desmoldado	¿No se tuvo un correcto traslado de moldes llenos?			
Enfriado	¿Se dejó menor tiempo del establecido en la zona correspondiente?			
Envasado	¿Hay actividades innecesarias?			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Reporte de resultados con mejora 1.

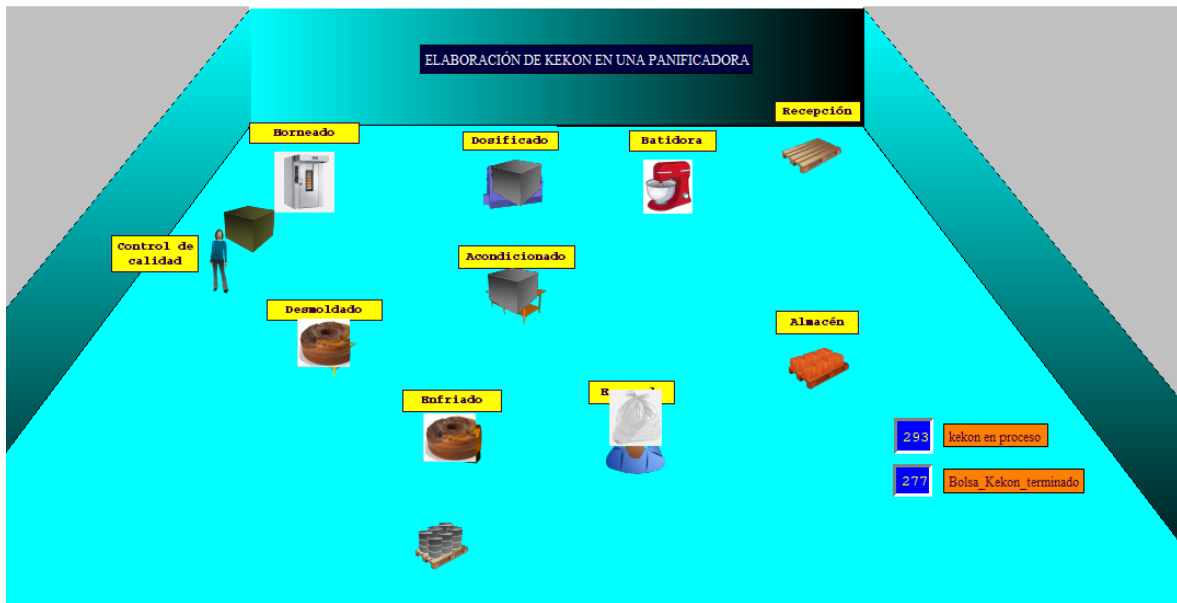


Figura 5A. Simulación con control de calidad en ProModel

Fuente: ProModel.

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	Tiempo En Operación Promedio (Hr)
Batch	0.00	0.00	0.00
masa	288.00	1.90	1.89
Molde	0.00	0.00	0.00
molde lleno	0.00	0.00	0.00
kekon	284.00	7.65	1.99
Bolsa	0.00	0.00	0.00
Bolsa llena	277.00	0.84	0.32
Kekon defecto	4.00	7.38	1.57

Figura 5B. Resultado de indicadores con la mejora 1.





Fuente: ProModel.

Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Recepción	0.58	1.00	334.00	0.04	1.00	1.00	1.00	100.00
Batidora	0.58	350.00	333.00	0.14	3.37	6.00	4.00	0.96
Acondicionado	0.58	50.00	729.00	0.94	49.12	50.00	50.00	98.24
Dosificado	0.58	350.00	679.00	6.99	338.89	350.00	350.00	96.83
Horneado	0.58	300.00	329.00	1.19	28.07	33.00	29.00	9.36
Desmoldado	0.58	300.00	295.00	0.06	1.26	4.00	2.00	0.42
Enfriado	0.58	300.00	293.00	0.36	7.57	12.00	9.00	2.52
Envasado	0.58	17.00	294.00	0.81	16.96	17.00	17.00	99.77
Almacén	0.58	350.00	277.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Zona desecho	0.58	15.00	4.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Control de calidad	0.58	300.00	299.00	0.03	0.70	4.00	0.00	0.23

Figura 5C. Resultados en ProModel de locaciones.





Fuente: ProModel

Anexo 10. Actividades iniciales del proceso productivo.

Ítem	Actividad	Tiempo (min)					¿Si valor?	¿No valor?
Recepción		2,5						
1	Recoger batch	0,65	●				x	
2	Desplazar hacia la mesa	0,75	●		→		x	
3	Diluir insumos	0,85			→		x	
4	Revisar área de trabajo	0,25		■				x
Batidora		8,54						
5	Verter batch en batidora	0,45	●				x	
6	Mezclado de ingredientes	0,15	●	■			x	
7	Verificar contenido	0,3		■				x
8	Batir la mezcla	6			→		x	
9	Limpiar área de trabajo	1,64	●				x	
Acondicionado		4,4						
10	Colocar molde al área	2,22	●				x	
11	Desplazar hacia la mesa	0,45			→			x
12	Limpiar moldes	0,74	●					x
13	Preparar molde	0,32	●				x	
14	Limpiar área de trabajo	0,67	●				x	
Dosificado		12,6						
15	Hacer balance	2,33	●					x
16	Colocar moldes	4,23	●				x	
17	Pesado de masa	2,3	●					x
18	Mover primero la mezcla	1,3	●				x	
19	Colocar mezcla en moldes	1,15	●				x	
20	Mover la mezcla	1,29	●					x
Horneado		82,24						
21	Desplazar hacia la mesa	0,5			→			x
22	Se ordena moldes en el horno	4	●				x	
23	Hornear	73,24	●				x	
24	Retirar moldes	4					x	
25	Desplazar hacia la mesa	0,5			→			x
Desmoldado		4,19						
26	Retirar moldes del queque	2,95	●				x	
27	Desplazar hacia la mesa				→			x
28	Colocar queque en mesa	0,94	●				x	
Enfriado		25						
29	Desplazar hacia la mesa	0,3			→			x
30	Esperar a que se enfríe	24,7				●	x	
	Envasado	19						
31	Desplazar hacia la mesa	0,3			→			x
32	Colocar bolsas al queque	17	●				x	
33	Colocar producto a almacén	1,7	●				x	
TOTAL		158,47					21	12

Fuente. Elaboración propia. En base a [2]

Anexo 11. Actividades con mejora del proceso productivo.

Ítem	Actividad	Tiempo (min)				
Recepción		2,3				
1	Recoger batch	0,51	0,51			
2	Desplazar hacia la mesa	0,75			0,75	
3	Diluir insumos	0,85			0,85	
4	Revisar área de trabajo	0,19		0,19		
Batidora		6,68				
5	Verter batch en batidora	0,35	0,35			
6	Mezclado de ingredientes	0,12	0,12			
7	Verificar contenido	0,23		0,23		
8	Batir la mezcla	4,7				4,7
9	Limpiar área de trabajo	1,28	1,28			
Acondicionado		4,3				
10	Colocar molde al área	2,22	2,22			
11	Desplazar hacia la mesa	0,35			0,35	
12	Limpiar moldes	0,74	0,74			
13	Preparar molde	0,32	0,32			
14	Limpiar área de trabajo	0,67	0,67			
Dosificado		10,31				
15	Hacer balance	1,83	1,83			
16	Colocar moldes	4,23	4,23			
17	Pesado de masa	1,8	1,8			
18	Mover primero la mezcla	1,3	1,3			
19	Colocar mezcla en moldes	1,15	1,15			
Horneado		75	80,1			
20	Desplazar hacia la mesa	0,15		0,15		
21	Se ordena moldes en el horno	2	2			
22	Hornear	71,4	71,4			
23	Retirar moldes	1,30	1,30			
24	Desplazar hacia la mesa	0,15		0,15		
Desmoldado		3,53				
25	Retirar moldes del queque	2,31	2,31			
26	Desplazar hacia la mesa	0,3		0,3		
27	Colocar queque en mesa	0,92	0,92			
Enfriado		22				
28	Desplazar hacia la mesa	0,3		0,3		
29	Esperar a que se enfríe	21,7				21,7
Envasado		15,32				
30	Desplazar hacia la mesa	0,3		0,3		
31	Colocar bolsas al queque	13,32	17			
32	Colocar producto a almacén	1,7	1,7			
TOTAL		147,5				

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 12. Reporte de resultados con mejora 2.



Figura 6A. Simulación con mejora 2.

Fuente: ProModel.

Cuadro de indicadores			
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	Tiempo En Operación Promedio (Hr)
Batch	0.00	0.00	0.00
masa	320.00	1.87	1.85
Molde	0.00	0.00	0.00
molde lleno	0.00	0.00	0.00
kekon	316.00	7.62	1.95
Bolsa	0.00	0.00	0.00
Bolsa llena	309.00	0.76	0.26
Kekon defecto	4.00	6.75	1.53

Figura 6B. Resultado de indicadores con la mejora 2.

Fuente: ProModel.

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Recepción	0.58	1.00	369.00	0.04	1.00	1.00	1.00	100.00
Batidora	0.58	350.00	368.00	0.11	2.92	6.00	3.00	0.83
Acondicionado	0.58	50.00	765.00	0.90	49.06	50.00	50.00	98.13
Dosificado	0.58	350.00	715.00	6.63	338.83	350.00	350.00	96.81
Horneado	0.58	300.00	365.00	1.19	31.11	36.00	33.00	10.37
Desmoldado	0.58	300.00	327.00	0.06	1.37	5.00	2.00	0.46
Enfriado	0.58	300.00	325.00	0.36	8.40	13.00	9.00	2.80
Envasado	0.58	17.00	326.00	0.73	16.96	17.00	17.00	99.76
Almacén	0.58	350.00	309.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Zona desecho	0.58	15.00	4.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Control de calidad	0.58	300.00	332.00	0.03	0.78	4.00	1.00	0.26

Figura 6C. Resultados en ProModel de locaciones.

Fuente: ProModel

Anexo 13. Reporte de resultados con mejora 3.

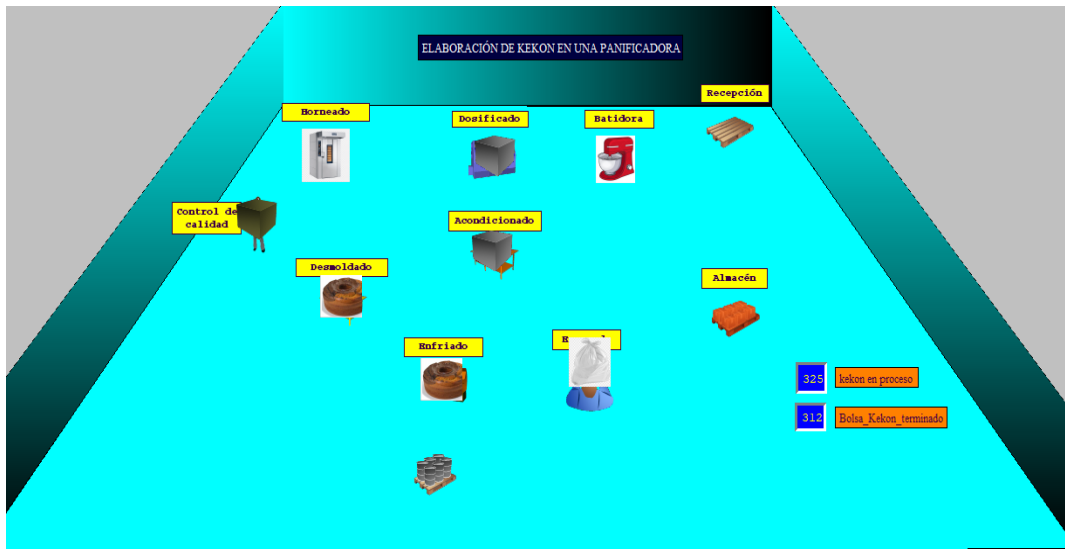


Figura 7A. Simulación con mejora 3.

Fuente: ProModel.

Cuadro de indicadores			
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	Tiempo En Operación Promedio (Hr)
Batch	0.00	0.00	0.00
masa	320.00	1.87	1.85
Molde	0.00	0.00	0.00
molde lleno	0.00	0.00	0.00
kekon	316.00	7.62	1.95
Bolsa	0.00	0.00	0.00
Bolsa llena	312.00	0.75	0.13
Kekon defecto	4.00	6.75	1.53

Figura 7B. Resultado de indicadores con la mejora 3.

Fuente: ProModel.

Locación Resumen								
Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Recepción	0.58	1.00	369.00	0.04	1.00	1.00	1.00	100.00
Batidora	0.58	350.00	368.00	0.11	2.92	6.00	3.00	0.83
Acondicionado	0.58	50.00	765.00	0.90	49.06	50.00	50.00	98.13
Dosificado	0.58	350.00	715.00	6.63	338.83	350.00	350.00	96.81
Horneado	0.58	300.00	365.00	1.19	31.11	36.00	33.00	10.37
Desmoldado	0.58	300.00	327.00	0.06	1.37	5.00	2.00	0.46
Enfriado	0.58	300.00	325.00	0.36	8.40	13.00	9.00	2.80
Envasado	0.58	17.00	329.00	0.72	16.96	17.00	17.00	99.75
Almacén	0.58	350.00	312.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Zona desecho	0.58	15.00	4.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Control de calidad	0.58	350.00	332.00	0.03	0.78	4.00	1.00	0.22

Figura 7C. Resultados en ProModel de locaciones mejora3.

Fuente: ProModel