

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



Incremento de la productividad en una empresa ladrillera mediante la automatización en su proceso productivo

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

AUTOR

Cesar Alfonso Arbaiza Godos

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

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

Chiclayo, 2021

ÍNDICE

Resumen	3
Abstract	4
I. Introducción	5
II. Marco Teórico	6
III. Metodología	8
IV. Resultados	9
V. Discusión	14
VI. Conclusiones	15
VII. Referencias	16

Resumen

La automatización dentro de una empresa permite mejorar su proceso productivo disminuyendo tiempos y aumentando su producción. Por esta razón esta investigación tuvo por finalidad automatizar el área de secado de una empresa ladrillera para aumentar su productividad y reducir sus mermas, puesto que esto a su vez genera pérdidas económicas. El diagrama de Ishikawa permitió determinar los principales problemas que provocan la baja productividad, tiempos muertos y gran cantidad de mermas. Por ende, se realizó una mejora implementando un secador automático en dicha área que permitirá reducir tiempos, tener menos mermas y producir más ladrillos lo que le permite mejoras para la empresa y obteniendo como resultado económico una recuperación de la inversión en 6 meses. Lo cual permite un impacto positivo para la empresa ladrillera puesto que permitirá aumentar su producción.

Palabras claves: Automatización, productividad, mermas, ladrillos

Abstract

Automation within a company makes it possible to improve its production process by reducing times and increasing its production. For this reason, this research aimed to automate the drying area of a brick company to increase its productivity and reduce its losses, since this in turn generates economic losses. The Ishikawa diagram made it possible to determine the main problems that cause low productivity, downtime and a large amount of waste. Therefore, an improvement was made by implementing an automatic dryer in said area that will reduce times, have less waste and produce more bricks, which allows improvements for the company and obtaining a recovery of the investment in 6 months as an economic result. Which allows a positive impact for the brick company since it will allow to increase its production.

Keywords: Automation, productivity, waste, bricks

I. Introducción

A nivel internacional, la característica común de los materiales de construcción es la durabilidad, que según su uso también deben cumplir con otros requisitos como dureza y resistencia mecánica. En el Perú, la demanda de viviendas o edificaciones más seguras y económicas permite haber desarrollado la norma técnica de construcción E.070 con el fin de estandarizar el proceso de desarrollo y control de calidad de las unidades, por tratarse de un proceso constructivo de edificación. En algunas principales ciudades del Perú, el proceso de fabricación de ladrillos de algunas empresas se realiza de forma manual. [1]

Actualmente en el Perú, el Instituto Peruano de Economía detalla que el sector manufacturero es uno de los sectores que permite la reactivación económica del país, puesto que genera más de 130 mil empleos representando alrededor de 16,52% del producto bruto interno (PBI) más que el sector minería e hidrocarburos con un 14,36%. [2] Según el diario Gestión la industria del sector construcción tiene una tasa de crecimiento de 6 y 9% [3]. Según el diario Andina para el 2019 creció un 4% [4]. La Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP) indicó que la industria manufacturera del ladrillo mueve aproximadamente 9,5 millones de toneladas al año que representa en dinero S/. 1,600 millones.

La empresa de nombre “TAYSON SAC” donde se tomó la información de la toma de datos se dedica a la producción de ladrillos, cuenta con cuatro categorías que son: pandereta, King Kong, ladrillo techo 12 y techo 15. El ladrillo obtenido como producto terminado está compuesto por materiales fáciles de obtener y de alta resistencia las cuales son mezcla a base de arcilla, tierra amarilla, tierra negra y caolín; siendo el ladrillo a investigar el ladrillo pandereta que es uno de los más usados en la construcción de viviendas y es uno de los que tiene mayor producción con una cantidad de ladrillos de 900 000 aproximadamente durante los meses enero- agosto del 2019 y mermas aproximadamente entre 100 000 y 200 000. [5]

Durante el proceso de elaboración de ladrillos ocurre el problema que los trabajadores del área de secado trabajan de una forma manual y empírica, solo basándose en la experiencia lo cual llevan el control de manera diaria mediante un cuaderno, generando así un mayor tiempo de preparación de productos con un tiempo de 108,67 horas, y a su vez trayendo mermas en esa área puesto que al apilarse de manera manual y no llevar un control exacto este sufre daños en su composición y por ende el producto sale de mala calidad el cual no es apto para el uso. Frente a esta problemática surge la interrogante de ¿Cuál es el efecto en la productividad en el área de secado de la empresa ladrillera mediante la automatización? Esta investigación tiene por finalidad aumentar la productividad de la empresa “TAYSON SAC” mediante la automatización en su proceso productivo, para lo cual se plantea como objetivo específico diagnosticar la situación actual de la empresa identificando los problemas que intervienen en la baja productividad en la empresa TAYSON SAC, implementar la automatización en el proceso productivo y realizar una evaluación económica financiera.

II. Marco Teórico

Automatización. Es un método computarizado que controla de manera automática la operación de un proceso o sistema integrado que tiene la organización por diversos componentes a través de elementos computarizados (software), reduciendo así la interacción humana. Según Torres [6] la automatización permite normalmente optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta.

Productividad. Es la medida en cómo se relaciona el producto obtenido y el conjunto de insumos empleados, que a su vez esta puede verse alterada por diversos factores externos como la disponibilidad de materias primas, capital, recurso humano etc. Para los autores Galindo, Mariana, Viridiana [7] la productividad es una medida de que tan eficiente utilizan el trabajo, o capital para generar un valor económico para la empresa.

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ empleados}$$

Mermas. Son todas las pérdidas o reducción física en el volumen, unidad que sufren los productos antes de su utilización lo cual esto conlleva a pérdidas económicas. (Lee y Ritzman) [8]

Sousa (2020) [9] en su investigación titulada “Mejora del proceso productivo para aumentar la rentabilidad en la ladrillera San Juan del Norte SAC, Pacanguilla, La Libertad, 2019” tuvo como objetivo mejorar el proceso productivo para aumentar la rentabilidad de la empresa, para ello utilizó un sistema de muestreo (encuestas) entre los colaboradores el cual arrojó como resultado que existen pérdidas en el proceso del ladrillo generando gran cantidad de mermas en el proceso de secado, así como también la pérdida de tiempo y paradas no programadas por el respectivo mantenimiento que se le da a la maquinaria. Para ello utilizaron una herramienta de Lean Manufacturing. Se concluye que la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing, un mantenimiento preventivo de la maquinaria y haciendo uso del VSM identificando los procesos a mejorar que permitirá obtener mejores resultados en cuanto a la reducción de tiempos, estandarización del proceso en la etapa de mezclado, transporte y cocción generándose una mayor rentabilidad para la empresa teniendo así un costo beneficio de 1,68.

Martínez y Calambas (2020) [10] en su investigación titulada “Propuesta de mejora para optimizar el proceso de elaboración de ladrillo en la microempresa Buena Vista ubicada en el corregimiento el Zarzal (Tambo)”. Esta investigación tiene como objetivo optimizar el proceso de elaboración de ladrillo el cual para ello diagnosticaron la situación actual de la empresa identificando sus etapas productivas y posibles fallas generadas, además de ello realizaron un estudio de tiempos de las etapas de extracción moldeo corte secado y cocción donde identificaron pérdidas de tiempos y falta de capacitación por parte de los operarios. Posterior a ello diseñaron un plan de mejoramiento en el proceso productivo para la producción de 4000 ladrillos. Obteniendo como resultados que para dicha cantidad de ladrillos el tiempo estándar sería de 10,67 horas con un tiempo ocioso de los operarios de 1.4 horas, e implementando una maquinaria de tipo retroexcavadora para facilitar la extracción de materia prima.

Gálvez (2019) [11] en su investigación titulada “Mejora del proceso productivo de fabricación de ladrillos para la reducción de mermas en la empresa cerámicos Dett S.A.C., Rioja – San Martín” tuvo como objetivo principal mejorar el proceso productivo reduciendo las mermas del proceso para lo cual diagnosticó a la empresa e identificó las principales causas de las mermas que representan el 28% del proceso siendo las causas principales la falta de capacitación, falta de tiempos estándares falta de mantenimiento de máquinas. Seguido de ello

se propuso la implementación de balanzas industriales, sensores de humedad y calor, así como capacitaciones a los operarios. Esta implementación tuvo como resultado una estandarización de tiempos totales de 342,58 minutos y un ahorro de tiempo de 20,42 logrando así la reducción de mermas al 15 %.

Matos (2017) [12] en su investigación titulada “Automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fabrica ladrillera Redigal SAC-Chiclayo 2017”. Esta investigación tuvo como objetivo principal llevar a cabo la implementación de un generador de calor para incrementar la eficiencia en una empresa ladrillera, para lo cual tuvo como metodología la inspección de todos los equipos de generación de calor para conocer las condiciones técnicas de la maquina encontrando así variedades en el registro de datos y control del proceso teniendo así un trabajo no eficiente. Para lo cual se obtiene como resultado el aumento de la eficiencia en el área de secado puesto que este tendrá temperaturas estables y a su vez contara con un indicador de temperatura que permitirán un producto de calidad.

Roque (2017) [13] en su investigación titulada “Diseño y construcción de un prototipo de planta procesadora de ladrillo, implementado con un sistema de automatización scada-rsview32 de allen bradley, para el laboratorio de control y automatización de la EPIME”. Tuvo como objetivo desarrollar el diseño de un prototipo de planta de ladrillo. Para lo cual conto con diferentes mecanismos como fajas transportadoras, tolvas giratorias, sensores fotoeléctricos, cámaras de temperatura que representa específicamente la etapa de cocción del ladrillo; todos estos mecanismos se encuentran representados y computarizados mediante un programa de PLC Y SCADA el cual permite tener el control del proceso en tiempo real.

Vega y Martínez [14] en su investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema rotatorio de flujo constante para secado de cacao utilizando transferencia de calor por convección y control predictivo basado en modelo”, Tuvo como objetivo diseñar e implantar un secador para el cacao el cual permita un óptimo secado del grano en un menor tiempo de lo que se realiza de manera artesanal garantizando la calidad del producto, concluyendo así que el trabajo realizado en el proceso de secado estará en un sistema sincronizado y automatizado mediante diseños de control implementados, que permitirá optimizar el tiempo del proceso de secado del producto.

Araújo,Correia, Brandão, Rodrigues de Oliveira, Santos, Neto, et al, (2020) [15] en su artículo titulado “Convective Drying of Ceramic Bricks by CFD:Transport Phenomena and Process Parameters Analysis” detalla el análisis del proceso de secado con aire caliente de un ladrillo de arcilla hueca industrial en el interior del horno a diferentes temperaturas mediante el uso de dinámica de fluidos computacional (CFD). En la cual se realizó el proceso de secado durante 24 horas con el objetivo de obtener una humedad uniforme, para así posteriormente introducir a un horno el cual el ladrillo es colocado a una altura de 16,5 cm por encima de la base. Para ello se concluye que el método matemático propuesto tiene concordancia con los valores obtenidos durante la etapa de secado además de que cuando mayor sea la temperatura del aire de secado, más rápidas serán las velocidades de calentamiento y secado.

Zachary Whittaker (2020) [16], en su revista titulada “Design of an a design of an automated system for corner brick stem for corner brick assembly process” tiene como objetivo implementar Insulated Faux Brick (IFB) que es una mejora del ladrillo tradicional, el cual tiene como objetivo promover, reducir el peso y el tiempo de instalación así como al mismo tiempo proporcionar características de aislamiento más que el ladrillo tradicional. Para lo cual los fabricantes de IFB buscan aumentar el rendimiento mediante la automatización del ladrillo. Por

lo cual los ladrillos tradicionales esperan días para el proceso de secado esto demora mucho tiempo lo cual es difícil llegar a niveles más altos de producción. Por lo tanto, esta investigación busca posibles soluciones automatizadas para satisfacer las crecientes demanda. En la cual implementa el ladrillo IFB generando mayor eficiencia y productividad y materias primas de menor costo.

Araújo, Pereira, Oliveira, Agra, Filho, et al, (2019) [17] en su artículo titulado "Industrial Ceramic Brick Drying in Oven by CFD" tienen como propósito estudiar el proceso de secado mediante aire caliente en un horno a 70 C° implementar el secado de ladrillos mediante una tecnología de Dinámica de fluidos computacional (CFD) el cual realizan una serie de experimentos dentro del horno, midiendo variables como cantidad de agua, temperatura etc. Este estudio tuvo como resultado verificar la pérdida de calor por el aire. Además de que los campos de calor y masa en la superficie del material mostraron una asimetría en el calentamiento y secado, indicando que el procedimiento de medir la temperatura en el vértice del ladrillo juega un papel importante para comprender mejor esta etapa del proceso

Aguilar, Reynoso, Gómez, Moller, y Hernández(2018) [18] en su artículo titulado "Life cycle assessment of a traditional brick manufacture improvement" detallan el estudio de una metodología de evaluación del ciclo de vida (ACV) para evaluar los impactos ambientales en la mejora del proceso de fabricación tradicional de ladrillos usando mediciones de gases de combustión, en la cual mediante un soplado de tolva(HB) se evaluó cuantitativamente la tendencia decreciente puesto que los valores de impacto potencial iban disminuyendo lo cual llegaron a la conclusión que existe una oportunidad para mejorar el proceso tradicional del ladrillo además de incorporar al proceso la herramienta LCA que permita cuantificar los impactos ambientales de los procesos .

Zavaleta (2018) [19] en su artículo titulado "Análisis de impactos productivos y ambientales de la implementación de ventiladores y cambio de combustible en ladrilleras artesanales de Riberalta, Beni" tuvo como objetivo principal determinar los impactos productivos y ambientales que se generan por el cambio de combustible y la implementación de tecnología en el proceso de cocción de ladrillo. La metodología aplicada fue experimental, el cual aplicaron como principal cambio de combustible a las principales ladrilleras de "Riberalta Beni" biodegradable la cascara de castaña. Esta investigación tuvo como resultados el reemplazo de la cocción con leña al usar la cáscara de castaña, el reduce el costo de inversión al 80% mejorando la calidad del ladrillo en un 5% además de que los costos para la obtención de la biomasa son bajos y se identificó una reducción de gases de efecto invernadero del 100%, puesto que solo se contaría el costo de transporte.

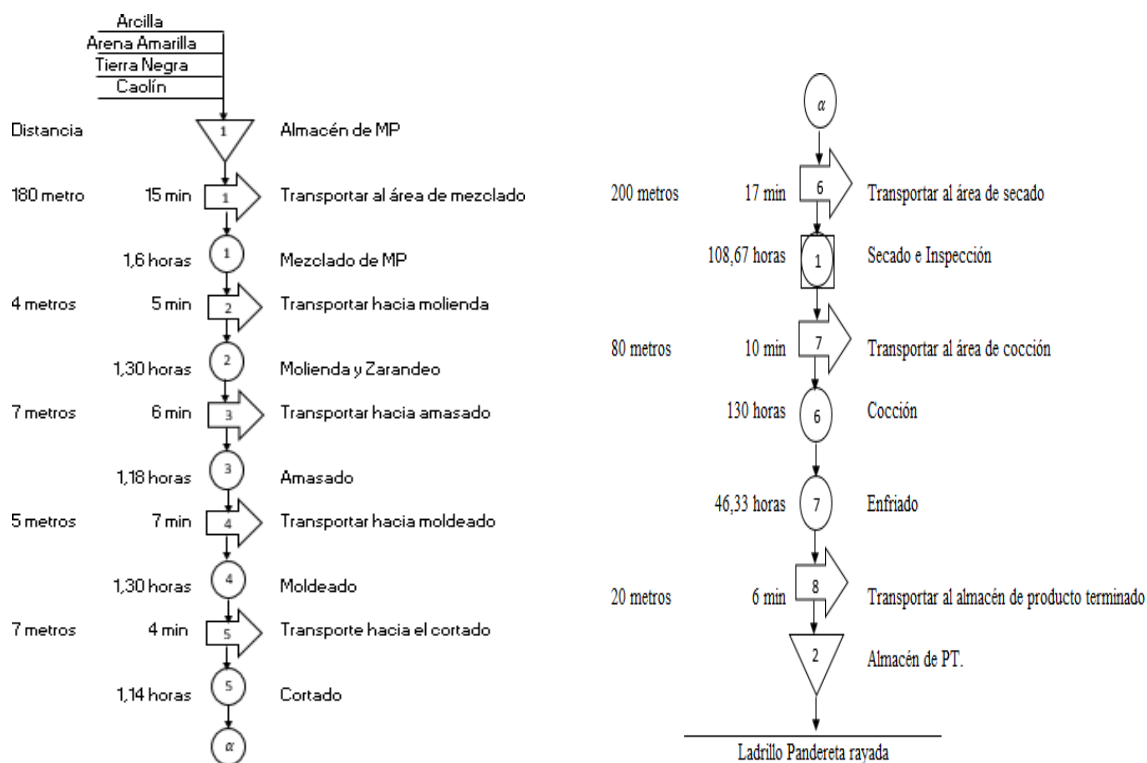
III. Metodología

El presente trabajo de investigación es de manera cualitativa experimental puesto que se realizó una manipulación de la variable de tiempo, donde se identificó el antes y después del proceso productivo mediante una simulación propuesto por el programa PROMODEL.

3.1.Métodos

Para el desarrollo del trabajo se obtuvieron los datos necesarios de la empresa TAYSON SAC, donde se recolecto información acerca del proceso productivo del ladrillo. En el grafico N° 1 se puede apreciar el proceso productivo

Figura N° 1. Diagrama de análisis de proceso – Producción de ladrillo



Paso 01:

Para diagnosticar la situación actual de la empresa. Para el desarrollo del diagnóstico de la empresa se detallará los problemas que ocurren en la empresa mediante un diagrama de Ishikawa posteriormente se detallara los tiempos estándar y normal del proceso productivo del ladrillo antes de la propuesta.

Paso 02:

Implementar la automatización en el proceso productivo. Para el desarrollo de este objetivo se hará uso del software Promodel detallando los principales escenarios y resultados de la propuesta.

Paso 03.

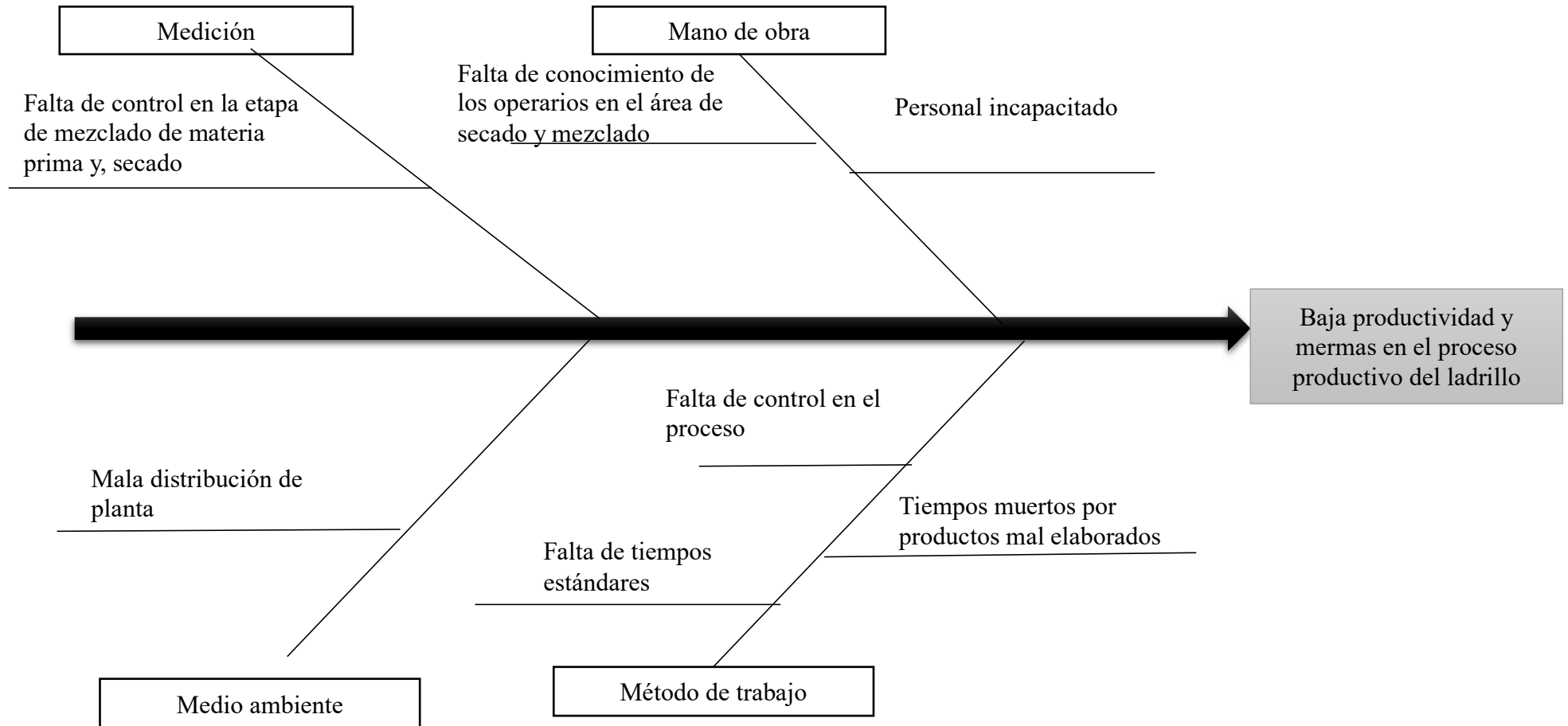
Evaluación económica financiera. Para este objetivo se calculará los costos teniendo en cuenta la automatización propuesta, el cual se basará calculando los indicadores de productividad económica.

IV. Resultados

4.1.Paso 1

Como se explicó anteriormente dentro de la problemática se explica que no existe una buena productividad de la empresa lo cual conlleva a tener pérdidas económicas y mermas. Estos problemas se pueden identificar en la figura N° 1 donde se identificaron los principales problemas de los operarios de la empresa.

Figura N° 1. Diagrama de Ishikawa de la empresa ladrillera TAYSON SAC



4.2. Paso 2. Sistema actual del proceso

Actualmente la empresa cuenta con pérdidas económicas y gran cantidad de mermas en lo que es el área de secado la cual, los operarios apilan de forma manual los ladrillos y lo dejan secar al aire libre, teniendo un tiempo de duración de 4 a 5 días. A continuación, se presenta el layout del sistema actual

Tabla N° 1. Sistema actual del proceso

Procesamiento

Entidad	Locación	Operación(min)	Salida	Destino	Lógica de movimiento
Materia prima	Entrada de materia prima		Materia prima	Almacén materia prima	
Materia prima buena	Almacén de materia prima		Almacén materia prima	Mezclado	Move For 15 min
Ladrillo	Mezclado	6 min	Materia prima buena	Molienda	Move For 5 min
			Defectuosos	Área desecho solidos	
Ladrillos buenos	Molienda	78	Materia prima buena	Amasado	Move For 6 min
Defectuosos	Amasado	70.8	Materia prima buena	Moldeado	Move For 7 min
Ladrillo producto terminado	Moldeado	78	Materia prima buena	Cortado	Move For 4 min
	Cortado	68.4	Materia prima buena	Secado	Move For 17 min
	Secado	6520.2	Ladrillos buenos	Cocción	Move For 10 min
			Defectuosos	Área desecho solidos	
	Cocción	7800	Ladrillos buenos	Enfriado	
			Defectuosos	Área desecho solidos	
	Enfriado	2779.8	Ladrillo producto terminado	Almacén PT	Move For 6 min
	Almacén de producto terminado		Ladrillo producto terminado	Exit	
	Área de desechos solidos		Defectuosos	Exit	

Una vez realizado el esquema procedemos a analizar los escenarios actuales mediante el programa Promodel.

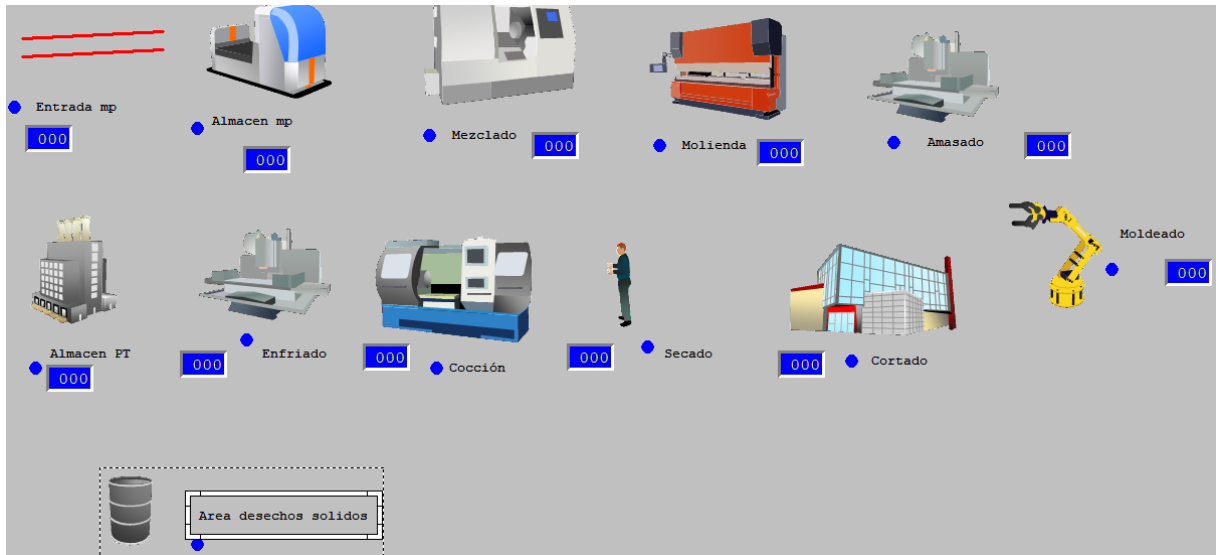


Figura N° 2. Layout de la planta

Nombre	Tiempo Programado (Day)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Entrada mp	13.74	2,000.00	2,189.00	0.01	0.03	1.00	0.00	0.07
Almacen mp	13.74	2,000.00	2,189.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Mezclado	13.74	2,000.00	2,189.00	1.60	10.62	95.00	0.00	0.53
Molienda	13.74	2,000.00	1,666.00	1.30	6.57	67.00	0.00	0.33
Amasado	13.74	2,000.00	1,666.00	1.18	5.96	61.00	0.00	0.30
Moldeado	13.74	2,000.00	1,666.00	1.30	6.57	67.00	0.00	0.33
Cortado	13.74	2,000.00	1,666.00	1.14	5.76	60.00	0.00	0.29
Secado	13.74	2,000.00	1,666.00	108.68	548.89	1,666.00	0.00	27.44
Cocción	13.74	2,000.00	725.00	130.00	285.72	725.00	0.00	14.29
Enfriado	13.74	2,000.00	668.00	46.33	93.82	668.00	0.00	4.69
Almacen PT	13.74	2,000.00	668.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Area desechos solidos	13.74	2,000.00	688.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)
Materia prima	0.00	0.00
Ladrillo PT	668.00	176.60
Ladrillo	0.00	0.00
ladrillos buenos	0.00	0.00
Mp buena	1,666.00	116.11
defectuosos	688.00	12.19

Se puede observar que el tiempo promedio en el área de secado es de un tiempo de 108.68 horas lo cual genera en el proceso mayor tiempo perdido, con un % de utilización de 27.44. Con una cantidad de ladrillos terminados de 668 millares de ladrillos.

Sistema después de la propuesta de automatización.

Para ello se implementó en el área de secado, una cámara secadora que permite reducir la humedad al 2% que debe tener el ladrillo, en un tiempo promedio de 18 horas, el cual disminuirá el tiempo de 6520.2 minutos a 1080 minutos, teniendo así una mayor producción y a su vez reducir el tiempo de secado, logrando obtener así más productos por día equivalente a los 4 a 5 días que se tomaba de manera normal, esta máquina permitirá producir 4 000 millares.

Tabla N°3. Ficha técnica secador automático

Secador Automático	
Capacidad	50000 ladrillos
Voltaje	380 V
Potencia	75 KW
Precio	10 000 US\$



Figura N°3. Secador Automático

Tabla N°4. Comparación de los escenarios

Resultados de la Simulación																																																			
Antes	Después	Justificación																																																	
Tiempo en secado: 6520.2	Tiempo en secado: 1080 minutos																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cuadro de indicadores</th> </tr> <tr> <th>Nombre</th> <th>Total Salidas</th> <th>Tiempo En Sistema Promedio (Hr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Materia prima</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo PT</td> <td>668.00</td> <td>176.60</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>ladrillos buenos</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Mp buena</td> <td>1,666.00</td> <td>116.11</td> </tr> <tr> <td>defectuosos</td> <td>688.00</td> <td>12.19</td> </tr> </tbody> </table>	Cuadro de indicadores			Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	Materia prima	0.00	0.00	Ladrillo PT	668.00	176.60	Ladrillo	0.00	0.00	ladrillos buenos	0.00	0.00	Mp buena	1,666.00	116.11	defectuosos	688.00	12.19	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cuadro de indicadores</th> </tr> <tr> <th>Nombre</th> <th>Total Salidas</th> <th>Tiempo En Sistema Promedio (Hr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Materia prima</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo PT</td> <td>778.00</td> <td>176.60</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>ladrillos buenos</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Mp buena</td> <td>1,680.00</td> <td>25.44</td> </tr> <tr> <td>defectuosos</td> <td>571.00</td> <td>15.79</td> </tr> </tbody> </table>	Cuadro de indicadores			Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)	Materia prima	0.00	0.00	Ladrillo PT	778.00	176.60	Ladrillo	0.00	0.00	ladrillos buenos	0.00	0.00	Mp buena	1,680.00	25.44	defectuosos	571.00	15.79	Al existir el sistema automatizado se eliminan los tiempos muertos del area de secado y asu vez reduce el salario de personales puesto que contaba con 3 operarios En esta área equivalente a los 4 o 5 días que demora normalmente el proceso esta máquina permitirá producir 778 millares en 18 horas	
Cuadro de indicadores																																																			
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)																																																	
Materia prima	0.00	0.00																																																	
Ladrillo PT	668.00	176.60																																																	
Ladrillo	0.00	0.00																																																	
ladrillos buenos	0.00	0.00																																																	
Mp buena	1,666.00	116.11																																																	
defectuosos	688.00	12.19																																																	
Cuadro de indicadores																																																			
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Hr)																																																	
Materia prima	0.00	0.00																																																	
Ladrillo PT	778.00	176.60																																																	
Ladrillo	0.00	0.00																																																	
ladrillos buenos	0.00	0.00																																																	
Mp buena	1,680.00	25.44																																																	
defectuosos	571.00	15.79																																																	
Produccion $\frac{34560 \text{ min/mes}}{108,67 \frac{\text{hora}}{\text{lote}} * 60 \text{ min/hora}}$ = 5,3000 lote/mes	$\frac{34560 \text{ min/mes}}{18 \frac{\text{hora}}{\text{lote}} * 60 \text{ min/hora}}$ = 32 lote/mes	Se observa que al calcular el indicador de produccion se logra aumentar el lote por mes.																																																	

4.3.Paso 3. Evaluación económica

4.3.1. Costo de mano de obra

Teniendo en consideración que la empresa desea producir más unidades y reducir sus mermas se hace necesario que se pueda reducir el exceso de la mano de obra, los tiempos muertos, causada entre otras razones por el exceso de manipulación (mano de obra no calificada) y la falta de automatización en el sistema durante el proceso de elaboración del ladrillo por lo cual se propone el uso de maquinaria en el área de secado que es donde se produce más mermas puesto que se hace de manera manual.

La empresa cuenta con 13 operarios en el proceso de producción, en la cual cada operario cuenta con un sueldo de S/. 1 200 sim embargo con la maquina implementada contara con 3 operarios menos teniendo un total de obteniendo así, un total de S/. 12 000 soles mensuales, en la cual al año se obtiene un valor de S/. 144 200. La empresa tiene una producción de 952 600 unidades al mes y la mejora con implementación de la maquina en el área de secado es de 1 238 000 unidades al mes lo cual se tiene una mejora de 285 400 ladrillos al mes, generando un ingreso neto de S/. 1 198 680. De acuerdo a los gastos de la empresa (materia prima insumos energía) posee un valor de S/. 57 647.

Tabla N°5. Costos del proceso productivo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales e insumos(S/.)	207 544	207 544	207 544	207 544	207 544
Mano de obra directa (S/.)	144 200	187 200	187 200	187 200	187 200
Costo de producción (S/.)	351 744	351 744	351 744	351 744	351 744
Ingresos	S/. 1 198 680.	S/. 1 198 680.	S/. 1 198 680.	S/. 1 198 680.	S/. 1 198 680.
Costo de inversión	S/. 38 500.39				

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla, se realizó el beneficio costo dividiendo ingresos entre egresos

$$\frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} = \frac{1\ 198\ 680}{351\ 744}$$

Como resultado de ello se obtiene un costo beneficio de 3.40 soles, lo que significa que cada sol generara 3.40 soles

Para hallar el periodo de recuperación se usa la siguiente formula

$$PRI = 1 + \frac{(S/. 38\ 500.39 - S/. 767\ 116\ 404)}{S/ 1\ 600\ 020} = 0.54=6$$

El periodo de recuperación será en 6 meses

V. Discusión

Con respecto al análisis de la situación actual de la empresa de ladrillos la metodología usada coincide con el de Martínez y Calambas [10] titulada “Propuesta de mejora para optimizar el proceso de elaboración de ladrillo en la microempresa Buena Vista ubicada en el corregimiento el Zarzal (Tambo) en la cual identifican el problema mediante tiempos realizados en las etapas productivas del ladrillo, teniendo como resultados que en el área de secado y cocción corte existía pérdidas de tiempo y falta de capacitación de los operarios puesto que estos no contaban con mano de obra calificada .lo cual les sirvió para la posterior determinación de diversas propuesta de mejora. También Gálvez [11] encontró gran cantidad de mermas durante el proceso productivo del ladrillo, esto debido a falta de capacitación de los operarios, falta de maquinaria el cual a raíz de estos problemas implemento sensores de calor para que los operarios sepan la temperatura de secado o cocción logrando así la reducción de mermas al 15 %.

En cuanto a la decisión de la automatización del proceso productivo del ladrillo en la etapa de secado la cual es una etapa que presenta mayor tiempo y mermas; coinciden con los resultados encontrados en las tesis de Matos [12] en su investigación titulada “Automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fabrica ladrillera Redigal SAC-Chiclayo 2017”. La cual implementa un generador de calor en el área de secado teniendo como resultado mayor eficiencia en esa área puesto que ya se podrá controlar las temperaturas de manera más estable y lograr así un producto de calidad apto para la venta y uso en las viviendas.

VI. Conclusiones

- ✓ Se diagnosticó el proceso productivo del ladrillo mediante el uso del diagrama de Ishikawa, teniendo como principales problemas encontrados falta de capacitación al personal, tiempos muertos, mermas, falta de control en el proceso.
- ✓ Se realizó la simulación de la propuesta del proceso productivo del ladrillo bajo distintos escenarios los cuales se obtuvieron datos positivos, puesto que se logró reducir el tiempo en esta área de 6520.2 minutos a 1080 minutos, y a su vez se tendrá un menor tiempo de utilización en esta área lo cual permite generar una mayor productividad en la empresa y a su vez reducir en gran cantidad sus mermas.
- ✓ Se logró realizar la evaluación económica de la propuesta teniendo como resultado que la implementación de un secador automático en el área de secado permitirá obtener un costo beneficio de 3.40 en un periodo de recuperación de 6 meses puesto que esta máquina permitirá producir más unidades en un menor tiempo.

VII. Referencias

- [1] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» 2006. [En línea]. Available: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>. [Último acceso: Junio 2021].
- [2] Instituto Peruano de Economía, «Instituto Peruano de Economía,» 6 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.ipe.org.pe/portal/mas-de-130-mil-trabajadores-reanudaran-labores-en-el-sector-manufactura-produccion/>. [Último acceso: 14 Junio 2021].
- [3] Gestión, «Gestión,» 2016. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/impresam/melamina-desplaza-madera-muebles-oficina-hogar-13388-noticia/>. [Último acceso: Junio 2021].
- [4] Andina peruana de noticias, «Andina,» 2019. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-economia-peruana-crecio-18-cuarto-trimestre-del-ano-2019-785822.aspx>. [Último acceso: 2021].
- [5] M. H. Guerrero Sandoval, «Propuesta de mejora del sistema productivo del ladrillo pandereta en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. para reducir las pérdidas económicas,» 2020. [En línea]. Available: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2674>. [Último acceso: Junio 2021].
- [6] Torres, Introducción a la automatización y el control, Universidad de Alicante, 2011.
- [7] Galindo, Mariana y Viridiana Rios, Productividad, México: México¿cómo vamos?, 2015.
- [8] L. Krajewski y L. Ritzman, Administración de operaciones: estrategia y análisis, Pearson, 2000.
- [9] J. A. Sousa Mori, «Mejora del proceso productivo para aumentar la rentabilidad en la ladrillera San Juan del Norte SAC, Pacanguilla, La Libertad, 2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55522>. [Último acceso: Junio 2021].
- [10] J. Y. Martínez Guzmán y Y. V. Calambas Quiñones, «Propuesta de mejora para optimizar el proceso de elaboración de ladrillo en la microempresa Buena Vista ubicada en el corregimiento el Zarzal (Tambo),» 2020. [En línea]. Available: <http://univida.fup.edu.co/repositorio/files/original/bb026658d0ce885a329fe112adee4599.pdf>. [Último acceso: Junio 2021].

- [11] R. Galvez Chero, «Mejora del proceso productivo de fabricación de ladrillos para la reducción de mermas en la empresa cerámicos Dett s.a.c., Rioja – San Martín,» 2019. [En línea]. Available: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2042>. [Último acceso: Junio 2021].
- [12] C. I. Matos Lopez, «Automatización del generador de calor para incrementar la eficiencia en fabrica ladrillera Redigal SAC-Chiclayo 2017,» Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32422>. [Último acceso: Junio 2021].
- [13] P. Y. Puma Roque, «Diseño y construcción de un prototipo de planta procesadora de ladrillo, implementado con un sistema de automatización scada-rsvi32 de allen bradley, para el laboratorio de control y automatización de la epime,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4025>. [Último acceso: 2021].
- [14] R. Vega Armao y W. Martínez Salazar, «Diseño e implementación de un sistema rotatorio de flujo constante para secado de cacao utilizando transferencia de calor por convección y control predictivo basado en modelo,» 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10436>. [Último acceso: 2021].
- [15] M. Araújo, B. Correia, V. Brandão, I. Rodrigues de Oliveira, R. Santos, G. Neto, L. Silva y A. Barbosa de Lima, «Convective Drying of Ceramic Bricks by CFD:,» *Energies*, vol. 1, n° 13, p. 2073, 2020.
- [16] Z. Whittaker, «DESIGN OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR CORNER BRICK,» *Proquest*, 2020.
- [17] M. Araújo, A. Pereira, J. De Oliveira, B. Agra, F. Filho, R. Da Silva y A. Barbosa, «Industrial Ceramic Brick Drying in Oven by CFD,» *Materials*, vol. 12, n° 10, p. 1612, 2019.
- [18] H. Aguilar, E. Reynoso, J. Gómez, J. Moller y A. Hernández, «LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A TRADITIONAL BRICK MANUFACTURE IMPROVEMENT,» *Revista Internacional de Contaminación ambiental*, vol. 35, n° 1, Mayo 20118.
- [19] «Análisis de impactos productivos y ambientales de la implementación de ventiladores y cambio de combustible en ladrilleras artesanales de Riberalta, Beni.,» *Acta Nova*, vol. 8, n° 4, p. 679, 2018.
- [20] A. M. Hernández Calderón, «Propuesta de mejora en el área de producción para reducir costos operativos en el proceso de envasado de arándano fresco de la empresa Hortifrutal – Perú S.A.C,» Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2019.

- [21] J. A. Cabrera Tucto y J. C. Gamarra Paisig, «Plan de mejora continua para reducir la merma de arándano en el área de empaque en la empresa Agroindustrial Camposol S.A. 2019,» Universidad César Vallejo, Trujillo, 2020.
- [22] W. A. Lazo Aguirre, «Espectroscopia infrarrojo y técnicas de machine learning y deep learning para la detección y clasificación de arándanos,» *Pueblo Continente*, vol. 30, n° 2, pp. 555-570, 2019.