

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



**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA
MOCHICA LADRILLOS Y AGREGADOS EIRL PARA DISMINUIR
LOS INGRESOS NO PERCIBIDOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

JOSE EVARISTO MANAYAY SANCHEZ

ASESOR

CESAR ULISES CAMA PELAEZ

<https://orcid.org/0000-0002-7530-7344>

Chiclayo, 2021

**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA
MOCHICA LADRILLOS Y AGREGADOS EIRL
PARA DISMINUIR LOS INGRESOS NO PERCIBIDOS**

PRESENTADA POR:
JOSE EVARISTO MANAYAY SANCHEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Oscar Kelly Vásquez Gervasi
PRESIDENTE

María Raquel Maxe Malca
SECRETARIO

Cesar Ulises Cama Peláez
VOCAL

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Revisión de literatura	7
Materiales y métodos	9
Resultados	9
Discusiones.....	31
Conclusiones	32
Recomendaciones.....	33
Referencias	34
Anexos.....	36

Resumen

La presente investigación se desarrolló en la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL dedicado al rubro de la producción de diferentes variedades de ladrillos, esta investigación está enfocada en el tipo de ladrillo pandereta porque los ingresos y producción registraron un porcentaje alto de 58% y 61% respectivamente. Se evidenció que, para la elaboración de este tipo de ladrillo, la empresa presentó problemas como, mermas 10,5% (700 973 unidades), paradas de las máquinas, 191 veces al año y pedidos atendidos con retraso 9%. Los problemas identificados generaron un ingreso no percibido de S/ 346 125,56. Por ello, se tuvo como objetivo mejorar el proceso productivo de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL para disminuir los ingresos no percibidos. Con la aplicación de metodologías de mejora de proceso, se logró reducir el 100% de las paradas con un plan de mantenimiento preventivo, se redujo la merma al 2,83% con la propuesta de implementación de una balanza industrial, sensor de humedad y plan de capacitación, para los pedidos entregados con retraso se propuso estandarización de tiempos de proceso, balance de línea, plan agregado de producción y la elaboración de Información A3, con ello, se logró aumentar la eficiencia de entrega de los pedidos al 90%. Se logró reducir los ingresos no percibidos en un 77%. Finalmente, se obtuvo un beneficio costo de S/ 2,71 mostrando de esta manera la factibilidad de la propuesta.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, Estandarización de tiempos, Balance de línea, Plan agregado de producción, Información A3

Abstract

This research was developed in the company Mochica Ladrillos y Agregados EIRL dedicated to the production of a variety of bricks, this research is focused on type of tambourine brick because the income and production registered a high percentage of 58% and 61% respectively. It was evidenced that, for the elaboration of this type of brick, the company presented problems such as, 10.5% loss, machine stops, 191 times a year and orders served with delay 9%. The problems identified generated an uncollected income of S/ 346 125,56. Therefore, the objective was to improve the productive process of the company Mochica Ladrillos y Agregados EIRL in order to decrease the income not received. With the application of process improvement methodologies, 100% of the stops were reduced with a preventive maintenance plan, the decrease was reduced to 2,83% with the proposal of implementation of an industrial scale, humidity sensor and training plan, for the orders delivered with delay it was proposed to standardize the process times, line balance, aggregate production plan and the elaboration of Information A3, with this, it was possible to increase the efficiency of delivery of the orders to 90%. We were able to reduce unearned income by 77%. Finally, a cost benefit of S/ 2,71 were obtained, thus showing the feasibility of the proposal.

Keywords: Preventive maintenance, Time standardization, Line balance, Aggregate production plan, A3 information

Introducción

En los últimos 10 años, el sector de la construcción ha ido experimentado un crecimiento ascendente, para el año 2030 aumentará en un 85%, en términos monetarios 15,500 millones de dólares [1]. Este crecimiento está polarizando la demanda de materiales como el ladrillo que sirve como parte indispensable para las construcciones inmobiliarias, China es el país principal productor de ladrillos, en 2017 generó 37,2 millones de dólares en sus exportaciones, España ocupa el segundo lugar con un ingreso anual de 16,3 millones de dólares. Sin embargo, la producción de ladrillos en Latinoamérica y en algunos países de Europa y África es artesanal en un 60%, con pérdidas de hasta un 30% del total de la producción, esto se debe a tiempos muertos y paradas durante el proceso productivo, falta de mano de obra calificada, exceso de merma, falta de mantenimiento de las máquinas [2].

En el plano nacional, según el diario Gestión [3], el PBI del sector construcción creció 5,6% en el periodo enero y noviembre del 2018. Esto asegura que el sector de las construcciones seguirá creciendo, el ladrillo se mantendrá en el mercado con un moviendo de más de 1 600 millones de soles aproximadamente. El 80% de las fábricas de ladrillo es informal, esta condición ha llevado a que estas empresas no cumplan con sus clientes por la falta de planificación, proceso de producción con elevado número de tiempos muertos y mermas, falta de cumplimiento de normas, son problemas que cargan generando un 25% de demanda insatisfecha en el año 2016 [3].

La empresa Mochica Ladrillos y agregados EIRL, se dedicada a la producción de ladrillos de tipos pandereta, super kingkong, techo 8, techo 12 y 15, estándar y panderetón. En el periodo 2019, el tipo de ladrillo pandereta fue el que más se comercializó y por ende el que tuvo mayor producción con un porcentaje de 61% (6 671 451 unidades de ladrillos) con ingresos porcentual de 58% (S/ 1 945 008), por ello el objeto de estudio fue este tipo de ladrillo. La fábrica no cuenta con una planificación y proceso eficiente para la producción, así pues, de un total de 6 023 425 ladrillos recepcionados como pedidos, de los cuales solo se pudo entregar a tiempo 5 452 782 unidades de ladrillos en tiempo establecido con el cliente, en términos monetarios esto significó un ingreso no percibido de S/ 74 184. Las mermas contabilizadas ascienden a un total de 700 973 ladrillos defectuosos un 10,5% del total de la producción, ya que no está estandarizado la medición de la materia prima para la mezcla, existe desproporción en la medición de la humedad de la masa y la falta de estatización de la productividad de la mano de obra, las mermas representan la mayor cantidad (77%) de los ingresos no percibidos ascendiendo a un total de S/ 266 369. Por otro lado, las fallas de las máquinas son frecuentes ocasionado paradas durante en el proceso productivo para la aplicación del mantenimiento correctivo, en el año 2019 se paralizó la producción 191 veces con un tiempo promedio 21 horas por mes, en este sentido, se generó un ingreso no percibido de S/ 5 572,56 por la mano obra no utilizada durante las paradas. En resumen, la empresa dejó de percibir S/ 346 125,56 en el periodo 2019.

Por lo expuesto anteriormente, surge la siguiente interrogante ¿Cuáles son las mejoras del proceso productivo que se deben desarrollar en la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL para disminuir los ingresos no percibidos?

Para la solución de la interrogante se planteó como objetivo general mejorar el proceso productivo de la empresa Mochica Ladrillos y agregados EIRL para disminuir los ingresos no percibidos, teniendo como objetivos específicos en primera instancia diagnosticar la situación actual del sistema productivo en la empresa Mochica Ladrillos y agregados EIRL, como segundo punto, determinar y desarrollar las técnicas de mejora de proceso para disminuir los ingresos no percibidos, y por último, cálculo y análisis de los indicadores económicos financieros de la propuesta.

Esta investigación se desarrolló en la empresa Mochica Ladrillos y agregados EIRL sede Chiclayo, tomando como punto de estudio al área de producción. La investigación busca

fortalecer las industrias en la región comprendiendo, analizando y proponiendo soluciones a los problemas reales orientada a una mejora de proceso para disminuir los ingresos no percibidos.

Revisión de literatura

En 2016, Berreta y Horacio [4] indican que, la merma producida en la industria de ladrillos es comprendida como la pérdida física en cuando a su volumen y peso o cantidad que sufren las sustancias por causas inherentes a su naturaleza o proceso productivo. Por otro lado, en 2016, O'Donnell [5] menciona que se le conoce como merma a las pérdidas y reducciones dentro de las mercancías o almacenes que en su gran mayoría suele presentar fluctuaciones, es decir la diferencia entre lo contabilizado en stock y la cantidad real de productos o mercancías conllevando a pérdidas monetarias a la empresa.

En 2010, Meyer [6] señala que la tabla de Mundel, es un método de estudio de tiempos, basándose en el desarrollo de método estadístico como parte del cálculo de número de observaciones con un margen de error de ± 5 y nivel de confianza de 95%. Los pasos a seguir, son los siguientes; primero se toma muestra de 5 o 10 observaciones, siendo 10 cuando los tiempos de las operaciones son menor igual a 2 minutos y 5 observaciones cuando los tiempos son mayores a 2 minutos. Como siguiente paso es determinar el valor más alto (A) y valor más bajo (B). El tercer paso es determinar los valores A-B y A+B para luego dividir $(A-B)/(A+B)$, con el valor que se ha obtenido se entra a la tabla Mundel en la columna 5 o 10, dependiendo los valores obtenidos.

En 2013, Schwagerman [7] indica que la herramienta Información A3 permite la resolución de problemas basado en ciclo de Deming (Planificar, hacer, verificar y actuar) fundamentalmente ayuda el aprendizaje organizativo y cataliza la implantación de acciones de mejora. Así mismo, el uso de los informes A3 permite desarrollar e implantar dentro de la organización la cultura y filosofía de mejora continua de manufactura esbelta. La estructura del informe A3 es simple: Se trata de un modelo estándar que se estructura en una serie de apartados. Se lee de arriba abajo, primero la columna de la izquierda y después la de la derecha.

En 2017, Chavira y Toledo [8] en su investigación “Plan General de Producción a Corto y Mediano Plazo para el Aseguramiento de Producto Terminado en Empresa de Giro Agropecuario”, enfoca a la planificación y administración de operaciones a reducir la incertidumbre y asegurar la demanda pronosticada. La problemática identificada en la empresa es que no pudo cumplir con la demanda, del periodo enero y marzo de una demanda total de 512 512,17 k/l solo se pudo cumplir con 411 680,50 k/l dejando pedidos por cumplir de 91526,17 k/l, es decir, un 19,58% de los pedidos no se entregó, su nivel de desempeño es de 80,32% y un 12% de productos defectuosos. Esta investigación tuvo como objetivo establecer una mejora de proceso a corto y mediano plazo. La metodología utilizada fue los pasos de la implementación del método Kaizen (planear, hacer, verificar y actuar) es decir, proceso de mejora continua. Como parte de planear la mejora fue la adquisición de maquinarias, capacitación a los colaboradores y la elaboración de un plan agregado de producción. Los resultados obtenidos detallan que las inexistencias de productos terminados en el almacén decrecen, lo que favorable y beneficia para los impactos negativos en el flujo efectivo. Se concluyó que con la aplicación del método Kaizen, se puede medir y controlar la gestión de suministros ya que esta herramienta indica en el momento preciso para hacer pedidos de materia prima, además, permite mantener en comunicación todas las áreas de la industria, se aumentó el nivel de eficiencia de entrega de los pedidos de 80,32% a 92% así como el porcentaje de los productos defectuosos se redujeron a 0%.

En 2015, Quiteño [9] en su investigación “La cal como elemento que mejora la resistencia en la producción del ladrillo de adobe en el departamento de Ahuchapán”, se identificó que en el municipio de San Lorenzo de El Salvador que la mayoría de las empresas ladrilleras de su

jurisdicción no cuentan con un proceso estandarizado en cuanto a la materia prima que utilizan, la mayoría de las viviendas colapsan, además de que el porcentaje de mermas en estas empresas representa casi el 15% de su producción total. Por ello, el municipio de San Lorenzo tuvo como objetivo, evaluar el efecto que causa el uso de la cal en la resistencia de la compresión en los ladrillos elaborados con los diferentes tipos de suelo, esto con la finalidad mejorar el proceso y selección de materia prima. Para lograr su objetivo, siguió la siguiente metodología, como primer paso, identificó los tipos de suelos que emplean como materia prima las fábricas, en la segunda etapa, se elaboró ladrillos con diferentes dosificaciones de la cal, utilizando el mismo proceso artesanal de la zona, finalmente, en la tercera etapa se sometió a una prueba de compresión a los ladrillos. En los resultados obtenidos, el tipo de suelo CL es que más se adecua ya que la prueba de compresión fue de 13,32 Kg/cm² como resistencia, la adición de la cal fue de 7%, esta resistencia se encuentra dentro de los parámetros que exige El Salvador en sus normativas (10 Kg/cm²). Además, las mermas se redujeron a 6,5%

En 2017, Vilarinho, López y Oliveira [10] desarrollaron la investigación “Preventive maintenance decisions through maintenance optimization models: a case study”, la misma que está enfocada en la problemática de la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo. Este estudio tiene como objetivo principal en implementar un plan de gestión de mantenimiento preventivo en una empresa automotriz. Para llegar a la solución, se analizó la situación actual de las máquinas, luego formar un equipo grupo de trabajo multidisciplinario de las diversas áreas de la empresa para aplicar un mantenimiento preventivo. En los resultados, las máquinas se poseían un OEE de 65% a 75% lo cual indicaba que estaban en rango regular pero no competitivo. El equipo formado diseñó un plan de gestión de mantenimiento en base a las fallas registradas, por otro lado, se capacitó al personal del área para la correcta aplicación. Como conclusión, la aplicación del mantenimiento redujo el 100% de las paradas no planificadas, así como el OEE aumento 75% a 85% lo que ahora indica que está en un rango regular.

En 2018, Sepúlveda y Medina [11] “Caracterización de Arcillas para la Elaboración de Ladrillos en el Municipio de Tunja-Boyacá”, detalló que la arcilla ha sido uno de los componentes más utilizados en proceso productivo del ladrillo, existente diferentes tipos de arcilla según el tipo suelo y zona geográfica, ante la los altos índices de fallas de humedad, el Municipio de Tunja-Boyacá, se propuso como objetivo de estudio, caracterizar los tipos de arcilla, así como su composición química y residencia la compresión. Como primer paso de la metodología fue revisar la literatura para conocer los diferentes conceptos de la arcilla, y como segundo paso fue llevar a laboratorio los tipos de arcilla con el fin de conocer sus composiciones. Los resultados que se pudieron obtener es que la arcilla contiene entre 0,6% y 88,2% de catite, cuarzo un 0,3%, 26% de filosilicatos, magnesio aluminada con 26,9%, además la resistencia con estos componentes fue de 18,427 Kg/cm², esto solo representa un 9,27% del valor esperado quedando en evidencia que es bajo para usarse en edificaciones.

En 2016, Neira, Ruiz y Peña [12] en su investigación “Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento”, indica que la carga de trabajo en los colaboradores es muy importante ya que de esto dependerá su desempeño, por ello, el objetivo de estudio fue desarrollar un estudio de tiempos, en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento en una empresa industrial. La empresa opera 7 horas al día los 14 operario realiza trabajos repetitivos, su productividad ha ido disminuyendo. La metodología empleada fue realizar estudio de tiempo de las operaciones. Con la aplicación de la metodología se tuvo como resultado tiempo estándares, 7 estaciones de trabajo y tiempo ciclo de 7,40 horas/ hombre. Finalmente, se llegó a la conclusión que la distribución uniforme de la carga de trabajo aumenta la productividad de los colaboradores, así como su ritmo de producción.

Materiales y métodos

En esta investigación, se llevó a cabo diagnóstico de la empresa, para ello, se tomó tiempos del proceso productivo del ladrillo durante los meses de enero y febrero del 2020, se utilizó el método de Mundel [6] en el cual, se tomó como muestra 5 observaciones para luego acudir a la tabla de Mundel y tomar las observaciones necesarias para cada proceso, se empleó un cronómetro de marca Anytime, así mismo, las observaciones se dieron en días intercalados y turnos diferentes con la finalidad de que las evidencias sean más reales. Para la evidencia de los operarios de producción sobre el conocimiento del proceso productivo y políticas de la empresa, se aplicó una encuesta, en donde, se empleó cuestionario físico a cada operario, la encuesta se tomó de Cieza [13] en donde fue validada. Los datos de producción, paradas de máquinas y materia prima del periodo 2019, fueron proporcionados por la empresa, estos sirvieron para el cálculo de tiempo ciclo, productividad, y los indicadores de eficiencia. Toda la información fue proporcionada en Excel y registros físicos.

En el desarrollo de la propuesta, incluyó un plan de mantenimiento preventivo, elección de una balanza industrial y sensor de humedad, plan de capacitación, estandarización de tiempos, balance de línea, plan agregado de producción y desarrollo de información A3. Para la primera propuesta, se tomó el registro del inventario de las máquinas y equipos de la empresa, esto sirvió para conocer la frecuencia de fallas y paradas del periodo 2019 para luego realizar el plan de mantenimiento preventivo. Para la selección e implementación de la balanza industrial y sensor de humedad, se analizó las proformas de diversos proveedores con especificaciones de marca, precio, años de utilidad y garantías. En el plan de capacitación propuestas, se definió los temas en base a las deficiencias evidenciadas en la encuesta. Se estandarizó los tiempos promedios donde interviene la mano de los operarios obtenidos de la tabla de Mundel, luego se realizó balance de línea con los tiempos estandarizados. Para la programación de producción se llevó a cabo un plan agregado de producción por los tres métodos de persecución o caza, nivelación con horas extras y método mixto, para ello se proyectó la demanda para el año 2021. Finalmente, se elaboró el informe A3 con la finalidad de involucrar a los colaboradores de producción aplicando la metodología del ciclo de Deming.

Finamente, con el cálculo del flujo de caja neto, se obtuvieron los indicadores económicos.

Resultados

Mochica Ladrillos y Agregados EIRL, es una empresa mediana perteneciente al rubro de la construcción, el 1 de enero del 2019 abrió una sucursal en Chiclayo, ubicado en la carretera entre Chiclayo y San José km 7,6. Se dedica a la producción y venta de ladrillos a los mercados de Bagua Chica, Bagua Grande, Cajamarca, Piura y Lambayeque. Los tipos de ladrillos que producen son: Estándar, panderetón, Super King Kong, techo 8,12,15 y pandereta, este último, representó el 61% y 58% de la producción e ingresos respectivamente por ello, esta investigación se delimitó solo por este tipo de ladrillo.

Descripción del producto

El proceso de extracción de la materia prima se hace fuera de la planta, específicamente en la cantera de Mesones Muro, Ferreñafe. El proceso de extracción se realiza mediante perforaciones en la corteza e insertando explosivos se erosiona la roca y luego mediante camiones se lleva a la planta. Una vez que se ha acopiado la materia prima, el siguiente paso es la mezcla, un operario realiza el proceso utilizando un cargador frontal, la mezcla tiene 8 cubos de tierra negra, 3 cubos de tierra amarilla y 1 cubo de tierra arenosa, además se añade 2 cubos y medio de caolín y arenilla para cada uno, finalmente, se añade 1 cubo de galleta, luego otro colaborador transporta por medio de un volquete hacia la tolva para descargar la mezcla con tiempo de 2,7 minutos, el compuesto ira descargando gradualmente por la base de la tolva manipulado por un operario. La mezcla contiene piedras que necesita ser trituradas en pequeñas

partículas, a través de una faja se transporta al molino de martillo con tiempo de 62,6 minutos se logra triturar, de esta etapa, pasa a la zaranda donde se quedan atrapados los componentes grandes como las piedras con un tiempo de 71,4 minutos. La mezcla pasa a la etapa del amasado donde el operario responsable humedece con agua gradualmente, la masa debe tener una textura barrosa, es en esta etapa donde se debe controlar al máximo el proceso ya que una textura con alto porcentaje de humedad generará ladrillos muy suaves propenso a mermar. En la etapa de extrusión y cortado, el operario a través de una máquina extrusora realiza la operación, en donde la mezcla entra al molde de acuerdo con tipo de ladrillo que se esté produciendo, en este caso el ladrillo pandereta. El secado se realiza de manera natural exponiendo los ladrillos al sol con la finalidad de eliminar el 75% de agua que se le adicionó en la etapa de amasado. Los ladrillos se colocan por columnas y filas por 18 operarios, se extienden plásticos en la superficie de la pampa para protegerlos para luego ser llevados al proceso de cocción previamente secados al natural por 2 días, en el horno se quema a 900°C con tiempo promedio de 12 horas de esta manera se obtiene el producto final, por último, los ladrillos cocidos son transportados hacia el almacén. En el anexo 1 se detalla a través de un diagrama de bloques.

En la empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L, su producción está en base a la capacidad de la tolva de recepción de materia prima mezclado, para el ladrillo tipo pandereta, tiene una capacidad de 60 cubos de los cuales se obtiene 40 millares de ladrillos es decir 112 toneladas. El método utilizado para la obtención de los tiempos promedios de producción fue las tablas de Mundel, en cual nos ofrece un 95% de nivel de confianza y un 5% como margen de error. En los anexos 2 se muestra los tiempos promedios en minutos obtenidos del método de estudio de tiempos mencionado. En base a estos tiempos, se realizó el diagrama de análisis de procesos (DAP).

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS PARA LA ELABORACION DEL LADRILLO TIPO PANDERETA							
Empresa: Mochica Ladrillos y Agregados EIRL	Fecha: 05/04/2020	Actividad	Operación	Transporte	Demora	Total	
Área: Producción	Situación: actual	Símbolo	○	⇒	D		
Cantidad: 112 toneladas	Diagrama N°: 01/01	Total (min)	1 715,6	590,2	4352,3	6 658,1	
Elaborado por: Jose Manayay Sanchez							
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo				
			⇒	○	D	□	▽
Preparación de la mezcla con cargador frontal		40,4		X			
Llenado de mezcla al volquete		8,2		X			
Transporte de MP hacia tolva de recepción	200	4,4	X				
Llenado de tolva		4,4		X			
Trituración		62,6		X			
Transporte hacia la zaranda	1,5	65,1	X				
Zarandeo		71,4		X			
Transporte hacia amasado	1	72,6	X				
Amasado de la mezcla		72,6		X			
Transporte hacia extrusora por faja	1	70,6	X				
Formado de ladrillo		64,9		X			
Transporte hacia la cortadora	1,3	58,0	X				
Corte de ladrillo		58		X			
Colocación de ladrillos en coches		167,7		X			
Transporte de ladrillos hacia la pampa para secado	150	280,9	X				
Descargar ladrillos en pampa		275,6		X			
Secado de ladrillos		4320,0			X		
Armado manual de paquetes		169,7		X			
Transporte de ladrillos hacia el horno	100	20,4	X				
Cocción de ladrillo		720,0		X			
Enfriado		32,3			X		
Transporte hacia almacén	100	18,3	X				
Almacenamiento	-	-					X

Figura 1. Diagrama de análisis de procesos

Fuente: Elaboración propia

Actividades productivas

El proceso de producción del ladrillo pandereta tuvo como actividades productivas un porcentaje de 26% equivalente a 13 operaciones, se obtuvo este resultado ya que no se aprovecha adecuadamente el tiempo para elaborar el producto.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{1715,6 \text{ min}}{6658,1 \text{ min}}$$

$$\% \text{ de actividades productivas} = 26\%$$

Actividades improductivas

El resultado de las actividades improductivas fue de 74% por la distribución de carga de trabajo no uniforme en los colaboradores.

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{590,2 \text{ min} + 4352,3 \text{ min}}{6658,1 \text{ min}}$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = 74\%$$

Tiempo ciclo

La empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L opera en un solo turno de 9 horas con una producción por día de 112 toneladas, con ello, se tiene el siguiente ritmo producción:

$$p = \text{producción}$$

$$Tb = \text{Tiempo base}$$

$$Tc = \text{Tiempo ciclo}$$

$$Tc = \frac{Tb}{p}$$

$$Tc = \frac{9 \text{ h/día}}{112 \text{ t/día}}$$

$$Tc = 0,08 \text{ h/t}$$

La fábrica tiene un tiempo ciclo de 0,08 h/t lo que indica que tiene un ritmo de producción de 12,4 t/h.

Producción

La producción del tipo de ladrillos pandereta en el año 2019 fue de 6 671 451 unidades de los cuales se obtuvieron como merma 700 973 unidades de ladrillos, en términos de porcentaje representa un promedio de 10,5%, así mismo, se contabilizó un total de 5 970 478 ladrillos para atender los pedidos de los clientes, en términos de porcentaje representa un 89,5%, los meses de julio, agosto y septiembre fueron donde más se produjo. En la siguiente tabla se detalla.

Tabla 1. Producción mensual del tipo de ladrillo pandereta, año 2019

Mes	Producción (unidades)	Merma (unidades)	Producción para venta	% de merma
Enero	473 960	49 980	423 980	10,5
Febrero	426 979	44 700	382 279	10,5
Marzo	564 062	59 340	504 722	10,5
Abril	577 375	60 420	516 955	10,5
Junio	327 062	34 140	292 922	10,4
Julio	918 519	96 720	821 799	10,5
Agosto	842 105	88 590	753 515	10,5
Septiembre	882 489	92 789	789 700	10,5
Octubre	604434	63 506	540 928	10,5
Noviembre	586 036	61 562	524 473	10,5
Diciembre	468 430	49 226	419 204	10,5
TOTAL	6 671 451	700 973	5 970 478	10,5

Fuente: Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.

Productividad de materia prima

La empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L durante el periodo 2019 para la producción de 5 970 478 toneladas de ladrillo tipo pandereta, consumió un total de 22 416,07 toneladas de materia prima, (ver anexo 3). Con ellos se tiene el siguiente cálculo.

$$Productividad\ de\ MP = \frac{5\ 970\ 478\ ladrillos/año}{22\ 416,07\ toneladas\ de\ MP/año}$$

$$Productividad\ de\ MP = \mathbf{266\ ladrillos/tonelada\ de\ MP}$$

Nos indica que por cada tonelada de materia prima que ingresa a la fábrica, se logra producir 266 unidades de ladrillos de tipo pandereta.

Productividad de mano de obra

Para el proceso de producción intervino un total de 40 operarios con 122 320 horas al año, se detalla en el anexo 4, para producir 6 671 451 unidades de ladrillos de tipo pandereta, para el cálculo de la productividad de mano de obra se tiene la relación del total de la producción y la cantidad de operarios.

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{6\ 671\ 451\ unidad\ ladrillos/año}{40\ operarios}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \mathbf{166\ 786\ unidad\ ladrillos/operarios\ año}$$

Este indicador detalla que cada operario produce 166 786 unidades de ladrillos al año del tipo pandereta.

Eficiencia física

Para el cálculo de la eficiencia física, se tiene un total de 16 717 toneladas de ladrillos como salida para la empresa en cuanto a las entradas de materia prima 22 416,07 toneladas.

$$Eficiencia\ física = \frac{16\ 717\ toneladas\ de\ ladrillos/año}{22\ 416,07\ toneladas\ de\ MP/año}$$

$$Eficiencia\ física = 0,745 \cong 74,5\%$$

Como interpretación, por cada tonelada de materia prima que ingresa al proceso, se utiliza eficientemente el 74,5% quedando un 25,5% como merma, se debe mejorar para disminuir este porcentaje.

Eficiencia económica

En 2019, la empresa en estudio logró vender un total de 5 970 478 unidades de ladrillo pandereta a un precio de S/ 0,38 por cada unidad, según datos de estados de resultados de la empresa, se gasta S/ 0,16 por producir cada ladrillo. Con lo cual tenemos el siguiente resultado.

$$Eficiencia\ económica = \frac{5\ 970\ 478\ ladrillos * S/ 0,38/ladrillo}{6\ 671\ 451\ ladrillos * S/0,16/ladrillo}$$

$$Eficiencia\ económica = \mathbf{2,13}$$

Esto nos indica que por cada 1 sol invertido se obtiene un beneficio de 1,13 soles lo cual es rentable el resultado

Capacidad

Como se dijo anteriormente el ritmo de producción de la empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L es de 12,4 t/h.

Capacidad proyectada

$$Número\ de\ horas\ de\ trabajo\ al\ mes = \frac{9\ horas}{día} * \frac{26\ días}{mes}$$

$$Número\ de\ horas\ de\ trabajo\ al\ mes = \mathbf{234\ horas/mes}$$

$$\therefore 234 \frac{h}{mes} * 12,4 \frac{t}{h} = \mathbf{2\ 912\ t/mes}$$

La empresa tiene como capacidad proyectada 234 horas al mes, produciendo 12,4 toneladas en cada hora, teniendo una producción total de 2 912 toneladas al mes.

Capacidad efectiva

En la tabla 2 se detalla los números veces que se malogró las máquinas y cantidad de horas que se demoró en reparar, esto debido a que la empresa realiza un mantenimiento correctivo, es decir, se espera que los equipos fallen para iniciar el mantenimiento, para nuestro estudio se tomó el tiempo promedio de las horas empleadas.

Tabla 2. Mantenimiento correctivo de las maquinas periodo 2019

Mes	Número de mantenimiento realizados a las máquinas	Tiempo empleado en mantenimiento (horas)
Enero	13	17
Febrero	18	20
Marzo	18	22
Abril	17	9
Junio	19	25
Julio	18	25
Agosto	16	19
Septiembre	18	22
Octubre	17	22
Noviembre	19	25
Diciembre	18	23
Total/Promedio	191	21

Fuente: Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L

Con las 21 horas promedio que se emplea por mes para mantenimiento, se calcula:

$$\begin{aligned} \text{Número de horas de trabajo} &= \left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{h}}{\text{días}} \right) - 21 \frac{\text{h}}{\text{mes}} \\ \text{Número de horas de trabajo} &= 213 \text{ horas/mes} \\ \therefore 213 \frac{\text{h}}{\text{mes}} * 12,4 \frac{\text{t}}{\text{h}} &= 2\,641,2 \text{ t/mes} \end{aligned}$$

Sea ha restado 21 horas menos ya que estas horas son empleadas para limpieza y mantenimiento de algunas máquinas por lo que quedaría 213 horas de trabajo al mes con una producción de 2 641,2 toneladas por mes.

Capacidad ociosa

Para este cálculo se ha considerado la diferencia entre la capacidad proyectada y la capacidad efectiva.

$$\text{Cacidad ociosa} = 2\,912 \frac{\text{t}}{\text{mes}} - 2\,641,2 \text{ t/mes}$$

$$\text{Cacidad ociosa} = 270,8 \text{ t/mes}$$

Utilización

Su nivel de utilización está dado por lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Utilización} &= \frac{2\,641,2 \text{ t/mes}}{2\,912 \text{ t/mes}} * 100 \\ \text{Utilización} &= 90\% \end{aligned}$$

En la tabla 3, se presenta de manera resumen la situación actual de empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L, que se ha calculado anteriormente.

Tabla 3. Resumen de indicadores actuales de la empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L

Indicadores actuales	Valor numérico
Producción para venta	89,5 %
Merma	10,5%
Ingresos no percibidos	S/ 266 369
Productividad de materia prima	266 ladrillos/tonelada de MP
Productividad de mano de obra	166 786 unidad ladrillos/operarios año
Eficiencia económica	S/ 2,13
Eficiencia física	74,5%
Capacidad ociosa de la planta	270,8 t/mes
Utilización	90%

Fuente: Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L

Identificación de problemas y causas

A través del diagrama de Ishikawa se identificó las principales causas que general los ingresos no percibidos en la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL, se siguió la metodología de las 6M. Las causas de mano de obra son por las actividades improductivas (74%), falta de adiestramiento y capacitación de operarios (anexo 24), variación de productividad de mano de obra (figura 2). En las causas por método se encontró ausencia de planificación (anexo 9) falta de comunicación entre áreas (anexo 24), mermas del 10,5% y tiempos no estandarizados. En cuanto a la maquinaria, fallas de máquinas (anexo 10). Finalmente, en las causas por materiales y medición, se evidenció ausencia de equipos para la medición de humedad de masa y desproporción en la medición de la materia prima respectivamente (Ver anexo 5).

Ingresos no percibidos durante el periodo 2019

En la tabla 4, se muestra los ingresos no percibidos por cada concepto.

Tabla 4. Total de ingresos no percibidos y pérdidas registradas en el proceso fabricación del ladrillo pandereta periodo 2019

Concepto	Monto Parcial/año	Total, de monto no percibidos
Pedidos atendidos con retrasos	S/ 74 184	
Merma	S/ 266 369	
Pérdidas por MO no utilizada durante paradas	S/ 5 572,56	S/ 346 125,56

Fuente: Elaboración propia

Para la elección de las metodologías de mejora de proceso se tomó como referencia la metodología utilizada por Vilar, Gómez y Tejero [14] en cual, se escogió mediante una matriz de ponderación y escala de medición, en la tabla 5, se muestra las herramientas de mejora de proceso, para las paradas de las máquinas se empleó mantenimiento preventivo, en las mermas se propuso la implementación de una balanza industrial, sensor de humedad y plan de capacitación al personal, en lo que respecta a los pedidos atendidos fuera de la fecha, se propuso las herramientas de estandarización de tiempos, balance de línea, plan agregado de producción y la realización del informe A3.

Tabla 5: Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación

Problema general	Sub problemas	Causas	Propuesta de solución	Logro	
Ingresos no percibidos	Paradas durante el proceso productivo	Falta de Mantenimiento planificado de máquinas.	Realizar un plan de mantenimiento preventivo	Reducir las paradas durante el proceso productivo	
	Merma	Falta de estandarización en la medición de la materia prima.	Medición de la materia prima mediante una balanza industrial	Reducir las mermas de mezclado y proporción de humedad	
		Desproporción en la medición de la humedad	Implementación de un sensor de humedad		
		Falta de estandarización en la productividad de mano de obra	Plan de capacitación del personal		
	Entrega de pedidos con retraso	Demoras en el proceso productivo		Estandarización del tiempo de proceso para reducir el tiempo lead time y Balance de línea.	Entregar los pedidos en la fecha pactada con el cliente
			Planificación empírica	Realizar un plan agregado de producción	
			Falta de adiestramiento del personal y conocimiento técnico del proceso productivo	Realizar un informe A3 Para involucrar al trabajador	

Fuente: Elaboración propia

Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

Problema 1: Paradas durante el proceso productivo

La empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL carece de un plan programado para el mantenimiento de sus máquinas debido a ello, registró 191 paradas durante el proceso productivo esto significó 229 horas perdidas (tabla 2), las máquinas principales que requirieron de mantenimiento con frecuencia fueron la extrusora con 46 veces de falla, amasadora con 44 fallas registradas, faja transportadora con 38 veces de falla, molino y cortadora con 35 y 29 fallas respectivamente. En el cálculo del OEE (Eficiencia general de los equipos) la extrusora cuenta con 75%, la cortadora arrojó un 68,5%, la máquina amasadora tuvo 68,98%, el molino un 68,39% y por último la faja transportadora arrojó un 68,39% todas se encuentran en un rango entre 65% y 75% lo que indica que tienen una calificación regular con baja competitividad [15]. En cuanto a las pérdidas económicas por este concepto, del total de 40 operarios solo 18 cuentas con sueldo fijo, de ellos, 8 operarios están directamente afectados por paradas durante el proceso productivo en las áreas de mezclado, tolva de recepción, amasado, laminado, corte, estiba de ladrillos crudos y transporte a pampa. Las horas de trabajo es en un solo turno de 9 horas y 26 días al mes, en el anexo 6 se especifica el sueldo de cada trabajador, con lo cual se obtuvo el costo de mano de obra por hora. En la tabla 2 se mostró las paradas por mes, el costo de mano obra por hora en la empresa en estudio es de S/ 44, 2 soles con ello se tiene el monto total de S/ 5 572,56 como monto perdido de mano de obra por paradas.

Propuesta de solución

- ✓ Realizar un plan de mantenimiento preventivo

Problema 2: Merma

Durante el periodo 2019, el total de mermas que se registró fue de 700 973 ladrillos, un 10,5% del total de la producción. Según Jessica Ydrogo [16] el límite máximo de las mermas en una ladrillera solo debe representar el 10% de la producción total, en este sentido la empresa se ha excedido 0,5%, en cuanto al monto no percibido por este concepto fue de S/ 266 369,74. Las causas por las que se ocasionaron la merma fueron:

Falta de estandarización en la medición de la materia prima

Las cantidades de materia prima son: 8 lamponadas (capacidad del cucharón de un cargador frontal) de tierra negra, 3 de tierra amarilla, una lamponada de tierra arenosa, chamota y galleta, 2,5 de caolín y arenilla. Sin embargo, se pudo evidenciar que las proporciones no eran uniformes ya que algunos cucharones son más grandes que otros.

En la etapa de amasado, donde se añade agua a la mezcla, no hay un control, la masa mezclada sale al área de laminado con una textura dura o de manera contraria, a veces sale muy húmeda, de esta forma ocasiona que en el ladrillo se forme grietas y sufra fracturas antes de terminar su proceso.

Falta de control del proceso

En el área de amasado, el operario desconoce del proceso añadiendo la masa una proporción de humedad de manera empírica. En las áreas de laminado y secado requieren de inspector, la empresa no cuenta con ello por lo que los operarios trabajan sin control ocasionado un ritmo de producción lento, en este sentido, los ladrillos tienden a salir defectuosos.

Falta de estandarización en la productividad de mano de obra

La empresa Mochica Ladrillo y Agregados E.I.R.L. cuenta con 40 operarios en el área de producción, con un solo turno de trabajo de 9 horas, al mes opera 26 días. La mano de obra no es calificada, muchos de ellos no cuentan con equipos de protección personal. Además, la comunicación entre áreas es deficiente ya que no coordinan las distintas actividades del proceso (anexo 24). En la figura 2 se evidencia la variación de la productividad, por ejemplo, en el mes de julio se tuvo una productividad esperada de 88 paquetes de ladrillos/ operario, sin embargo, fue de 71 paquetes de ladrillos/ operario con diferencia de 17 paquetes.

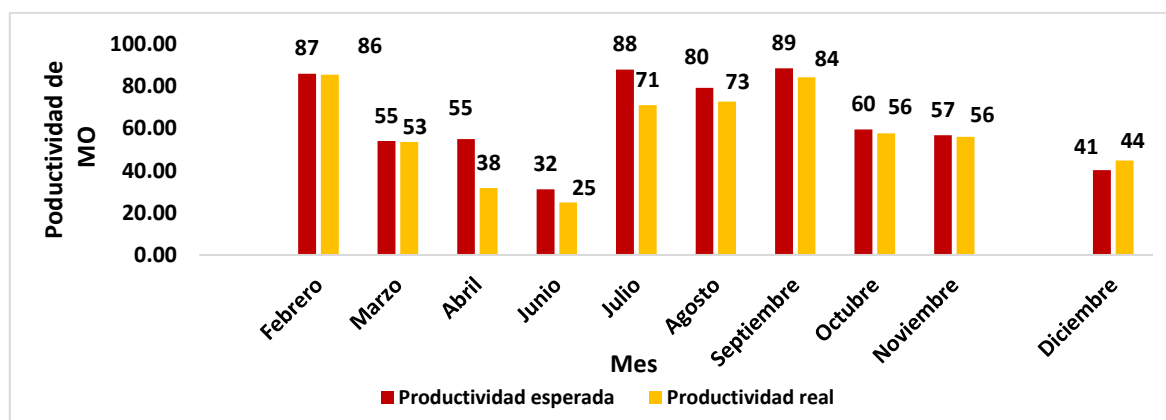


Figura 2: Productividad real y esperada de mano de obra por mes.

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.L

Propuesta de solución

- ✓ Medición de la materia prima mediante una balanza industrial
- ✓ Implementación de un sensor de humedad
- ✓ Plan de capacitación del personal

Problema N°3: Entrega de pedidos con retraso

Los pedidos totales que la empresa registró en el periodo anual 2019 fue de 6 023 425 unidades de ladrillos tipo pandereta de los cuales se entregó a tiempo 5 452 278 ladrillos, es decir, 570 643 ladrillos fueron entregados fuera de la fecha con 129 días de retraso, ocasionado ingresos no percibidos de S/ 74 182. Cabe precisar que el precio de venta después del retraso ya no es igual, siendo S/ 0,25 dejándose de percibir S/ 0,13 por cada ladrillo. (Ver anexo 9). Las causas por las que se ocasionaron la entrega de los pedidos con retraso fueron:

Demora en el proceso productivo por la existencia de actividades improductivas

En la figura 1 del diagrama de operaciones del proceso se identificó 74% de las actividades son improductivas, debido a que el secado es natural, existe una desproporción de la carga de trabajo entre los operarios.

Falta de capacitación al personal operativo y de conocimientos técnicos sobre el proceso productivo.

En la encuesta realizado al personal operativo (anexo 23), se mostró que los operarios de producción desconocen de las políticas de producción de la empresa, así como del proceso de producción del ladrillo.

Planificación empírica

Se evidenció un total de 570 643 unidades ladrillos como entregados fuera de la fecha pactada del total de pedidos 6 023 425 ladrillos de tipo pandereta, debido a que no existe una planificación de la producción, así mismo el personal operativo no conocen cuando deben de producir diariamente.

Propuesta de solución

- ✓ Estandarización del tiempo de proceso para reducir el tiempo de entrega
- ✓ Balance de línea
- ✓ Realizar un plan agregado de producción
- ✓ Realizar un informe A3 para involucrar al trabajador

Desarrollo de la propuesta

Mejora 1: Plan de mantenimiento preventivo

En 2010, Botero, Cañón y Olarte [17] señalan que es de suma importancia que en una compañía debe establecer un plan o programa de mantenimiento para alcanzar niveles altos de calidad sobre todo dentro de un proceso industrial en la que las máquinas tienen varios años de uso. La empresa Mochica Ladrillos y Agregados E.I.R.L, para el mantenimiento de sus máquinas y equipos de producción emplea el método correctivo, para lo cual, se encargan 5 operarios y un jefe de mantenimiento, el nivel de formación es básico basada en la experiencia adquirida por el tiempo, por lo que se carece de estandarización de los tiempos en mantenimiento provocando un desorden durante el proceso productivo. En el anexo 10 se especifica las fallas de las maquinas producidas durante el periodo 2019, la cantidad de veces ocurridas y tiempo total empleado para su el mantenimiento correctivo.

En la tabla 6 se tiene los componentes que se empleó para el mantenimiento de las máquinas, así como la cantidad de los elementos a adquirir y el costo total que tuvo que asumir la empresa durante en año 2019.

Tabla 6. Costos de adquisición de requerimientos

Componentes a adquirir	Cantidad a adquirir	Costo por unidad (S/)	Costo total (S/)
Rodajes para molinos de martillo	12	380	4 560
Hilo de cortadora de ladrillo	14	2,5	35
Frenos de cortadora	5	180	9 00
Frenos de molde	6	180	1 080
Paletas de amasado	18	120	2 160
Engranaje de molde	12	20	240
Zapatas de cortadora	10	30	300
Sensores para fajas de transporte de ladrillo fresco	6	75	450
Guarderas de faja	11	48	528
Aceite	15	25	375
TOTAL	103		10 628

Fuente: Mochica Ladrillos y Agregados E.I.R.L.

Las 191 paradas registradas de las máquinas generaron S/ 9 967,5 en cuanto a los gastos por mano de obra de los 6 operarios que cuenta la empresa en el área de mantenimiento. En general, Mochica Ladrillos y Agregados E.I.R.L asumió en el año 2019 por concepto de mantenimiento correctivo el monto total de S/ 20 595,5

Para el desarrollo del mantenimiento preventivo hay que tener claro que objetivo es prevenir la conservación de equipos mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo contiene una serie de acciones necesarias con el propósito de alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir las pausas innecesarias en las actividades laborales. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajos en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia [18].

En base al análisis realizado anteriormente, se procedió a calcular los tiempos medios de las fallas de cada componente de las máquinas de la empresa Mochica Ladrillo y Agregados EIRL, a través de la siguiente fórmula.

$$\text{T tiempo medio entre fallas (MTTF)} = \frac{\text{T tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de fallas}}$$

Motor

$$\text{T tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * \frac{9 \text{horas}}{\text{día}}}{17 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{T tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{17 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{T tiempo medio entre fallas} = 165,2 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong \mathbf{18,35 \frac{\text{dias}}{\text{falla}}}$$

Rodajes

$$\text{T tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * \frac{9 \text{horas}}{\text{día}}}{20 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{20 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 140,4 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong \mathbf{15,6 \frac{\text{días}}{\text{falla}}}$$

Hilo de cortadora

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{9 \text{horas}}{\text{día}}}{8 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{8 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 351 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong \mathbf{39 \frac{\text{días}}{\text{falla}}}$$

Frenos

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{9 \text{horas}}{\text{día}}}{4 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{4 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 702 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong \mathbf{78 \frac{\text{días}}{\text{falla}}}$$

Zapatras

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{9 \text{horas}}{\text{día}}}{7 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{7 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 401,1 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong \mathbf{44,57 \frac{\text{días}}{\text{falla}}}$$

Paleta de amasado

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{9 \text{horas}}{\text{día}}}{15 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{15 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 187,2 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong 20,8 \frac{\text{dias}}{\text{falla}}$$

Frenos

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{10 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{10 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 280,8 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong 31,2 \frac{\text{dias}}{\text{falla}}$$

Engranaje

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{8 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{8 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 351 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong 39 \frac{\text{dias}}{\text{falla}}$$

Sensores

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{3 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{3 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 936 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong 104 \frac{\text{dias}}{\text{falla}}$$

Guarderas

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} * 26 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{2808 \frac{\text{horas}}{\text{año}}}{5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}}$$

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = 561,6 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \cong 62,4 \frac{\text{dias}}{\text{falla}}$$

Habiendo ya calculado los tiempos medios entre fallas de las máquinas, se propuso el plan de mantenimiento preventivo que se puede observar en el anexo 11 en un diagrama de Gantt, ahí se muestra el cronograma de mantenimiento para todo el año, con ello se logra prevenir las fallas, se trabajará de una manera continua y eficaz.

Para el cálculo de los costos de mano obra anual con el plan de mantenimiento propuesto, la empresa Mochica Ladrillos y Agregados cuenta con 6 operarios en el área de mantenimiento a los cuales se le remunera S/10,5 por hora a cada operario, con ello, se obtuvo un costo total de S/ 5 222,7. Para los elementos del mantenimiento preventivo se tendrá un costo de S/ 9 685 (Ver anexo 12 y 13)

Mejora 2: Gestión de compra e implementación de una balanza industrial para el pesado de la materia prima y sensor de humedad para el proceso de amasado.

Balanza industrial

La empresa Mochica ladrillos y Agregados EIRL tiene establecido como proporción de materia prima para la producción del ladrillo de tipo pandereta, 42 % de tierra negra, 16 % de tierra amarilla 5% de tierra arenosa 13% de arenilla, 14% para caolín y 10% de galleta y chamota. Para la producción diaria de 112 toneladas se requiere de 74,04 toneladas de tierra negra, 17,92 toneladas de tierra amarilla, para la tierra arenosa se requiere de 5,6 toneladas y para la arenilla, caolín y galleta se requieren de 14,56, 15,68 y 11,2 toneladas respectivamente. El problema radica en que no se respeta esa proporción, el operario encargado de llevar a cabo la mezcla de materia prima con dichas proporciones, la medición lo hace de manera intuitiva debido a que no existo un dispositivo o equipo que pese las cantidades correctas, de esta manera en las siguientes etapas del proceso genera mermas teniendo como producto final ladrillos defectuosos. Por ello, se ha propuesto implantar una balanza industrial.

Para la elección de la balanza industrial, se evaluó la cotización de tres proveedores a través de la matriz de enfrentamiento con factores como capacidad, precio, tipo de material y consumo de energía, este último es de suma importancia conocer ya que influye en los costos directos de la empresa. Se evaluó tres empresas, Matteler con el modelo de balanza VTC221, Mafitl con el modelo PC290 y Sipel ganó con su modelo balanza ZSFY con calificación de 3,3077, los factores que sobre salen la capacidad de la máquina, el precio accesible y la garantía

En el anexo 14 se tiene las especificaciones técnicas de la balanza seleccionada, el cual, su costo es de S/ 25 000 más S/ 5 000 para servicios de instalación, cabe precisar que este precio no incluye IGV, lo más importante es que el proveedor se encarga del transporte hasta la misma empresa.

Sensor de humedad

En el proceso de amasado de la mezcla, el operario en base a su experiencia, añade agua a la mezcla intuitivamente, en el anexo 24 en la encuesta que se aplicó a los operarios se evidencia claramente que el colaborador encargado del control del amasado no conoce del porcentaje de humedad que debe tener la mezcla, este accionar ha llevado a que se genere mermas en la siguiente etapa de formado y extrusión del ladrillo. Es preciso mencionar que, según Domenech [19] la humedad de la masa para el formado de ladrillo crudo, el porcentaje debe variar entre

14% y 20% para evitar deformaciones, es por ello que se propuso la implementación de un sensor de humedad con finalidad controlar dicho indicador. Al igual que la balanza industrial, se evaluó a cotizaciones de tres proveedores, para lo cual se consideró una matriz de ponderación y calificación. Se evaluó a los 3 proveedores: la empresa PCE Inst. con el modelo de sensor PCE-P18, Belimo con el modelo 22UTH-13 y, por último, SPARKFUN quien ganó con su modelo de sensor de humedad SEN -10167 con una calificación total de 3,143, los factores que sobresalen es la precisión con que cuenta la herramienta, el precio accesible y la garantía. En el anexo 15 se detalla las especificaciones técnicas del sensor de humedad, en el cual su costo es de \$ 1 800, además el proveedor se encarga del transporte hasta la misma empresa.

Mejora 3: Plan de capacitación del personal de área de producción de la empresa Mochica Ladrillo y Agregados EIRL

Una de las causas de que se produzca mermas en proceso, es debido a que los colaboradores no están capacitados sobre su función en cada área, en las visitas realizadas a la empresa, así como el resultado de la encuesta ejecutada al personal directo de la producción (anexo 24) se evidenció que no existe comunicación entre las áreas, es decir, cada operario busca cumplir su jornada laboral y retirarse de la empresa. Además, desconocen sobre la política de venta a pedido, cuanto deben producir diario para cumplir con la demanda, en la figura 2 se evidencia la desproporción de la productividad entre lo esperado y lo real ocasionando una diferencia de productividad de mano de obra muy evidente. En 2009 Heizer [20] indica que, los colaboradores deben estar comprometidos con la organización con el logro de sus objetivos, en el ambiente de trabajo debe primar la comunicación, por otra parte, el empleador debe capacitar constantemente a sus colaboradores. Es por ello por lo que, se propuso la implementación de un plan de capacitación para los colaboradores, 5 temas que estén involucrados las deficiencias y aquellos aspectos que se necesiten repotenciar. Los temas propuestos son: conocer las políticas, alcances y objetivos de la organización que deberá de dictar una vez al año, el segundo tema abarca conocer el proceso productivo del ladrillo ya que se ha evidenciado que existe deficiencias sobre todo en las etapas del mezclado de la materia prima y amasado de la mezcla, además este segundo tema de capacitación debe incluir el llenado correcto de las fichas de registro, este tema deberá de dictarse 5 veces al año. El tercer tema, importancia y beneficios que conlleva eliminar las mermas del proceso productivo, debido a que representa el 10,5% del total de la producción y cuan beneficioso sería eliminar ya que se estaría percibiendo los S/ 266 369, deberá de dictarse 3 veces al año. Manejo adecuado de las maquinarias y equipos de producción, es el cuarto tema a dictarse con lo cual, se estará capacitando para el buen cumplimiento del plan de mantenimiento propuesto. Finalmente, el tema de Seguridad y Salud en el trabajo, así como la importancia del uso de los EPPs, este tema se deberá de dictarse 4 veces al año.

En cada sesión que se aplique el plan de capacitaciones de acuerdo a cada uno de los 5 temas propuestos, deberá de cumplirse las competencias después de que los colaboradores de producción hallan recibido la capacitación, así como a quienes específicamente está dirigida la charla según el tema, los temas puntuales que se deberán abordar para cumplir las competencias propuestas, el responsable de dictar la charla será el jefe de producción de la empresa y por último, el presupuesto que se deberá asignarse para que se ejecute dicho plan. Se elaboró un cronograma de plan de capacitaciones para el periodo de un año (ver anexo 16), el monto total que la empresa deberá de asumir es de S/2 600.

Propuesta de mejora 4: estandarización de tiempo manuales y balance de línea del proceso productivo del ladrillo tipo pandereta.

Estandarización de tiempos

En 2003, Hay [21], indica que, para que sea óptimo los tiempos del proceso dentro de una industria manufacturera, es necesario equilibrar las actividades del proceso productivo, su objetivo principal es reducir el tiempo ciclo para que el flujo de producción sea más rápido, los tiempos manuales deberán de ser estandarizados. La empresa Mochica ladrillos y Agregados EIRL tiene un alto porcentaje de actividades improductivas, 74% tal como se puede evidenciar en la figura 1 diagrama de análisis de operaciones, este problema ocasiona que el proceso productivo sea lento y los pedidos no se logra producir en la fecha indicada, para ello, se propuso estandarizar los tiempos del proceso que involucre la mano de obra. Para los operarios del área de mezcla, amasado, armado de paquetes y almacén, para la calificación de cada uno de ellos, se empleó la tabla de calificación de Westinghouse, en el cual se obtuvo tiempo normal de operaciones, luego se multiplicó el tiempo normal por el producto de la unidad más el valor del suplemento, para este último indicador, se tomó de la tabla internacional de valoración de suplementos para este tipo de industrias. La Organización internacional del trabajo (OIT) asigna un valor para cada condición de trabajo tales como la iluminación, ruido, tensión mental, acciones repetitivas, entre otros. En la tabla 7 se obtuvo los tiempos estándares para cada operación mediante la siguiente fórmula.

$$Te = (TP * FC) * (1 + ST)$$

Te: Tiempo estándar

TP: Tiempo promedio

FC: Factor de calificación

ST: Suplemento de tolerancia

Tabla 7. Tiempo estándar para el proceso del ladrillo pandereta

Descripción	Tiempo promedio (min)	Calificación	Tiempo normal (min)	Valoración de suplemento	Tiempo estándar (Te) (min)/40 millares
Preparación de la mezcla	40,4	0,49	19,8	11%	22,00
Llenado de mezcla al volquete	8,2	0,85	7,0	12%	7,84
Llenado de tolva	4,4	1,09	4,8	9%	5,25
Amasado de la mezcla	72,6	0,70	50,8	11%	56,44
Transporte manual hacia la cortadora	58,0	1,04	60,3	12%	67,58
Corte de ladrillo	58	0,58	33,7	10%	37,02
Colocación de ladrillos en coches	167,7	0,50	83,9	12%	93,91
transporte de ladrillos hacia la pampa para secado	280,9	0,40	112,3	12%	125,82

Descargar ladrillos en pampa	275,6	0,40	110,2	11%	122,37
Armado manual de paquetes	169,7	0,68	115,4	20%	138,44
Transporte de ladrillos hacia el horno	20,4	0,80	16,4	11%	18,15
Transporte hacia almacén	18,3	0,70	12,8	12%	14,33

Fuente: Elaboración propia

Balance de línea

En 2014, Torres, Pérez y Bermúdez [22], detallan que para la productividad de los trabajadores sea eficiente, el flujo de trabajo se debe distribuir equitativamente de tal manera que la carga de trabajo no sea un obstáculo en el proceso manufacturero. La empresa en estudio tiene un total de 40 trabajadores dentro del proceso productivo, como se mencionó anteriormente, la carga de trabajo no es uniforme. En 2014, Neira y Ruiz [23] indican que, para igualar la carga de trabajo se realiza un balance de línea. Es por ello que se propuso realizar un balance de línea dentro del proceso de producción del ladrillo tipo pandereta, con la finalidad de asignar de manera equitativa la carga de trabajo en cada estación requerido con la siguiente formula, se obtuvo 7 estaciones de trabajo.

$$\text{Numero de estaciones} = \frac{\sum \text{tiempos estándares de cada actividad}}{\text{Tiempo ciclo}}$$

En la figura 3 se tiene una distribución grafica de las estaciones, esto con la finalidad de poder visualizar las relaciones entre actividades, es decir, la relación secuencial que se realiza para la producción del ladrillo tipo pandereta.

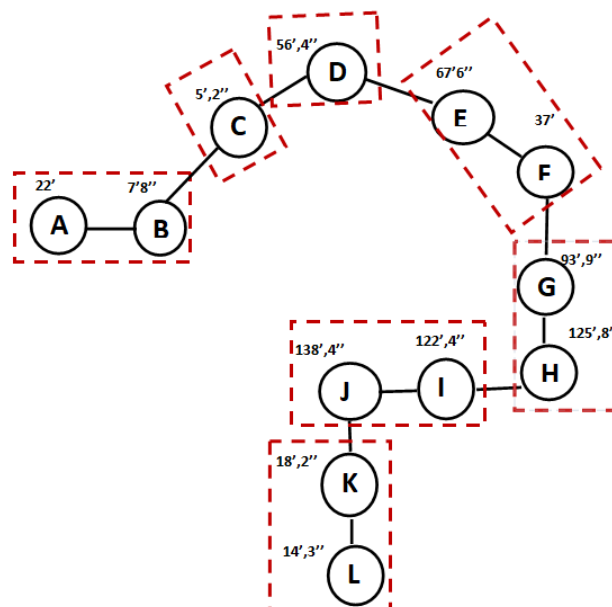


Figura 3. Distribución de estaciones de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

La estandarización de tiempo permite saber el tiempo óptimo de producción, también se debe tener en cuenta la cantidad de producción que puede lograr en cada estación de trabajo con los operarios requeridos. La carga de trabajo se ha distribuido uniformemente, en la

estación 1 que comprende las actividades de preparación de mezcla y llenado de volquete, la estación 2 y 3 está dada por las actividades de llenado de tolva y amasado de mezcla respectivamente, la estación 4 abarca las actividades de transporte manual hacia cortadora y corte de ladrillo, la estación 5 está dada con las actividades de colocación de ladrillos en coches y transporte de ladrillos hacia la pampa de secado, en la estación 6 donde intervienen mayor cantidad de mano de obra que están encargados de las actividades de descarga de ladrillo en pampa y armado de paquetes de ladrillos, finalmente, la estación 7 está comprendido las actividades de transporte de ladrillos hacia horno y luego hacia el almacén con esta actividad lo hará un solo operario. En sentido, se determinó la cantidad máxima de ladrillos que cada trabajador debería producir. El tiempo de producción de la empresa Ladrillos Mochica y Agregados EIRL es de 6 días a la semana de domingo a viernes, un solo turno de 9 horas y 26 días al mes. Para el cálculo de la capacidad de producción se empleó la siguiente ecuación.

$$CP = \frac{1}{Te} * Tdp$$

CP: Capacidad de producción

Te: Tiempo estándar

Tdp: Tiempo de producción diaria

Luego de haber hecho cada una de las estaciones de trabajo con distribución uniforme para cada trabajo mediante el balanceo de líneas, es posible calcular con mayores detalles el número de operadores necesarios para cada estación de trabajo. Para determinar el número de trabajadores para estación se utilizó los siguientes parámetros.

Producción por hora

$$\text{Producción por hora} = \frac{1 \text{ hora}}{\text{Tiempo estandar}}$$

Producción por día

$$\text{Producción por día} = \frac{9 \text{ horas}}{\text{Tiempo estandar}}$$

Horas hombre

$$\text{Horas hombre} = \frac{\text{Producción requerida}}{\text{Produccion por hora}}$$

Operarios requeridos

$$\text{Operarios requeridos} = \frac{\text{Horas hombre}}{9 \text{ horas}}$$

En la siguiente tabla, se muestra los resultados de los indicadores de la capacidad de producción, así como el número de operarios necesarios en cada estación de trabajo.

Tabla 8. Número de operarios por estación

Estación	Actividad	Tiempo estándar (min)	Producción/hora	Producción t/día	Horas requeridas/hombre	Número de operarios
Estación 1	A	22,0	2,01	36	44,41	2
	B	7,8				
Estación 2	C	5,2	11,43	167	7,81	1
Estación 3	D	56,4	1,06	15	5,95	1
Estación 4	E	67,6	0,57	9	9,92	4
	F	37,0				
Estación 5	G	93,9	0,27	5	17,86	4
	H	125,8				
Estación 6	I	122,4	0,23	4	22,32	18
	J	138,4				
Estación 7	K	18,2	1,85	31	2,88	1
	L	14,3				
Total de horas requeridas por hombre						111,16
Tiempo de producción por día (hora)						9
Producción requerida por día (t)						112
Total de operarios requeridos						31

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora 5: Elaboración de un plan agregado de producción para el tipo de ladrillo pandereta.

En 2008, Del Solar, Chacón y Ponce [24] indican que es muy habitual que en pequeñas empresas no exista un programa de producción, por lo cual, es necesario que profesional de la rama aplique un plan agregado de producción (PAP) con la finalidad de evitar inconvenientes con la entrega del producto al cliente en la fecha pactada en caso de que la producción sea a pedido. La empresa Mochica ladrillos y Agregados E.I.R.L en el año 2019 tuvo un total de 570 643 ladrillos que se entregaron fuera de la fecha pactada generando S/ 74 182 como ingreso no percibido (anexo 9). Con la finalidad de que la empresa tenga una planificación programada, se realizó un plan agregado de producción, para ello, se proyectó la demanda para el año 2021, la compañía en estudio tiene una producción promedio de 4000 unidades de ladrillo con una fuerza laboral de 10 operarios en el área de quemado, área que es el cuello de botella, la empresa vende todo lo que produce, por ello no tiene un stock de seguridad, su producción promedio por hora está dada entre la producción promedio por operario y las horas totales por turno de producción arrojando 444 unidades de ladrillo por hora, además, se tiene los costos de contratar y despedir personal S/ 130 y S/ 30 soles respectivamente, el costo de almacenar es de S/ 50 por día, finalmente el costo de horas extras es de S/ 25, cabe señalar que las horas de trabajo es de 9 horas al día en un solo turno. En base a ello, se calculó el plan agregado de producción por los tres métodos para el año 2021.

Se realizó el plan agregado de producción por los métodos de nivelación con horas extras, persecución o caza y el método mixto (Ver anexos 18, 19 y 20). En la tabla 9 se tiene los costos totales que generará la implementación de cada método, para el beneficio de todas las partes interesadas de la empresa, se escoge el menor costo, el método de persecución o caza con un costo total de S/ 109 140

Tabla 9. Costos totales por cada método

Concepto	Método de nivelación con horas extras	Método de persecución o caza	Método mixto
Costo por operarios contratados (S/)	0,00	0,00	390,00
Costo por operarios despedidos (S/)	60,00	60,00	180,00
Costo de mano de obra (S/)	109 080,00	109 080,00	106 605,00
Costo por subcontratar (S/)	0	0	0
Costo por almacenamiento	106 973,03	0,00	100 365,83
Costo de horas extras (S/)	325,00	0	0,00
Total (S/)	216 438,03	109 140,00	207 540,83

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora 6: Elaboración de un informe A3

Con la finalidad de involucrar a los colaboradores de la empresa, se elaboró un informe A3 con esta metodología se pretende reducir los pedidos no atendidos, esta herramienta de Lean Manufacturing desarrollada por Toyota tiene los pasos del ciclo de mejora continua (PHVA) [25]. En el anexo 21 se muestra gráficamente el informe A3.

Nuevos indicadores

Después de realizar las diferentes mejoras en la empresa, se calculó los nuevos indicadores. Cabe precisar que el porcentaje de mermas disminuirá en un 7,67%, es decir de 10,5% a 2,83% de acuerdo Quiteño [9] y Toledo [8] se tomó como promedio la disminución de la merma. Con ello se tiene la siguiente tabla con la producción para venta y la cantidad de merma por mes.

Tabla 10. Nuevo indicador de merma de Ladrillos pandereta

Mes	Producción (unidades)	Merma (unidades)	Producción para venta	% de merma
Enero	473 960	13 413	460 547	2,83%
Febrero	426 979	12 084	414 895	2,83%
Marzo	564 062	15 963	548 099	2,83%
Abril	577 375	16 340	561 035	2,83%
Junio	327 062	9 256	317 806	2,83%
Julio	918 519	25 994	892 525	2,83%
Agosto	842 105	23 832	818 273	2,83%
Septiembre	882 489	24 974	857 515	2,83%
Octubre	604 434	17 105	587 328	2,83%
Noviembre	586 036	16 585	569 451	2,83%
Diciembre	468 430	13 257	455 174	2,83%
TOTAL	6 671 451	188 802	6 482 649	2,83%

Fuente: Elaboración propia

Con la mejora de los tiempos estandarizados y balance de línea, en la siguiente figura 4 se tiene el diagrama de operaciones con la mejora propuesta, en el diagnóstico se tenía 6 658,1 minutos para el proceso del ladrillo pandereta, se logró reducir a 2 527,4 minutos, es decir, mejoró 62% en cuanto optimización de tiempos. Los tiempos productivos mejoró a 55% de 26 % que se obtuvo en el diagnóstico de la empresa, así mismo los tiempos improductivos se redujo a 45% de 74%.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS PARA LA ELABORACION DEL LADRILLO TIPO PANDERETA							
Empresa: Ladrillos Mochica y Agregados EIRL	Fecha: 22/09/2020	Actividad	Operación	Transporte	Demora	Total	
Área: Producción	Situación: mejorada	Símbolo	○	⇒	D		
Cantidad: 89 toneladas	Diagrama N.º: 01/01	Total (min)	1402,11	390,30	735	2527,41	
Elaborado por: Jose Manayay Sanchez							
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo				
			⇒	○	D	□	▽
Preparación de la mezcla con cargador frontal		22,0		X			
Llenado de mezcla al volquete		7,8		X			
Transporte de MP hacia tolva de recepción	200	4,4	X				
Llenado de tolva		5,3		X			
Trituración		62,6		X			
Transporte hacia la zaranda	1,5	60,0	X				
Zarandeo		71,4		X			
Transporte hacia amasado	1	50,0	X				
Amasado de la mezcla		56,4		X			
Transporte hacia extrusora por faja	1	50,0	X				
Formado de ladrillo		64,9		X			
Transporte hacia la cortadora	1,3	67,6	X				
Corte de ladrillo		37,0		X			
Colocación de ladrillos en coches		93,9		X			
Transporte de ladrillos hacia la pampa para secado	150	125,8	X				
Descargar ladrillos en pampa		122,4		X			
Secado de ladrillos		720,0			X		
Armado manual de paquetes		138,4		X			
Transporte de ladrillos hacia el horno	100	18,2	X				
Cocción de ladrillo		720,0		X			
Enfriado		15,0			X		
Transporte hacia almacén	100	14,3	X				
Almacenamiento	-	-					X

Figura 4. Diagrama de operaciones con la mejora propuesta

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se tiene los nuevos indicadores obtenidos en base a la mejora de proceso propuesto, se compara con los indicadores obtenidos en el diagnóstico de la empresa en estudio, en líneas generales, todos los indicadores mejoraran con la posible ejecución de la propuesta, de esta manera, en la rentabilidad habrá una posible mejora.

Tabla 11. Tabla resumen con los indicadores antes y después de la propuesta de mejora

Concepto	Indicadores antes de la mejora		Indicadores con la mejora		% de variación
Producción para venta	89%		97%		8,99%
Merma	10,50%		2,83%		73,05%
Productividad de materia prima	266	Ladrillos/ tonelada de MP	288	Ladrillos/ tonelada de MP	8,27%
Productividad de mano de obra	166 786	Unidades ladrillos/operarios año	180 310	Unidades ladrillos/operarios año	8,11%
Eficiencia económica (S/)	2,13		2,3		7,98%
Eficiencia física	74,50%		81%		8,72%
Utilización	90%		98%		8,89%
Pedidos con retraso (S/)	74 184		66 765,60		10%
Merma (S/)	266 369		188 056,54		29%
Perdida de MO no utilizado (S/)	5 572,56		0		100%
Tiempos productivos	26%		55%		111,5%
Tiempos improductivos	74%		45%		39,19%

Fuente: Elaboración propia

Cálculo y Análisis económico financiero

Las mejoras propuestas en el proceso productivo tendrán un costo total de S/ 57 202,70 soles que comprende los costos de mantenimiento preventivo (S/ 18 158,70), compra de balanza industrial (S/ 30 000,00), sensor de humedad (S/ 6 444,00) y plan de capacitación (S/ 2 600,00). Cabe señalar que como inversión fija son los montos por concepto de compra de balanza industrial y el sensor de humedad, es decir, S/ 36 444,00 el resto de los costos serán considerados como egresos en la parte operativa.

Los beneficios por la reducción de los costos luego de la mejora son: Por concepto de mermas, la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL dejó de percibir S/ 266 369 tal como se detalló en el capítulo 1 del diagnóstico del proceso producto de la empresa, con las mejoras implantadas en capítulo 2 se redujo en un 70,6% según los antecedentes Quiteño [9] y Toledo [8], entonces se recupera el 70,6% del dinero no percibido, es decir la empresa tendrá un ingreso por este concepto de S/ 188 056,514

La empresa tuvo un total de 570 643 unidades de ladrillos que se entregaron fuera de la fecha pactada con el cliente, representado un ingreso no percibido de S/ 74 184, con las mejoras implementadas tales como plan agregado de producción, balance de línea y otros desarrollados anteriormente, se pretende reducir a un 90% de acuerdo con Toledo y Chavira [8]. Con lo cual, se tendrá un ingreso de S/ 66 765,6

Los 8 operarios que tienen contacto directo con las maquinas, estuvieron inactivos 127 horas en año 2019 debido a las paradas que tuvieron las maquinas generando como monto no percibido por la mano de obra no utilizada de S/ 5 572,56. Con el plan de mantenimiento preventivo se redujo en su totalidad concibiéndose este monto como un ingreso más para la empresa, tal como sucedió en la investigación de Vilarinho, López y Oliveira [10], además, se deberá de añadir a los ingresos el monto de S/ 5 405,30 por concepto de reducción de costos por mantenimiento.

En resumen, la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL tendrá un ingreso anual de S/ 265 800,00

Para el cálculo del beneficio costo de la propuesta, se calculó el flujo de caja (ver anexo 22), de modo que, se tiene el siguiente indicador: S/ 2,71 el cual nos indica que por cada 1 sol invertido se obtiene un beneficio de 1,71 soles. Siendo un resultado muy alentador, de esta manera la propuesta es viable económicamente.

Discusiones

En esta parte, analizamos los resultados obtenidos de las mejoras de proceso propuesto con los resultados de los estudios realizados de diversos antecedentes. Con la primera propuesta realizada de mantenimiento preventivo, se logró reducir al 100% de las paradas no programadas, es decir, se eliminó las 191 paradas registradas en el año 2019, según Vilarinho, López y Oliveira [10] en su investigación, con la aplicación del mantenimiento preventivo logró reducir el 100% de las paradas. De esta manera, los ingresos no percibidos por concepto de la mano de obra no utilizada se reducen en su totalidad (S/ 5 572,56).

Con respecto a las mermas, en el diagnóstico de la empresa se evidenció que el 10,5% de producción es merma, con la aplicación de la mejora como la implementación de la balanza industrial, sensor de humedad y un plan de capacitación, se logró reducir el 70,6% de los ladrillos defectuosos, es decir del 10,5% se redujo al 2,83%, según Chavira y Toledo [8] en su investigación lograron reducir al 100% los productos defectuosos y Quiteño [9] por su parte con la aplicación de su mejora, logró reducir hasta un 6,5% de las mermas. De esta manera, se reduce hasta 70,6% los ingresos no percibidos, es decir la empresa tendrá un ingreso por este concepto S/ 188 056,514.

Para los pedidos con retraso 570 643 ladrillos contabilizados, se propuso realizar estandarización de los tiempos de los procesos, balance de línea, plan agregado de producción y la elaboración de la herramienta Información A3, con ello, se logró reducir el 90% de los pedidos con retraso. Chavira y Alvarado [8] en su investigación para reducir los pedidos no atendidos, con la aplicación de su mejora, logró aumentar la eficiencia en cuanto a la entrega de los pedidos de 80,32% hasta 92%. De esta manera, con la reducción del 90% de los ingresos no percibidos por este concepto, la empresa tendrá un ingreso de S/ 66 765,6.

Finalmente, se logró reducir los ingresos no percibidos en 77%, con ello, se tendrá un ingreso de S/ 265 800 soles para la empresa.

Conclusiones

Se logró mejorar el proceso productivo de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL con la propuesta de mejora dada en esta investigación, se redujo en un 77% los ingresos no percibidos es decir de S/ 346 125,56 se disminuyó a S/ 80 325,56.

En el diagnóstico del proceso productivo de la empresa, se identificó las principales causas que ocasionan los ingresos no percibidos, las mermas o ladrillos defectuosos que se obtienen en el área de secado y almacén representó el 77% (S/ 266 369) de los ingresos no percibidos debido a que la empresa mantiene un inadecuado mantenimiento de sus máquinas, déficit en la capacitación de su personal, falta de estandarización en la medición de la materia prima y una desproporción en la medición de la humedad de la masa del ladrillo, la cantidad total de las mermas que representó estos ingresos no percibidos fue de 700 973 ladrillos defectuosos. El 21% (S/ 74 184) de los ingresos no percibidos fue de los pedidos entregados fuera de la fecha por problemas como demoras en el proceso productivo, distribución de carga de trabajo no uniforme, planificación empírica de producción y la falta de adiestramiento del personal de producción. Finalmente, el 2% (S/ 5 572,56) estuvo representado por la mano de obra no utilizada durante las paradas.

Se planteó mejoras con el propósito de disminuir los ingresos no percibidos de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL, para las paradas de las maquinas, se propuso un plan de mantenimiento preventivo reduciéndose el 100% de las paradas del mismo modo la mano de obra no utilizada por este concepto. En cuanto a las mermas se propuso la implementación de una balanza industrial y un sensor de humedad, así como un plan de capacitación del personal, con ello se logró reducir del 10,5% de mermas al 2,83%. Para las entregas fuera de fecha de los pedidos se propuso estandarizar los tiempos de producción, distribución uniforme de la carga de trabajo a través de un balance de línea, un plan agregado de producción y la elaboración de un informe A3 para involucrar a los trabajadores cumplir al 90% de los pedidos.

Con las mejoras realizadas, se obtiene un beneficio costo de S/ 2,71. Por consiguiente, la propuesta es viable económicamente.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios sobre mantenimiento preventivo de las máquinas basado en la confiabilidad a detalle y un posterior mantenimiento productivo total de la empresa.

Se recomienda realizar un estudio ergonómico para los colaboradores de la empresa y un estudio de seguridad integral para reducir incidentes y accidentes durante el proceso productivo.

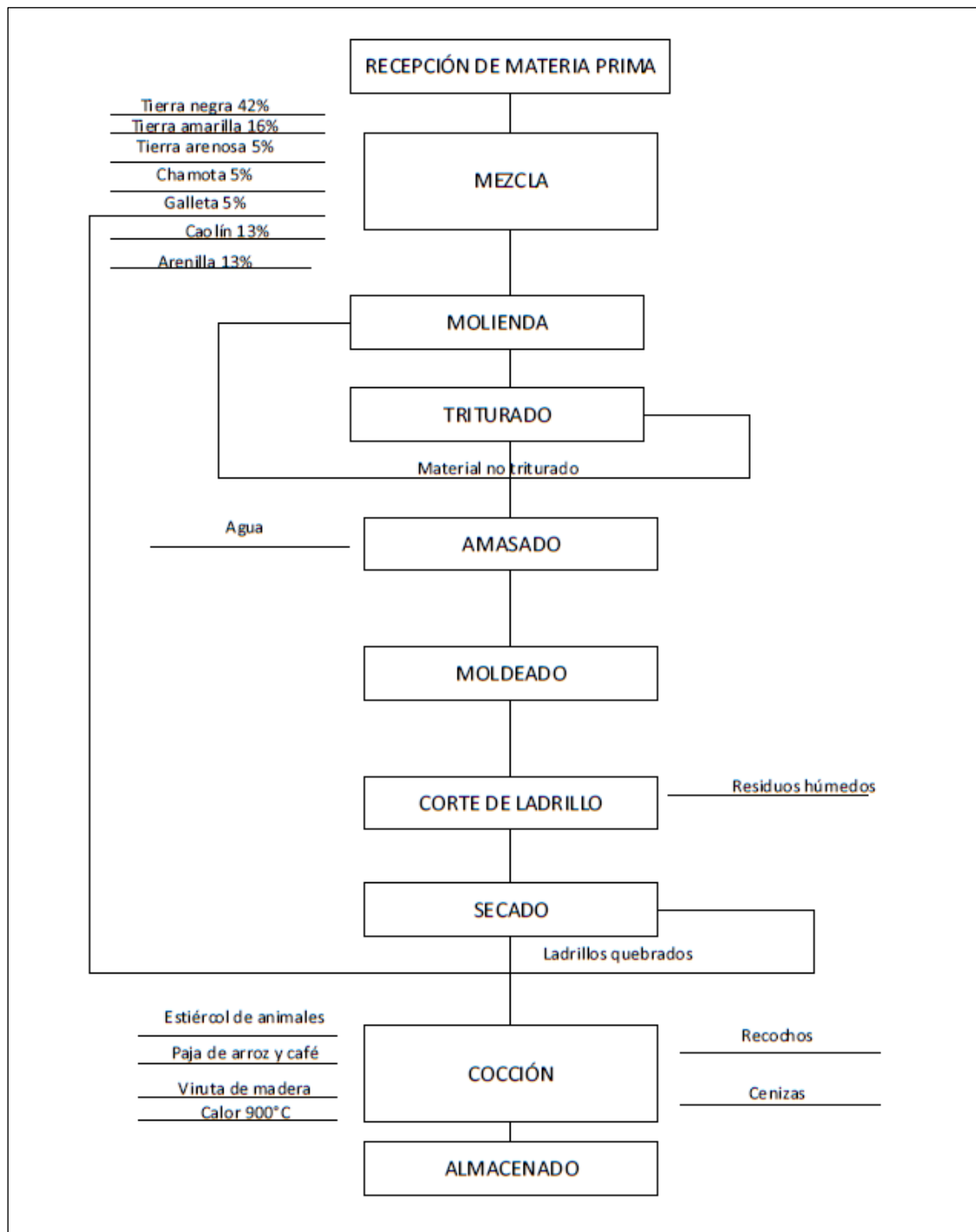
Referencias

- [1] A. Economía, «Latinoamerica construcción,» 22 octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.efe.com/efe/america/mexico/sector-ladrillero-latinoamericano-innova-para-reducir-emisiones-contaminantes/50000545-3415857..> [Último acceso: 2019 octubre 14].
- [2] R. Iberoamericana, ««Industria peruana de ladrillo comercializa U\$500 millones anuales,» 17 septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.construccionlatinoamericana.com/industria-peruana-de-ladrillo-comercializa-u500-millones-anuales/129538.article>. [Último acceso: 12 octubre 2019].
- [3] Gestión, «Sector construcción crecería 4.1% en 2019 y 6.5% en 2020, según la CCL,» 19 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/construccion-sector-construccion-creceria-41-en-2019-y-65-en-2020-segun-la-ccl-noticia/>. [Último acceso: 23 octubre 2019].
- [4] B. y. Horacio, Manual de producción de ladrillo PET, Buenos Aires: CEVE, 2006.
- [5] K. O'Donnell, Manual de producción, Thinkstock, 2016.
- [6] M. Fred, Estudios de tiempos y movimientos, México: Pearson, 2010.
- [7] W. Schwagerman, «The A3 Lean Management and Leadership Thought Process,» *JTMAE*, vol. 29, n° 4, pp. 1-10, 2013.
- [8] G. C. y. K. Toledo, «Plan General de Producción a Corto y Mediano Plazo para el Aseguramiento de Producto Terminado en Empresa de Giro Agropecuario,» *Investigación Aplicada en Ingeniería UPB/UPTa*, vol. 2, n° 2, pp. 134-167, 2017.
- [9] A. A. Quiteño, «La cal como elemento que mejora la resistencia en la producción del ladrillo de adobe en el departamento de Ahuchapán,» *Universidad Católica de El Salvador, El Salvador*, vol. 4, pp. 367-374, 2015.
- [10] S. Vilarinho, I. Lopes y J. Oliveira, «Preventive maintenance decisions through maintenance optimization models: a case study,» *ScienceDirect*, vol. 11, n° 27, pp. 9-13, 2017.
- [11] E. L. Sepúlveda, «Caracterización de Arcillas para la Elaboración de Ladrillos en el Municipio de Tunja-Boyacá,» *L'esprit Ingénieur*, vol. 1, pp. 83-92, 2018.
- [12] Á. Neira, R. Ruiz y D. Peña, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Redalyc*, vol. 21, n° 3, pp. 239-247, 2016.
- [13] C. Cieza, «USAT,» 2019. [En línea]. Available: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2417/1/TL_CiezaCarrascoCinthya.pdf. [Último acceso: 30 junio 2020].
- [14] F. G. y. M. T. Jose Vullar, Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad, Madrid: FC, 1997.
- [15] J. Cruelles, La teoría de la medición del espesor, Madrid: Zandegon, 2010.
- [16] Y. Rocío, «USAT,» 2 mayo 2016. [En línea]. Available: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/667/1/TL_PerezZunigaSary_YdrogoGonzalezJecsica.pdf. [Último acceso: 22 octubre 2019].
- [17] W. B. y. M. C. Olarte C, «IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN,» *Redalyc*, vol. 16, n° 44, pp. 354-356, 2010.
- [18] A. F. Y. Y. Pinedo, «Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013,» *Redalyc*, n° 34, pp. 11-26, 2016.
- [19] I. Domnech, «CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LADRILLOS UTILIZANDO RADAR PENETRANTE DE TIERRA,» 8 marzo 2017. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/314240356_Cuantificacion_del_contenido_de_humedad_en_ladrillos_utilizando_radar_penetrante_de_tierra. [Último acceso: 1 octubre 2020].
- [20] J. Heizer, Administración de Operaciones, vol. x, México: Pearson, 2009.

- [21] E. J. Hay, *Justo a tiempo, la tecnica japonesa que genera ventajas competitivas*, México: Norma, 2001.
- [22] P. y. B. Torres, «Implementación del método Justo a Tiempo (JIT),» *CIES*, vol. 5, nº 2, pp. 9-28, 2014.
- [23] N. y. R. León, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Redalyc*, vol. 21, nº 3, pp. 238 - 247, 2016.
- [24] R. C. e. I. P. DEL solar, «PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN EN BARRACAS MADERERAS.,» *Redalyc*, vol. 10, nº 2, pp. 77-92, 2008.
- [25] J. H. y. A. Vizán, *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implemetación.*, Madrid: Escuela de organización indutrial, 2013.

Anexos

Anexo 1: Diagrama de bloques del proceso productivo del ladrillo pandereta.



Anexo 2: Tiempos promedios

Descripción	Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar	Distancia (m)
Preparación de la mezcla con cargador frontal	40,4	22,0	
Llenado de mezcla al volquete	8,2	7,8	
Transporte de MP hacia tolva de recepción	4,4	4,4	200
Llenado de tolva	4,4	5,3	
Trituración	62,6	62,6	
Transporte hacia la zaranda	65,1	60,0	1,5
Zarandeo	71,4	71,4	
Transporte hacia amasado	72,6	50,0	1
Amasado de la mezcla	72,6	56,4	
Transporte hacia estructura por faja	70,6	50,0	1
Formado de ladrillo	64,9	64,9	
Transporte hacia la cortadora	58,0	67,6	1,3
Corte de ladrillo	58	37,0	
Colocación de ladrillos en coches	167,7	93,9	
transporte de ladrillos hacia la pampa para secado	280,9	125,8	150
Descargar ladrillos en pampa	275,6	122,4	
Secado de ladrillos	4320,0	720,0	
Armado manual de paquetes	169,7	138,4	
Transporte de ladrillos hacia el horno	20,4	18,2	100
Cocción de ladrillo	720,0	720,0	
Enfriado	32,3	15,0	
Transporte hacia almacén	18,3	14,3	100

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 3: Materia prima utilizado para el tipo de ladrillo pandereta, año 2019

Mes	Tierra negra (t)	Tierra amarilla (t)	Tierra arenosa (t)	Arenilla (t)	Caolín (t)	Galleta y chamota (t)	Total (t)
Enero	668,85	254,80	79,63	207,03	222,95	159,25	1592,51
Febrero	602,55	229,54	71,73	186,50	200,85	143,46	1434,65
Marzo	796,00	303,24	94,76	246,38	265,33	189,52	1895,25
Abril	814,79	310,40	97,00	252,20	271,60	194,00	1939,98
Junio	461,55	175,83	54,95	142,86	153,85	109,89	1098,93
Julio	1296,21	493,80	154,31	401,21	432,07	308,62	3086,22
Agosto	1188,38	452,72	141,47	367,83	396,13	282,95	2829,47
Septiembre	1245,37	474,43	148,26	385,47	415,12	296,52	2965,16
Octubre	852,98	324,94	101,54	264,02	284,33	203,09	2030,89

Noviembre	827,01	315,05	98,45	255,98	275,67	196,91	1969,08
Diciembre	661,05	251,83	78,70	204,61	220,35	157,39	1573,92
Total	9 414,75	3 586,57	1 120,80	2 914,09	3 138,25	22 41,61	22 416,07

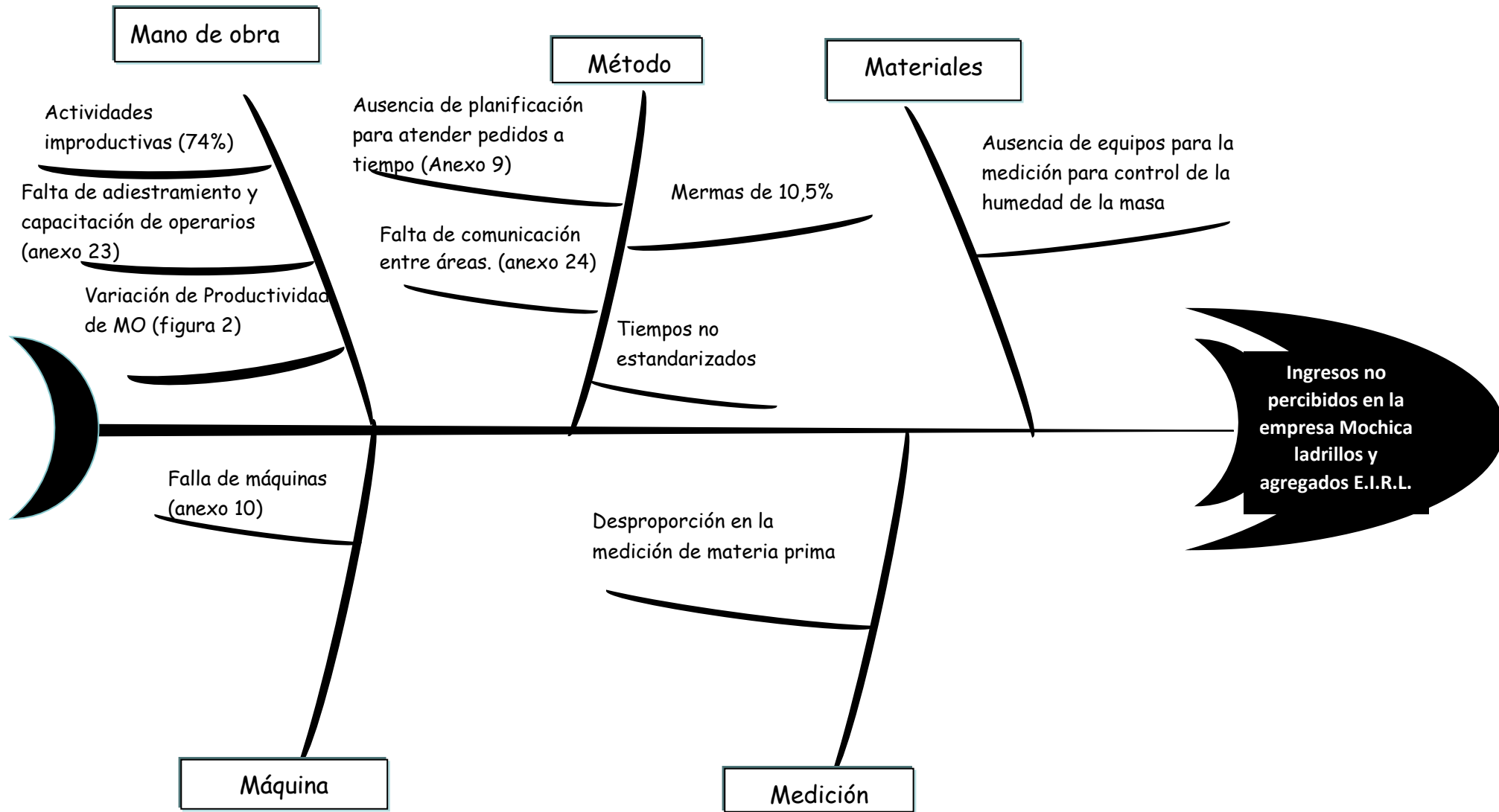
Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 4: Operarios del área del proceso productivo

Área	Puesto (Función)	Número de operarios/turno	Horas trabajadas al año por operario (h op./año)	Total de horas trabajadas (h/año)
Mezclado	Mezcla y transporte de Materia prima	1	2 808	2 808
Tolvas de Recepción	Separar los residuos de la mezcla	1	2 808	2 808
Amasado	Manipular las válvulas para el paso del agua	1	2 808	2 808
corte del Ladrillo	Selección de ladrillos y armarlos en bloques	1	2 808	2 808
Estiba de Ladrillos en crudo	Cargar Ladrillos en los coches	2	2 808	5 616
Traslado a las pampas	Lleva los ladrillos en crudo en coches	1	2 808	2 808
Desestiba de ladrillo en las pampas	Descargar los ladrillos en las pampas	8	2 808	22 464
Armado de paquetes	Armar paquetes de 2500 ladrillos en crudo	15	2 808	42 120
Llenado de Hornos	Transporte, carga y descarga de los ladrillos	2	2 808	5 616
Quema de ladrillo	Alimentan al horno para la quema a través de tolvas	8	2 808	22 464
TOTAL		40	28 080	112 320

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 5: Identificación de problemas y causas



Anexo 6: Costo de mano de obra por hora

Área	Número de operarios	Horas de trabajo al mes por operario (H.op. /mes)	Total, de horas trabajadas (H.op. /mes)	Sueldo de operario /mes (S/)	Costo de MO/hora (S/)
Mezcla	1	234	234	1000	4,27
Tolva de recepción	1	234	234	950	4,06
Amasado	1	234	234	1000	4,27
Laminado y corte	1	234	234	950	4,06
Estiba de ladrillo en crudo	2	234	468	1900	8,12
Jefe de producción	1	234	234	3200	13,68
Transporte a pampa	1	234	234	1300	5,56
TOTAL	8	1638	1872	10300	44,02

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 7: mermas en el área de secado

Mes	Total, de paquetes	Unidad de ladrillos por paquetes	Total de Mermas excedidos (3,75%)	Total, de ladrillos buenos	Valor monetario perdido por merma (S/)
Enero	190	475 000	28 500	446 500	10 830
Febrero	170	425 000	25 500	399 500	9 690
Marzo	226	565 000	33 900	531 100	12 882
Abril	230	575 000	34 500	540 500	13 110
Junio	130	325 000	19 500	305 500	7 410
Julio	368	920 000	55 200	864 800	20 976
Agosto	337	842 500	50 550	791 950	19 209
Septiembre	353	882 489	52 949	829 540	20 120
Octubre	242	604 434	36 266	568 168	13 781
Noviembre	234	586 036	35 162	550 873	13 361
Diciembre	187	468 430	28 106	440 324	10 680
TOTAL	2 668	6 668 889	400 133	6 268 756	152 050

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 8: mermas en el área de almacén

Mes	Total de paquetes	Unidad de ladrillos por paquetes	Total de mermas excedidos (3,75%)	Total de ladrillos buenos	Valor monetario perdido por merma (S/)
Enero	179	446 500	21 480	425 020	8 162
Febrero	160	399 500	19 200	380 300	7 296
Marzo	212	531 100	25 440	505 660	9 667
Abril	216	540 500	25 920	514 580	9 849
Junio	122	305 500	14 640	290 860	5 563
Julio	346	864 800	41 520	823 280	15 777
Agosto	317	791 950	38 040	753 910	14 455
Septiembre	332	829 540	39 840	789 700	15 139
Octubre	227	568 168	27 240	540 928	10 351
Noviembre	220	550 873	26 400	524 473	10 032
Diciembre	176	440 324	21 120	419 204	8 025
TOTAL	2 507	6 268 756	300 840	596 7916	114 319

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 9: Pedidos del ladrillo tipo pandereta atendidos con retraso periodo 2019

MES	Total, de Pedidos (unidad de ladrillos)	Pedidos entregados a tiempo (unidad de ladrillos)	Pedidos con retraso (unidad de ladrillos)	Promedio de días de retraso	Monto real (S/)	Monto con retraso (S/)	Monto perdido por retraso (S/)
Febrero	805 320	800 450	4 870	11 días	1 850,6	1 217,5	633,1
Marzo	505 660	502 700	2 960	10 días	1 124,8	740	384,8
Abril	514 580	296 838	217 742	13 días	82 741,96	54 435,5	28306,5
Junio	290 860	232 688	58 172	16 días	22 105,36	14 543	7562,4
Julio	823 280	665 000	158 280	14 días	60 146,4	3 9570	20576,4
Agosto	742 760	680 800	61 960	12 días	23 544,8	15 490	8054,8
Septiembre	829 185	789 700	39 485	13 días	15 004,20	9 871,2	5133,0
Octubre	557 156	540 928	16 228	15 días	6 166,5	4 056,9	2109,6
Noviembre	532 341	524 473	7 867	15 días	2 989,5	1 966,80	1022,7
Diciembre	422 284	419 204	3 080	10 días	1 170,2	769,80	400,3
Total	6 023 425	5 452 782	570 643	129 días	21 6845	142 661	74 184

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 10: Fallas ocurridas en las máquinas en el año 2019

Mes	Maquina Componte	Descripción de la falla	Numero de fallas	Tiempo de parada (horas)	Tiempo total de paradas al mes (h/mes)	
Enero	Falla de molino	Rodajes malogrados	2	0,6	1,2	
		Falla de motor	3	0,4	1,2	
		obstrucción de tapas	1	3	3	
	Falla de cortadora	Ruptura de hilo	1	1	1	
		Deterioro de zapatas	2	2	4	
		Deterioro de frenos	1	3	3	
	Falla de amasadora	Deterioro de rodaje	1	2	2	
		Rotura de paletas	2	0,8	1,6	
	Febrero	Molde	Desgaste de tuercas	2	0,9	1,8
			Deterioro de frenos	2	0,8	1,6
Falla de molino		rodajes malogrados	2	1	2	
		Falla de motor	1	1	1	
		obstrucción de tapas	2	2	4	
falla de cortadora		Ruptura de hilo	1	0,5	0,5	
		Deterioro de zapatas	3	1	3	
		Deterioro de frenos	1	1,2	1,2	
Falla de amasadora		Deterioro de rodaje	1	1,1	1,1	
		Rotura de paletas	1	1,4	1,4	
Obstrucción de compuertas	Acumulación de mezcla	2	1,2	2,4		
Marzo	Molde	Desgaste de tuercas	1	0,5	0,5	
		Deterioro de frenos	3	1,5	4,5	
	falla de cortadora	Ruptura de hilo	3	2,09	6,27	
		Deterioro de zapatas	1	0,15	0,15	
		Deterioro de frenos	2	1,3	2,6	
	Falla de amasadora	Deterioro de rodaje	1	1,5	1,5	
		Rotura de paletas	2	0,5	1	
	Falla de faja	Deterioro de Guarderas	2	1	2	
		Deterioro de chumaceras	1	0,5	0,5	
	Obstrucción de compuertas	Acumulación de mezcla	2	1,5	3	
Abril	Molde	Desgaste de tuercas	1	0,5	0,5	
		Deterioro de frenos	2	0,7	1,4	
	Falla de molino	rodajes malogrados	1	0,5	0,5	
		Falla de motor	2	0,5	1	
		obstrucción de tapas	2	0,5	1	
	falla de cortadora	Ruptura de hilo	1	0,15	0,15	
		Deterioro de zapatas	1	0,1	0,1	

Junio	Falla de amasadora	Deterioro de frenos	3	1	3	
		Deterioro de rodaje	2	0,5	1	
		Rotura de paletas	2	0,15	0,3	
	Molde	Desgaste de tuercas	2	1,3	2,6	
		Deterioro de frenos	1	0,5	0,5	
	Falla de molino	rodajes malogrados	2	1	2	
		Falla de motor	2	1,5	3	
		obstrucción de tapas	1	1	1	
	falla de cortadora	Ruptura de hilo	2	1,5	3	
		Deterioro de zapatas	3	1	3	
		Deterioro de frenos	2	1,5	3	
	Falla de amasadora	Deterioro de rodaje	2	2	4	
		Rotura de paletas	1	1,5	1,5	
	Obstrucción de compuertas	Acumulación de mezcla	1	1,8	1,8	
	Julio	Molde	Desgaste de tuercas	1	0,7	0,7
Deterioro de frenos			1	1	1	
Falla de molino		rodajes malogrados	1	1,3	1,3	
		deterioro de la faja	2	1	2	
		obstrucción de tapas	1	1,5	1,5	
falla de cortadora		Ruptura de hilo	2	1,5	3	
		Deterioro de zapatas	2	2	4	
		Deterioro de frenos	1	1,5	1,5	
Falla de amasadora		Deterioro de rodaje	2	1	2	
		Rotura de paletas	2	1,6	3,2	
Obstrucción de compuertas		Acumulación de mezcla	3	1,5	4,5	
Agosto		Falla de molino	rodajes malogrados	2	0,3	0,6
			Falla de motor	2	1	2
			obstrucción de tapas	3	0,5	1,5
		falla de cortadora	Ruptura de hilo	2	1,5	3
	Deterioro de zapatas		2	2	4	
	Deterioro de frenos		1	0,8	0,8	
	Falla de faja	Deterioro de Guarderas	1	1,6	1,6	
		Deterioro de chumaceras	1	1	1	
	Obstrucción de compuertas	Acumulación de mezcla	2	2	4	
	Septiembre	Molde	Desgaste de tuercas	1	1,3	1,3
			Deterioro de frenos	1	1,5	1,5
		Falla de molino	rodajes malogrados	2	2	4
			Falla de motor	3	1,5	4,5
			obstrucción de tapas	1	1,5	1,5
		Falla de amasadora	Deterioro de rodaje	2	1	2

		Rotura de paletas	2	1,5	3	
	Falla de faja	Deterioro de Guarderas	1	1,8	1,8	
		Deterioro de chumaceras	2	0,5	1	
	Obstrucción de compuertas	Acumulación de mezcla	3	0,5	1,5	
Octubre	Falla de molino	rodajes malogrados	1	1,3	1,3	
		Falla de motor	2	0,5	1	
		obstrucción de tapas	2	0,5	1	
	falla de cortadora	Ruptura de hilo	2	1	2	
		Deterioro de zapatas	1	1,3	1,3	
		Deterioro de frenos	2	1,5	3	
	Falla de amasadora	Deterioro de rodaje	2	2	4	
		Rotura de paletas	3	1,5	4,5	
	Obstrucción de compuertas	Acumulación de mezcla	2	2	4	
	Noviembre	Molde	Desgaste de tuercas	2	0,5	1
			Deterioro de frenos	1	1,5	1,5
		falla de cortadora	Ruptura de hilo	3	0,8	2,4
Deterioro de zapatas			2	0,5	1	
Deterioro de frenos			2	2	4	
Falla de amasadora		Deterioro de rodaje	3	1,5	4,5	
		Rotura de paletas	2	2	4	
Falla de faja		Deterioro de Guarderas	2	0,5	1	
		Deterioro de chumaceras	2	2,8	5,6	
Diciembre	Molde	Desgaste de tuercas	1	0,3	0,3	
		Deterioro de frenos	2	1,5	3	
	Falla de molino	rodajes malogrados	1	0,5	0,5	
		Falla de motor	2	1,8	3,6	
		obstrucción de tapas	1	1	1	
	falla de cortadora	Ruptura de hilo	1	1,5	1,5	
		Deterioro de zapatas	3	1	3	
		Deterioro de frenos	1	1,5	1,5	
	Falla de amasadora	Deterioro de rodaje	1	2	2	
		Rotura de paletas	2	1,5	3	
	Falla de faja	Deterioro de Guarderas	1	0,5	0,5	
		Deterioro de chumaceras	2	1,5	3	

Fuente: Mochica Ladrillos y agregados E.I.R.

Anexo 11: Plan de mantenimiento preventivo

Equipo	Actividad	Frecuencia de mantenimiento	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Molino	Mantenimiento al rodaje molinos	2 semanas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
	Mantenimiento al motor de molino	2 semanas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
Cortador	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	5 semanas	x				x							x						x									x									x												
	Cambios de freno de la cortadora	11 semanas	x											x																								x												
	cambios a las zapatas de la cortadora	6 semanas	x						x											x																			x											
Amasadora	Mantenimiento a la paleta de amasado	3 semanas	x			x				x						x								x							x							x												
Extrusora	Mantenimiento al engranaje de molde	6 semanas	x																																				x											
	Mantenimiento a los Frenos de molde	4 semanas	x																																				x											
Faja	Mantenimiento Sensores para fajas de transporte de ladrillo fresco	15 semanas	x																																				x											
	Mantenimiento a las Guarderas de faja	10 semanas	x																																				x											

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12: Costo de mano de obra del plan de mantenimiento preventivo al año

Mes	Componentes	Horas de parada por mantenimiento programado	Costo unitario de MO /hora (S/)	Costo total de Mo (S/) (6 Operarios)
Enero	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
	Cambios de freno de la cortadora	1,1	10,5	69,3
	Mantenimiento a la paleta de amasado	1	10,5	63
	Mantenimiento al engranaje de molde	0,3	10,5	18,9
	cambios a las zapatas de la cortadora	0,15	10,5	9,45
	Mantenimiento Sensores para fajas de transporte de ladrillo fresco	1,2	10,5	75,6
	Mantenimiento a las Guarderas de faja	0,6	10,5	37,8
	Mantenimiento a los Frenos de molde	2,6	10,5	163,8
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
Febrero	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
Marzo	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
	Cambios de freno de la cortadora	1,1	10,5	69,3
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento a las Guarderas de faja	0,6	10,5	37,8
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
Abril	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento Sensores para fajas de transporte de ladrillo fresco	1,2	10,5	75,6
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
Mayo	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento al engranaje de molde	0,3	10,5	18,9
	cambios a las zapatas de la cortadora	0,15	10,5	9,45

	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
Junio	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento a las Guarderas de faja	0,6	105	378
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
	Cambios de freno de la cortadora	1,1	10,5	69,3
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
Julio	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento al engranaje de molde	0,3	10,5	18,9
	cambios a las zapatas de la cortadora	0,15	10,5	9,45
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
Agosto	Mantenimiento a la paleta de amasado	1	10,5	63
	Mantenimiento al engranaje de molde	0,3	10,5	18,9
	cambios a las zapatas de la cortadora	0,15	10,5	9,45
	Mantenimiento Sensores para fajas de transporte de ladrillo fresco	1,2	10,5	75,6
	Mantenimiento a las Guarderas de faja	0,6	10,5	37,8
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
Septiembre	Cambios de freno de la cortadora	1,1	10,5	69,3
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento a la paleta de amasado	1	10,5	63
Octubre	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento a la paleta de amasado	1	10,5	63

	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	cambios a las zapatas de la cortadora	0,15	10,5	9,45
	Mantenimiento al engranaje de molde	0,3	10,5	18,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
Noviembre	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento al engranaje de molde	0,3	10,5	18,9
	cambios a las zapatas de la cortadora	0,15	10,5	9,45
	Mantenimiento a las Guarderas de faja	0,6	10,5	37,8
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	Mantenimiento al rodaje molinos	2	10,5	126
	Mantenimiento al hilo de cortadora de ladrillo	0,5	10,5	31,5
Diciembre	Cambios de freno de la cortadora	1,1	10,5	69,3
	Mantenimiento a la paleta de amasado	0,5	10,5	31,5
	Mantenimiento Sensores para fajas de transporte de ladrillo fresco	1,2	10,5	75,6
	Mantenimiento a los Frenos de molde	1,3	10,5	81,9
	Mantenimiento al motor de molino	0,8	10,5	50,4
	TOTAL	77,5		5 222,7

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13: Costo de elementos para el mantenimiento preventivo

Elementos	Cantidad	Costo por unidad (S/)	Costo total (S/)
Aceite	5	18	90
Paleta de mezclador	4	140	560
Palas Hexagonales	4	120	480
Rodamiento para extrusora	4	900	3 600
Mangueras para fluido de gas	3	10	30
Mangueras para fluido de agua	3	5	15
Pinza	10	5	50
Hilo para cortadora	15	14	2 10
Implementos de protección del operario	20	120	2 400
Herramientas diversas	-	5 500	5 500
TOTAL			9 685

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14:Ficha técnica de la balanza industrial

Modelo	SIPEL - ZSFY
Marca	SIPEL
Espesor de concreto	250 mm
Dimensión	20 x 3,2 m
Motor	30 kW
Uso	150 000 vehículos por año
Capacidad	60 toneladas
Aplicaciones	Pesaje de materiales de concretos y otros
Consumo de energía /hora	31 kW
Peso	6500 kg
Precio	S/ 25 000 más IGV
Costo de instalación	S/ 5 000
Forma de pago	Al contado
Lugar de entrega	Hasta la ubicación de la empresa
Garantías	2 años

Imagen de referencia



Fuente: SIPEL S.A.C

Anexo 15:Ficha técnica de sensor de humedad.

Modelo	SEN-10167
Marca	SPARKFUN
Rango de operación	HR: 0 - 100% Temperatura: -40°C a 80°C
Dimensión (L*H*A)	35 x 58 x 118 mm
Precisión	± 2 % (en el rango 10 90 % H.r.) ± 3 % (resto de rango)
Uso	Cualquier superficie
Protección	IP 65
Aplicaciones	Aire, suelo y agua
Consumo de energía /hora	1,5 W
Peso	125 g
Precio	\$ 1 800 ≈ S/6 444
Forma de pago	Al contado
Lugar de entrega	Hasta la ubicación de la empresa
Garantías	1 años

Imagen de referencia



Fuente: SPARKFUN

Anexo 16: Plan de capacitación del personal de producción de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados E.I.R.L.

Tema de Capacitación	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		
	1 Q	2 Q	1 Q	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Conocer las políticas, alcances y objetivos de la empresa	■																								
Proceso productivo del ladrillo y llenado correcto de las fichas de registro		■					■						■						■					■	
Importancia y beneficios de eliminar las mermas en la empresa			■								■											■			
Manejo adecuado de las maquinarias y equipos de producción				■								■						■							
Seguridad y salud en el trabajo y la importancia del uso de los EPPs					■					■					■					■					

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 17: Proyección de la demanda del ladrillo tipo pandereta para el periodo
2021**

Año	Mes	Unidades de ladrillos pandereta
2021	Enero	805 320
	Febrero	805 320
	Marzo	745 388
	Abril	699 226
	Mayo	617 553
	Junio	658 698
	Julio	807 250
	Agosto	811 637
	Setiembre	760 741
	Octubre	715 061
	Noviembre	656 506
	Diciembre	686 268

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18:Método de nivelación con horas extras

Descripción	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Días laborables	25	24	26	24	26	26	24	27	26	25	24	26	303
Demanda proyectada	805320	805320	745388	699226	617553	658698	807250	811637	760741	715061	656506	686268	8768970
Unidades por operario	100000	96000	104000	96000	104000	104000	96000	108000	104000	100000	96000	104000	1212000
Operarios requeridos	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Operarios actuales	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Operarios contratados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operarios despedidos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operarios Utilizados	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Unidades producidas	800000	768000	832000	768000	832000	832000	768000	864000	832000	800000	768000	832000	9696000
Unidades disponibles	800000	768000	832000	854612	987386	1201832	1311134	1367883	1388246	1427505	1480444	1655939	14074981
Inventario	0	0	86612	155386	369832	543134	503883	556246	627505	712444	823939	969670	5348652
Unidades con horas extras	5320	37320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42640
Horas extras totales	12	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
Horas extras operarios - mes	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Costos (S/)													
Costos por contratar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
costo por despedir	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00
Costo por mano de obra	9000,00	8640,00	9360,00	8640,00	9360,00	9360,00	8640,00	9720,00	9360,00	9000,00	8640,00	9360,00	109080,00
Costo por almacenar	0,00	0,00	1732,24	3107,71	7396,65	10862,68	10077,67	11124,92	12550,10	14248,88	16478,77	19393,40	106973,03
Costo por horas extras	50,00	275,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	325,00
TOTAL (S/)	9110,00	8915,00	11092,24	11747,71	16756,65	20222,68	18717,67	20844,92	21910,10	23248,88	25118,77	28753,40	216 438,03

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19:Método de persecución o caza

Descripción	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Días laborables	25	24	26	24	26	26	24	27	26	25	24	26	303
Demanda proyectada	805320	805320	745388	699226	617553	658698	807250	811637	760741	715061	656506	686268	8768970
Unidades por operario	100000	96000	104000	96000	104000	104000	96000	108000	104000	100000	96000	104000	1212000
Operarios requeridos	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Operarios actuales	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Operarios contratados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operarios despedidos	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operarios Utilizados	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Unidades producidas	805320	805320	745388	699226	617553	658698	807250	811637	760741	715061	656506	686268	8768970
Inventario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades faltantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos (S/)													
Costos por contratar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
costo por despedir	60,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,00
Costo por mano de obra	9 000,00	8 640,00	9 360,00	8 640,00	9 360,00	9 360,00	8 640,00	9 720,00	9 360,00	9 000,00	8 640,00	9 360,00	109080,00
Costo por almacenar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
TOTAL (S/)	9060,00	8 640,00	9 360,00	8 640,00	9 360,00	9 360,00	8 640,00	9720,00	9360,00	9 000,00	8640,00	9360,00	109140,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20:Método mixto

Descripción	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Días laborables	25	24	26	24	26	26	24	27	26	25	24	26	303
Demanda proyectada	805320	805320	745388	699226	617553	658698	807250	811637	760741	715061	656506	686268	8768970
Unidades por operario	100000	96000	104000	96000	104000	104000	96000	108000	104000	100000	96000	104000	1212000
Operarios requeridos	9	9	8	8	6	7	9	8	8	8	7	7	8
Operarios actuales	10	9	9	8	8	6	7	9	8	8	8	7	8
Operarios contratos	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Operarios despedidos	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1
Operarios Utilizados	9	9	8	8	6	7	9	8	8	8	7	7	8
Unidades producidas	900000	864000	832000	768000	624000	728000	864000	864000	832000	800000	672000	728000	9476000
Unidades disponibles	900000	958680	985360	1007972	932746	1043192	1248494	1305243	1325606	1364865	1321804	1393299	13787261
Inventario	94680	153360	239972	308746	315192	384494	441243	493606	564865	649804	665299	707030	5018292
Unidades con horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas extras totales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas extras operarios - mes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos (S/)													
Costos por contratar	-	-	-	-	-	130,00	260,00	-	-	-	-	-	390,00
costo por despedir	30,00	-	30,00	-	60,00	-	-	30,00	-	-	30,00	-	180,00
Costo por mano de obra	10 125,00	9 720,00	9 360,00	8 640,00	7 020,00	8 190,00	9 720,00	9 720,00	9 360,00	9 000,00	7 560,00	8 190,00	106605,00
Costo por almacenar	1 893,60	3 067,20	4 799,44	6 174,91	6 303,85	7 689,88	8 824,87	9 872,12	11 297,30	12 996,08	13 305,97	14 140,60	100365,83
Costo por horas extras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00
TOTAL (S/)	12048,60	12 787,20	14 189,44	14814,91	13 383,85	16 009,88	18804,87	19622,12	20657,30	21996,08	20895,97	22330,60	207540,83

Fuente: Elaboración propia.

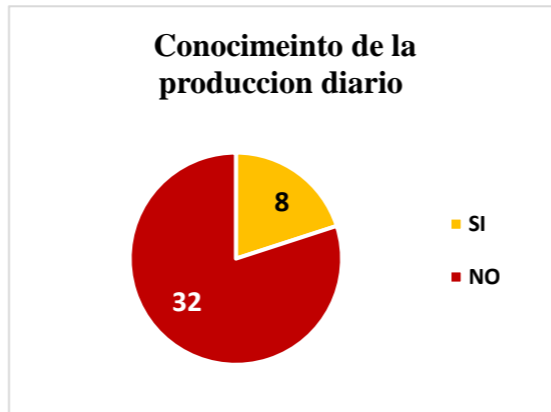
Anexo 21: Informe A3 Para reducir los pedidos con retraso de le empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL

Informe A3 para reducir los pedidos con retraso de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL

1. Definición del Problema

- ✚ Producto: Ladrillo tipo pandereta
- ✚ Productividad de mano de obra: 166786 ladrillos/ operarios año.
- ✚ Planificación empírica: 6203425 ladrillos se recepcionaron como pedidos, de los cuales solo se produjo 5452782 ladrillo quedado como pedidos no atendido 570643 ladrillos

2. Situación Actual

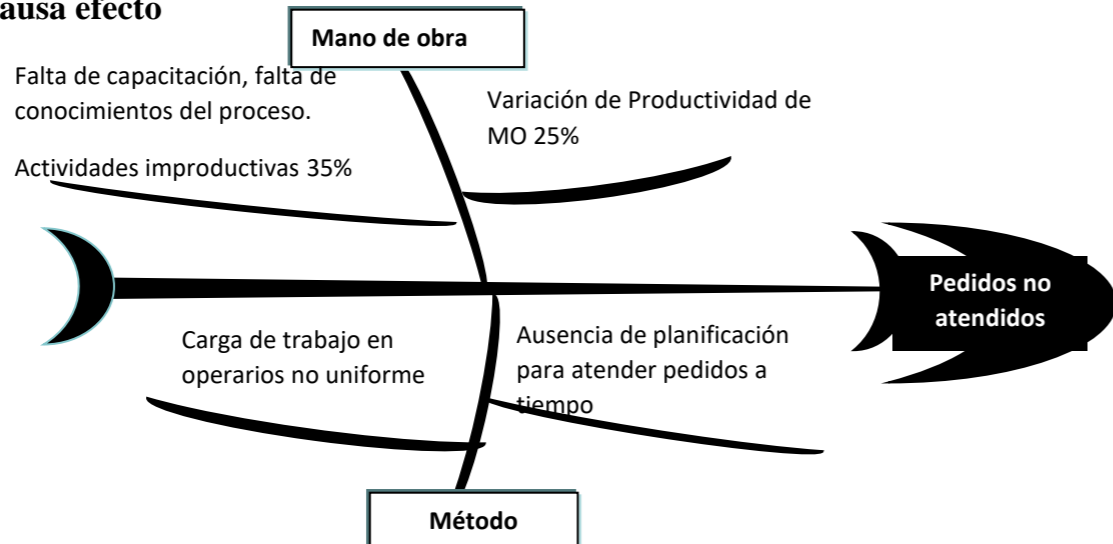


De los 40 operarios del área de producción, solo 8 trabajadores conocen la producción a realizar diariamente.

Capacidad proyectada	2912t /mes
Capacidad efectiva	2641,2 t/mes
Capacidad ociosa	270,8 t/mes

La empresa tiene una capacidad ociosa de 270,8 t/mes con lo cual, su nivel de utilización de la planta es de 90%

3. Análisis Causa efecto



4. Objetivos a Lograr

Descripción	Meta
Aumentar la productividad de MO	300 000 unidades de ladrillos /operarios año
Minimizar la capacidad ociosa de la planta	5%
Disminuir los pedidos no atendidos	5%
Distribuir uniformemente la carga de trabajo	7 estaciones

5. Propuesta de mejora

Estación	Actividad	Tiempo estándar (min)	Capacidad de producción t/ día
Estación 1	Preparación de la mezcla	22	18
	Llenado de mezcla al volquete	7,8	
Estación 2	Llenado de tolva	5,2	103
Estación 3	Amasado de la mezcla	56,4	10
Estación 4	Transporte manual hacia la cortadora	67,6	5
	Corte de ladrillo	37	
Estación 5	Colocación de ladrillos en coches	93,9	2
	transporte de ladrillos hacia la pampa para secado	125,8	
Estación 6	Descargar ladrillos en pampa	122,4	2
	Armado manual de paquetes	138,4	
Estación 7	Transporte de ladrillos hacia el horno	18,2	17
	Transporte hacia almacén	14,3	

Concepto	Método de nivelación con horas extras	Método de persecución o caza	Método mixto
Costo por operarios contratados (S/)	0,00	0,00	390,00
Costo por operarios despedidos (S/)	60,00	60,00	180,00
Costo de mano de obra (S/)	109 080,00	109 080,00	106 605,00
Costo por subcontratar (S/)	0	0	0
Costo por almacenamiento	106 973,03	0,00	100 365,83
Costo de horas extras (S/)	325,00	0	0,00
Total (S/)	216 438,03	109 140,00	207 540,83

- ✓ Estandarización de tiempos para aumentar la producción con 7 estaciones de trabajo
- ✓ Plan agregado de producción por el método de Persecución de caza con S/ 7 965,00

Tiempo Estándar	
Tiempo actual (min)	1174,4
Tiempo Estandarizado (min)	709,11
Variación (%)	60

6. Plan de Acción

Actividad	Mes												Responsable	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Medición y estudio de tiempos	■													Jefe de Producción
Balance de línea														
Plan agregado de producción	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Capacitación al personal de producción														

7. Seguimiento

El seguimiento será de manera diaria a los colaboradores en sus productividades, así como la eficiencia de la línea de producción con la mejora. Las capacitaciones serán dadas de acuerdo al cronograma y deberá ser medido por los indicadores.

Anexo 22: Flujo de caja neto

ITEMS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<u>INGRESOS</u>					
Reducción de mermas	S/188,056.54	S/188,056.54	S/188,056.54	S/188,056.54	S/188,056.54
Reducción de pedidos no atendidos	S/66,765.60	S/66,765.60	S/66,765.60	S/66,765.60	S/66,765.60
Reducción de costo de mantenimiento	S/5,405.30	S/5,405.30	S/5,405.30	S/5,405.30	S/5,405.30
Reducción de MO no utilizada por paradas de máquinas	S/5,572.56	S/5,572.56	S/5,572.56	S/5,572.56	S/5,572.56
TOTAL DE INGRESOS	S/265,800.00	S/265,800.00	S/265,800.00	S/265,800.00	S/265,800.00
<u>EGRESOS</u>					
Compra de Balanza Industrial y Sensor de humedad	S/36,444.00				
Mantenimiento preventivo	S/18,158.70	S/18,158.70	S/18,158.70	S/18,158.70	S/18,158.70
Plan de capacitación	S/2,600.00		S/2,600.00		S/2,600.00
Imprevistos 10%	S/2,075.87	S/1,815.87	S/2,075.87	S/1,815.87	S/2,075.87
TOTAL DE EGRESOS	S/59,278.57	S/19,974.57	S/22,834.57	S/19,974.57	S/22,834.57
SALDO BRUTO (antes de impuestos)	S/206,521.43	S/245,825.43	S/242,965.43	S/245,825.43	S/242,965.43
Impuestos a la renta (30%)	S/61,956.43	S/73,747.63	S/72,889.63	S/73,747.63	S/72,889.63
SALDO (después de impuestos)	S/144,565.00	S/172,077.80	S/170,075.80	S/172,077.80	S/170,075.80
Depreciación	S/5,177.56	S/5,177.56	S/5,177.56	S/5,177.56	S/5,177.56
SALDO FINAL (déficit/superávit)	S/149,742.56	S/177,255.36	S/175,253.36	S/177,255.36	S/175,253.36
CORRIENTE DE LIQUIDEZ NETA	S/149,742.56	S/177,255.36	S/175,253.36	S/177,255.36	S/175,253.36
B/C	2,71				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 23: Encuesta realizado a personal operativo

INSTRUCCIÓN: La aplicación de este cuestionario ayudará a conocer el nivel de conocimiento del personal operativo acerca del proceso productivo de la empresa Mochica Ladrillos y Agregados EIRL, para lo cual, se solicita responder el siguiente cuestionario.

Edad: -----

1. ¿Cuál es su antigüedad laboral dentro de la empresa?

2. ¿Usted sabe la cantidad que se debe de producir antes de empezar sus actividades?

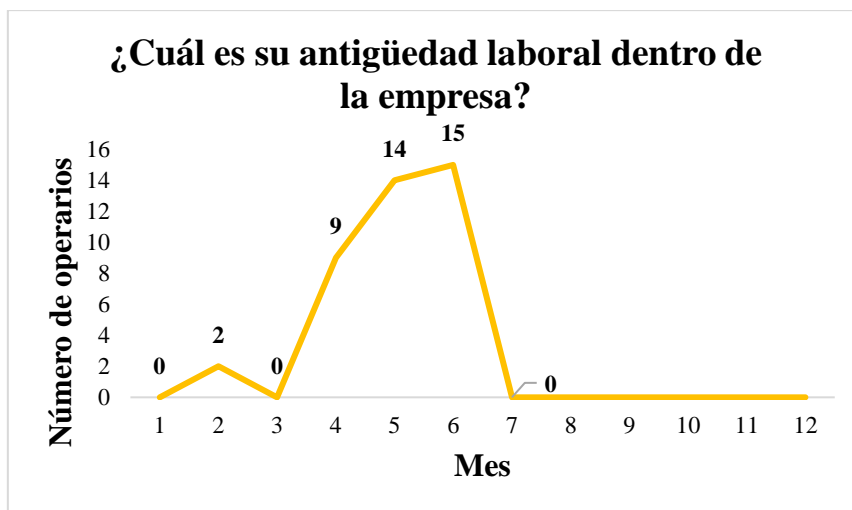
3. ¿Cuál es la producción diaria promedio que tiene la empresa?

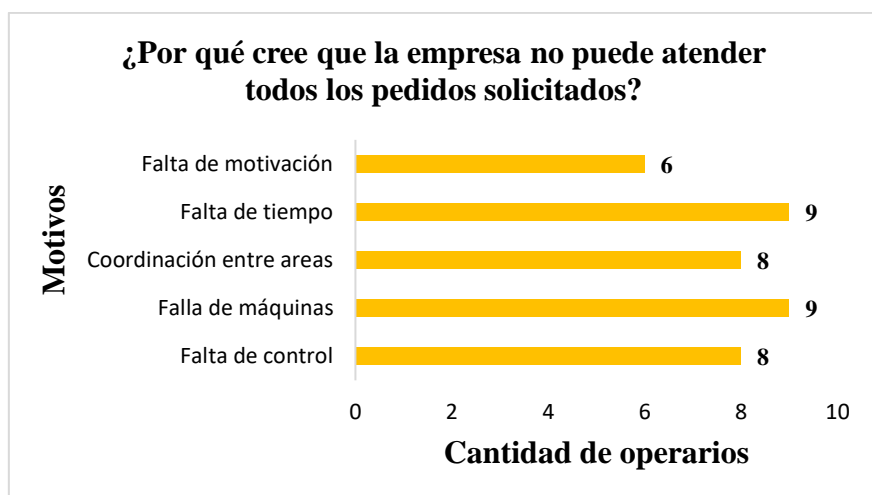
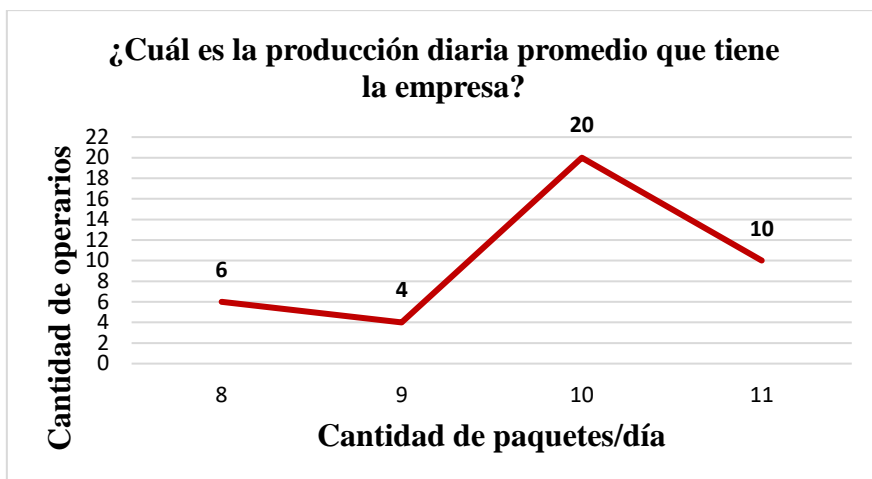
4. ¿Usted sabe cuál debe ser la humedad de la masa para el ladrillo?

5. ¿Por qué cree que la empresa no puede atender todos los pedidos solicitados?

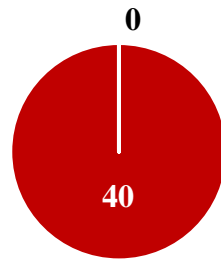
6. ¿Ha recibido alguna capacitación por parte de la empresa?

7. Si la respuesta es sí, ¿cuál fue el tema de capacitación? ¿quién la brindó?

Anexo 24: Análisis de resultados de la encuesta



¿Ha recibido alguna capacitación por parte de la empresa?



■ NO ■ SI