

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL  
LADRILLO PANDERETA EN LA EMPRESA LADRILLOS TAYSON  
S.A.C. PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS**

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

**AUTOR**

**MARCIAL HUMBERTO GUERRERO SANDOVAL**

**ASESOR**

**ÓSCAR KELLY VÁSQUEZ GERVAZI**

**<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>**

**Chiclayo, 2020**

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO  
DEL LADRILLO PANDERETA EN LA EMPRESA LADRILLOS  
TAYSON S.A.C. PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS  
ECONÓMICAS**

PRESENTADA POR:

**MARCIAL HUMBERTO GUERRERO SADOVAL**

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

APROBADO POR:

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Edwar Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Óscar Kelly Vásquez Gervasi

ASESOR

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por ayudarme y darme fuerzas en salir adelante, por darme voluntad y sabiduría para poder lograr culminar mis estudios.*

*A mi hija Kelly Guadalupe Guerrero Vera, por ser mi motor y motivo para poder salir adelante y dar todo de mí y siempre pensando en el bienestar de ella.*

*A mi madre Kelly Teresa Sandoval Tapia, por el apoyo y cariño en cada etapa de mi vida y a la vez por sus conocimientos y consejos que me transmitió para tomar buenas decisiones.*

*A mi padre Marcial A. Guerrero Vásquez, por el apoyo y cariño incondicional en cada etapa de mi vida, por transmitirme sus experiencias y conocimientos que junto con sus consejos supe que decisiones correctas debí tomar.*

*A mis hermanos Bexy Consuelo Guerrero Sandoval, José Eduardo Guerrero Sandoval por su apoyo y cariño que me demuestran.*

*A aquellas personas que confiaron y creyeron en mí en todo momento para poder así salir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por darme la voluntad y fuerzas para seguir adelante en mi vida profesional.*

*A la empresa “LADRILLOS TAYSON S.A.C.” por permitirme el acceso y poder acceder a los datos importantes y necesarios para el desarrollo de la presente tesis.*

*A mis padres Marcial Guerrero Vásquez y Kelly Teresa Sandoval Tapia, por todo su amor y apoyo que me brindan día a día y por darme ese apoyo incondicional para poder seguir adelante en mi desarrollo profesional.*

*A mí querida hija Kelly Guadalupe Guerrero Vera por ser mi motor y motivo para poder salir adelante y lograr todo lo propuesto.*

*A mi asesor de tesis, Ingeniero Oscar Kelly Vásquez Gervasi, por sus consejos, guías y su apoyo constante para poder culminar la presente tesis.*

## **PRESENTACIÓN**

La presente tesis, es el estudio en que se llega a concretizar y aplicar las ideas y teorías adquiridas en los cinco años de carrera profesional, estos fueron obtenidos en la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y en la cual se aplicó en la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C.

El trabajo de investigación lleva como título “PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL LADRILLO PANDERETA EN LA EMPRESA LADRILLOS TAYSON S.A.C. PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS”, con la finalidad de mejorar los indicadores de producción y la eficiencia durante el proceso productivo del ladrillo pandereta, asegurando así reducir las pérdidas económicas obtenidas durante el proceso productivo.

En el proyecto se realizó el diagnóstico, en el cual se describe la situación actual con el que cuenta la empresa obteniendo indicadores de capacidad, productividad, eficiencia, etc; en los cuales se refleja la baja eficiencia del proceso productivo del ladrillo pandereta. Posteriormente, se indican las propuestas que llevarán a una mejora del proceso, para así aumentar la baja eficiencia y finalmente se realiza un análisis costo beneficio de la mejora del proyecto.

Autor: Marcial Humberto Guerrero Sandoval

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo el análisis del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada en la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. con el objetivo principal de reducir las pérdidas económicas producto de la merma generada en el proceso. En este análisis se tiene como primer objetivo el diagnóstico actual con el que cuenta la empresa, lo que permitió identificar los problemas principales por el cual se reduce la eficiencia del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada y en el que se identificó indicadores de eficiencia, producción, productividad y por último la capacidad de la planta.

Identificando los problemas con los que cuenta el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, se realizó un diagrama de análisis de proceso en la cual se determinó que la etapa limitante en el proceso es la etapa de cocción con un ciclo de 130 h, debido a que la empresa no lleva un control industrial y lo desempeña de forma artesanal. Otra etapa limitante es la del secado y cocción ya que el operario lo trabaja de forma empírica, sin tener conocimiento previo solo basándose en la experiencia, en la cual genera mermas dando así un costo no recuperado para la empresa.

Una vez ya identificado las actividades limitantes en dichas etapas, se propone implementar un proceso adecuado y capacitaciones constantes en las etapas de cocción y secado. También en la etapa de cocción se implementó termocuplas que ayudan al control adecuado de la temperatura en el horno para así no tener mermas en el horno, esto redujo el cuello de botella de 130 h a 100 h, dando así el incremento de la eficiencia física de 77% a 85%, el aumento de la producción de 4,437 lote/mes a 5,76 lote/mes. Además se desarrollaron registros para llevar el control en las diferentes etapas, tales como mezcla, cocción, secado y extrusión para así poder llevar un control adecuado de la producción.

Por último se realizó un análisis costo beneficio de la propuesta implementada en la empresa, y ésta cuenta con una inversión de S/. 11 212 en la cual se recupera en el primer año. Como ingresos se tuvo un total de S/. 1 200,990 y en egresos se tuvo un total de S/. 301,590.36 dando así un costo beneficio de S/. 3,98 por cada sol invertido.

**Palabras claves:** Ladrillo Pandereta rayada, secado, cocción, producción

## ABSTRACT

The present research work, the analysis of the productive process of the striped tambourine brick in the company LADRILLOS TAYSON S.A.C. with the main objective of reducing economic losses due to the loss generated in the process. This analysis has as its first objective the current diagnosis that the company has, which allowed to identify the main problems by which the efficiency of the production process of the striped tambourine brick is reduced and in which efficiency, production indicators were identified, productivity and finally the capacity of the plant.

Identifying the problems with the production process of the striped tambourine brick, a process analysis diagram was made in which it was determined that the limiting stage in the process is the cooking stage with a cycle of 130 h, because The company does not have an industrial control and performs it by hand. Another limiting stage is that of drying and cooking since the operator works it empirically, without having previous knowledge only based on experience, in which it generates losses thus giving an unrecoverable cost to the company.

Once the limiting activities in these stages have already been identified, it is proposed to implement an adequate process and constant training in the cooking and drying stages. Also in the cooking stage thermocouples were implemented that help the proper control of the temperature in the oven so as not to have waste in the oven, this reduced the bottleneck from 130 h to 100 h, thus giving the increase of the physical efficiency of 77% to 85%, the production increase from 4,437 lot / month to 5.76 lot / month. In addition, records were developed to keep track of the different stages, such as mixing, cooking, drying and extrusion in order to maintain adequate production control.

Finally, a cost-benefit analysis of the proposal implemented in the company was carried out, and it has an investment of S /. 11 212 in which he recovers in the first year. As income, a total of S /. 1 200,990 and in expenditures there was a total of S /. 301,590.36 thus giving a cost benefit of S /. 3.98 for each sun invested.

**Keywords:** Brick Tambourine striped, dried, cooking, production

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>II.</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA</b> .....	17
2.1.	ANTECEDENTES .....	17
2.2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	19
2.2.1.	Ladrillo.....	19
2.2.2.	Sistema Productivo.....	19
2.2.3.	Producción.....	19
2.2.4.	Productividad .....	19
2.2.5.	Método de trabajo.....	20
2.2.6.	Merma .....	20
2.2.7.	Eficiencia.....	20
2.2.7.1.	Eficiencia Económica.....	20
2.2.7.2.	Eficiencia Física .....	20
2.2.8.	Capacidad .....	21
2.2.8.1.	Capacidad proyectada.....	21
2.2.8.2.	Capacidad utilizada .....	21
2.2.8.3.	Capacidad efectiva .....	21
2.2.8.4.	Capacidad ociosa.....	21
2.2.9.	Six Sigma .....	21
2.2.10.	Diagrama de procesos de producción.....	21
2.2.10.1.	Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) .....	21
2.2.10.2.	Diagrama de análisis del proceso (DAP).....	22
2.2.10.3.	Diagrama de recorrido.....	22
2.2.11.	Estudio de tiempos .....	23
2.2.12.	Tiempo Estándar .....	23
2.2.13.	Diagrama Causa – Efecto.....	23
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	25
3.1.	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	25
3.1.1.	La empresa .....	25
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO .....	27
3.2.1.	Productos.....	27
3.2.2.	Recursos del proceso.....	30
3.2.2.1.	Materiales .....	30
3.2.2.2.	Insumos .....	32

3.2.2.2.1.	Maquinaria .....	32
3.2.2.2.2.	Suministros.....	33
3.2.2.2.3.	Mano de obra.....	33
3.2.3.	Descripción del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.....	36
3.2.3.1.	Actividades de producción.....	36
3.2.3.2.	Funciones de los operarios en el proceso productivo.....	42
3.2.3.3.	Sistema de Producción. ....	42
3.2.3.4.	Análisis del proceso de producción.....	43
3.2.3.5.	Estudio de tiempos. ....	43
3.2.4.	Análisis del proceso. ....	45
3.2.4.1.	Balance de materia .....	45
3.2.4.2.	Diagrama de bloque del proceso. ....	47
3.2.4.3.	Diagrama de operaciones. ....	48
3.2.4.4.	Diagrama de análisis del proceso. ....	50
3.2.4.5.	Diagrama de recorrido actual .....	53
3.2.5.	Indicadores actuales de producción y productividad.....	54
3.2.5.1.	Indicadores de producción.....	54
3.2.5.2.	Indicadores de productividad. ....	54
3.2.5.3.	Indicadores de eficiencia. ....	57
3.2.5.4.	Indicadores de capacidad.....	58
3.2.5.5.	Indicadores de tiempo. ....	60
3.2.5.6.	Resumen de indicadores actuales.....	60
<b>3.3.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS .....</b>	<b>62</b>
3.3.1.	Diagrama de ishikawa .....	62
3.3.2.	Cuadro de Problemas, Causas y Propuestas.....	63
3.3.3.	Problema, causas y propuestas de solución en el sistema de producción.....	64
3.3.3.1.	Problema I: Merms generadas en la etapa de cocción y secado en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C.....	64
3.3.3.2.	Problema II: Falta de capacitación del personal en el área de secado y cocción. ....	65
3.3.3.3.	Problema III: Desproporción en la mezcla de materia prima en la etapa de mezclado para el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.....	66
3.3.3.4.	Problema IV: Tiempos no estandarizados.....	68
3.3.3.5.	Problema V: Excesivo transporte de etapa en etapa por la mala distribución de planta con la que cuenta la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. ....	69
<b>3.4.</b>	<b>DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA LADRILLOS TAYSON S.A.C.....</b>	<b>71</b>

3.4.1.	Propuesta de establecer un procedimiento de método de trabajo en la etapa de cocción y secado en la empresa Ladrillos Taysons S.A.C. ....	71
3.4.1.1.	Propuesta de un procedimiento instructivo de método de trabajo en la etapa de cocción. ....	72
3.4.1.2.	Propuesta de establecer un procedimiento de método de trabajo en la etapa de secado .....	73
3.4.1.3.	Propuesta de equipos de medición de temperatura en la etapa de cocción: .....	74
3.4.1.4.	Propuesta de registro diario de control en la etapa de cocción.....	76
3.4.2.	Propuesta de capacitaciones .....	77
3.4.2.1.	Procedimiento para las capacitaciones. ....	77
3.4.2.2.	Plan de capacitaciones.....	78
3.4.3.	Propuesta de registro de control en la etapa de mezclado de materia prima. ....	79
3.4.3.1.	Registro en la etapa de mezclado de materia prima .....	79
3.4.3.2.	Registro diario de control de producción. ....	80
3.4.4.	Estandarización de tiempos. ....	81
3.4.4.1.	Tiempo promedio de la propuesta. ....	81
3.4.4.2.	Tiempo normal de la propuesta. ....	81
3.4.4.3.	Tiempo estándar de la propuesta. ....	83
3.4.5.	Propuesta de una nueva distribución de planta.....	84
3.4.5.1.	Nueva distribución de planta.....	84
3.4.5.2.	Nuevo diagrama de recorrido del proceso mejorado del ladrillo pandereta rayada .....	87
3.4.6.	Diagrama de Análisis de Proceso mejorado.....	88
<b>3.5.</b>	<b>NUEVOS INDICADORES</b> .....	<b>90</b>
3.5.1.	Indicadores de producción.....	90
3.5.2.	Indicadores de productividad. ....	91
3.5.3.	Indicadores de eficiencia. ....	93
3.5.4.	Indicadores de capacidad.....	94
3.5.5.	Indicadores de tiempo. ....	95
3.5.6.	Cuadro comparativo de indicadores .....	96
<b>3.6.</b>	<b>ANÁLISIS COSTO BENEFICIO</b> .....	<b>98</b>
3.6.1.	Ingresos. ....	98
3.6.2.	Egresos. ....	98
3.6.3.	Periodo de recuperación de la inversión: .....	101
<b>3.7.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA</b> .....	<b>102</b>
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>103</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>105</b>

<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>106</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Símbolos para el DOP .....	22
Tabla 2. Símbolos para el DAP .....	22
Tabla 3. Ficha técnica del ladrillo pandereta rayada .....	27
Tabla 4. Ficha Técnica del Ladrillo King Kong.....	28
Tabla 5. Ficha Técnica del Ladrillo Techo 12.....	28
Tabla 6. Ficha Técnica del Ladrillo Techo 15.....	28
Tabla 7. % de desecho emitido en el proceso productivo del ladrillo pandereta. ....	29
Tabla 8. Desperdicios en el proceso productivo del ladrillo pandereta.....	29
Tabla 9. Maquinarias.....	32
Tabla 10. Número de operarios en el Proceso de Producción.....	34
Tabla 11. Personal en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. ....	35
Tabla 12. Característica en la etapa de dosificación de Arcilla.....	36
Tabla 13. Característica en la etapa de molienda .....	37
Tabla 14. Característica en la etapa de tamizado .....	38
Tabla 15. Característica en la etapa de mezclado o Amasado.....	38
Tabla 16. Característica en la etapa de extrusión o Moldeado .....	38
Tabla 17. Característica en la etapa de cortado .....	39
Tabla 18. Característica en la etapa de secado .....	40
Tabla 19. Característica en la etapa de cocción.....	40
Tabla 20. Característica en la etapa de enfriado.....	41
Tabla 21. Funciones de los operarios en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada. ..	42
Tabla 22. Número de ciclos recomendados.....	43
Tabla 23. Tiempo promedio del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.....	44
Tabla 24. Productividad de Materia Prima en el periodo Enero – Agosto.....	55
Tabla 25. Resumen de costos en el periodo Enero – Agosto .....	56
Tabla 26. Eficiencia física del proceso productivo del ladrillo pandereta en el periodo Enero – Agosto .....	57
Tabla 27. Ventas y Costos del ladrillo pandereta rayada en el periodo Enero – Agosto .....	58
Tabla 28. Producción en el periodo Enero – Agosto.....	58
Tabla 29. Cuadro resumen de indicadores actuales .....	60
Tabla 30. Identificación del problema general, causas y posibles soluciones.....	63
Tabla 31. Grado instructivo del personal de secado y cocción. ....	65
Tabla 32. Verificación de tema de capacitación.....	65
Tabla 33. Distancia y tiempo de transporte.....	69
Tabla 34. Procedimiento del método de trabajo en la etapa de cocción.....	72
Tabla 35. Procedimiento del método de trabajo en la etapa de secado .....	73
Tabla 36. Ficha técnica del termómetro digital LUTRON BTM4208SD .....	74
Tabla 37. Ficha técnica del termómetro digital modelo: K Center 308 .....	74
Tabla 38. Ficha técnica del termopar tipo K .....	75
Tabla 39. Registro diario de quemado de horno .....	76
Tabla 40. Procedimiento para las capacitaciones.....	77
Tabla 41. Plan de capacitación.....	78
Tabla 42. Registro de control en la etapa de mezclado .....	79
Tabla 43. Registro diario de control de producción .....	80
Tabla 44. Tiempo promedio del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.....	81

Tabla 45. Factor de calificación del desempeño del ladrillo Pandereta rayada.....	82
Tabla 46. Tiempo Normal del ladrillo Pandereta rayada. ....	82
Tabla 47. Factor del suplemento .....	83
Tabla 48. Tiempo estándar .....	84
Tabla 49. Codificación de relación de cercanía entre áreas .....	84
Tabla 50. Valoración de la relación de cercanías de áreas.....	85
Tabla 51. Identificación de las áreas de la empresa .....	86
Tabla 52. Nuevos tiempos promedios de cada actividad .....	90
Tabla 53. Productividad de Materia Prima en el periodo Enero – Agosto.....	91
Tabla 54. Resumen de costos en el periodo Enero – Agosto .....	92
Tabla 55. Eficiencia física mejorada del proceso productivo del ladrillo pandereta en el periodo Enero – Agosto.....	93
Tabla 56. Ventas y Costos del ladrillo pandereta en el periodo Enero – Agosto .....	94
Tabla 57. Resumen de indicadores antes y después de la mejora .....	96
Tabla 58. Proyección de demanda e ingresos.....	98
Tabla 59. Costo de producción actual .....	98
Tabla 60. Costo de materiales e insumos .....	99
Tabla 61. Costo de producción de la mejora .....	99
Tabla 62. Inversión.....	99
Tabla 63. Flujo de caja de la propuesta .....	100
Tabla 64. Flujo de caja de la propuesta.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Causa – Efecto .....	24
Figura 2. Ubicación de la Planta. ....	25
Figura 3. Organigrama de la Empresa.....	26
Figura 4. Porcentaje de mezcla de materia prima actual.....	31
Figura 5. Etapa de dosificación de la mezcla .....	36
Figura 6. Etapa de molienda.....	37
Figura 7. Etapa de Tamizado.....	37
Figura 8. Etapa de mezclado .....	38
Figura 9. Etapa de moldeado.....	39
Figura 10. Etapa de cortado.....	39
Figura 11. Etapa de secado.....	40
Figura 12. Etapa de cocción. ....	41
Figura 13. Etapa de enfriado. ....	41
Figura 14. Balance de Materia. ....	45
Figura 15. Diagrama de bloque del proceso.....	47
Figura 16. Diagrama de operaciones.....	48
Figura 17. Diagrama de análisis del proceso.....	50
Figura 18. Diagrama de recorrido del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada. ....	53
Figura 19. Diagrama de ishikawa.....	62
Figura 20. % de mezcla actual .....	67
Figura 21. % de mezcla según NTP 399.613:2017 .....	67
Figura 22. Diagrama de hilos .....	86
Figura 23. Diagrama de recorrido del proceso mejorado del ladrillo pandereta rayada .....	87
Figura 24. Diagrama de análisis de proceso mejorado.....	88

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los ladrillos existen desde hace tiempo atrás, pero manipulación ha ido transformando con el pasar del tiempo, se convirtió en una de las industrias más productivas y hoy en día la fabricación del ladrillo cerámico se ha hecho más práctica y existe en todo el mundo. La fabricación del ladrillo cerámico sigue etapas continuas en la cual se describen en el desarrollo de la tesis.

Hoy en día, la industria del ladrillo mueve un aproximado de 9,5 millones de toneladas en el año, lo que significa en términos monetarios un aproximado de S/. 1,600 millones, esto lo estimó la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú (ALACEP)

Muchas de las empresas del rubro constructor que laboran en Perú, adquieren el ladrillo cerámico como un material de suma importancia para la actividad que desempeñan. Este producto, cumple una función estructural muy importante en las construcciones. Sin embargo el ladrillo cerámico puede usualmente ser cuestionado en cuanto a características y propiedades dependiendo a la norma establecida.

La empresa “LADRILLOS TAYSON S.A.C.” se encuentra en el rubro cerámico en la cual se dedicada principalmente a la fabricación y comercialización de productos hechos a base de arcilla y tierra para el sector de la construcción. Se encuentra ubicada en la Carretera Panamericana Norte KM. 807 Lambayeque – Mórrope

El ladrillo elaborado por la empresa, utiliza una mezcla a base de arcilla, tierra amarilla, tierra negra y caolín; siendo el ladrillo a investigar el ladrillo pandereta rayada ya que es el producto de mayor producción.

Actualmente, la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. presenta problemas en el proceso productivo, una de ella es en la etapa de mezclado, ya que existen desproporciones a la hora de elaborar la mezcla de materia prima pues lo realizan de manera empírica, éste problema trae consecuencias en el proceso de amasado debido a que si la mezcla está mal elaborada obstruirá dicha etapa.

Actualmente la empresa cuenta con una eficiencia física de producción de 77%, por ellos se vio en la necesidad de realizar la mejora en el sistema productivo con el objetivo principal de reducir las pérdidas económicas.

La baja eficiencia en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, se debe a una serie de problemas y fallas en el proceso productivo, entre los problemas más frecuentes tenemos: el excesivo porcentaje de merma en la etapa de secado y de cocción debido a la mala manipulación del ladrillo crudo, mala distribución de planta con el que cuenta la empresa. Es por ello que afectan de manera directa en los indicadores de producción, esto genera pérdidas económicas en el proceso productivo y una baja eficiencia en el proceso de producción.

Debido al problema ya descrito anteriormente, se llega a la pregunta: ¿Cómo mejorar el proceso productivo del ladrillo Pandereta en la empresa “LADRILLOS TAYSON S.A.C.” para reducir las pérdidas económicas?, por ello, el objetivo principal es reducir las pérdidas económicas originado en el proceso productivo en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. Para ello se realizó el diagnóstico de la situación actual con el que cuenta la empresa, determinando los indicadores de producción, eficiencia, productividad, capacidad. Posteriormente, se evaluó los problemas con los que cuenta la empresa y se desarrollaron propuestas de mejora para el proceso productivo del ladrillo pandereta. Y por último, se evaluó el Costo – Beneficio de la propuesta, obteniendo un valor de S/ 3,031

El presente proyecto de investigación, se logra evidenciar la baja eficiencia del sistema productivo del ladrillo pandereta en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. por lo que el desarrollo de la propuesta de mejora del proceso productivo de ladrillos pandereta, ofrece una oportunidad a la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. para poder determinar las fallas que existen en el proceso productivo del ladrillos pandereta.

## II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1. ANTECEDENTES

Vipulkumar and Thakkar [1] “*5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company*”. La investigación, se llevó a cabo para desarrollar la metodología de 5S de Lean Manufacturing para dar solución a los problemas de una fábrica que elabora materiales cerámicos en la India con el fin de aumentar dicha eficiencia del proceso productivo y las pérdidas originadas en la empresa. Los objetivos del trabajo de investigación son reducir los desperdicios originados en el proceso productivo y mantener un control adecuado en el proceso productivo, mejorar las instalaciones que funcionan como almacenamiento de Materia Prima y de Producto Terminado. Se muestran fotografías de antes y después para llevar a cabo la aplicación de la metodología 5S en la empresa. La implementación de las 5S se ha llevado a cabo en las áreas de almacén y aisladores. Luego de implementar la metodología de las 5S en las áreas de almacén, se ahorró un espacio es del 12,91% y también se redujeron desperdicios en el proceso y en el área de aisladores, el trabajo se hizo eficaz y eficiente.

Guerrero, Espinel y Sánchez [2] Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. Ésta investigación tiene como objetivo determinar la relación que existe entre las propiedades de un bloque de cerámica y la temperatura en la cual se llevó a cabo la cocción. Se utilizó un sistema Labview para poder registrar la temperatura que se desarrolla en el horno, posteriormente se evaluó la curva de temperatura ideal para la cocción de los bloques de cerámica. Finalmente se tomó las muestras del producto final basado en las normas técnicas NTC 4017 y NTC 4205 para así poder determinar las propiedades que componen el bloque. Como resultado se obtuvo la tasa de absorción, la ruptura y la resistencia del bloque. Se concluyó que los bloques de cerámica cocinados a más de 1000°C tienen un módulo de ruptura mayor a 1,54 MP, sin embargo, los bloques de cerámica cocinados a menor temperatura presentan una tasa de absorción inicial más alta ( $0,37 \frac{gr}{cm^2}$ ) y la mejor resistencia a la compresión 7,28 MP

Sanchez, Orozco y Peñaloza [3], en su investigación determinada “Evaluación de mezcla de arcilla para la fabricación de ladrillos refractarios que sirvan para la reconversión tecnológica de los hornos utilizados en norte de Santander” está basada en la fabricación de los ladrillos refractarios elaborados por la empresa. Su proceso inicia con la selección de materia prima de la región, en la cual se determina las características de la materia prima a través de diferentes ensayos, tales como: pérdidas por calcinación en la etapa de cocción, absorción de agua y la contracción en cocido. Se mezclaron dichas materias primas a nivel de laboratorio, dichas probetas fueron caracterizadas y finalmente se seleccionó la mezcla apropiada para la elaboración de ladrillo refractario a escala real. Finalmente se determinó que con dicha mezcla apropiada, los ladrillos llegan a soportar temperaturas de 1305 °C a 1400 °C.

J. Rodríguez, F. Diego, C. Martínez, L. Méndez y M. Aguilar [4]. Como objetivo principal es la evaluación de la calidad del ladrillo cerámico en diversas partes del horno de cocción, se realizó la evaluación el proceso de cocción. Luego se realizó pruebas con un % de aserrín empleando un soplador oscilante. Además, se realizó la medición de la temperatura en el interior y en la superficie del ladrillo cerámico ubicado en la parte central del horno, dando así un seguimiento durante la cocción y se evaluó la calidad del ladrillo con la relación de acuerdo a la ubicación dentro del horno. Cada actividad del proceso de cocción del ladrillo, se identificó con cambios en la temperatura registrada por los termocuplas. Finalmente, la calidad con la que cuenta el ladrillo se le hizo relación con la ubicación dentro del horno y por la secuencia de la temperatura durante la etapa de cocción. Con el monitoreo de la temperatura dentro del horno, fue posible modificar algunas cosas dentro de la etapa de cocción obteniendo así piezas de primera calidad y evitar ladrillo rocochos o mal cocinados.

R. Snee [5] “*Lean Six Sigma—getting better all the time*” El objetivo principal es utilizar el método para mejorar el rendimiento. El desarrollo de Lean Six Sigma se revisa incluyendo los orígenes del método, el qué, el por qué y los beneficios del método, cómo el enfoque es diferente, la integración de Lean y Six Sigma, errores de implementación, lecciones aprendidas y desarrollos necesario para el futuro. Esto nos indica que la mejora es mucho más efectiva cuando se aborda de manera adecuada la mejora en todas las partes que comprende la organización utilizando una metodología de mejora integral como Lean Six Sigma. La mejora debe contener el flujo de información y materiales a través de

procesos, así como la mejora de las actividades del proceso de valor agregado que crean el producto para el cliente. Esto conduce naturalmente a hacer que la mejora sea un proceso comercial planificado, operado y revisado como cualquier otro proceso comercial importante.

## 2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.2.1. Ladrillo

Moreno [6]. Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcción es por ser su forma regular y fácil su manejo (Moreno, 1981).

### 2.2.2. Sistema Productivo

Rojas [7]. Se inicia al formularse un objetivo y elegir el producto que se comercializará. El producto exige un procedimiento específico, y éste debe ser el más económico posible, teniendo en cuenta la capacidad del sistema, la ubicación escogida para la empresa, el pacto de las instalaciones locales, y el sostén de los materiales. Para que un sistema productivo crezca es preciso que su desarrollo marche a la par de la investigación.

### 2.2.3. Producción

La producción es la aplicación del ingenio y trabajo del hombre para agregarle valor a un bien y obtener productos y/o servicios aptos para satisfacer las propias necesidades. La producción no solamente comprende la transformación intrínseca de los bienes sino también todo lo que prepara su utilización pertinente a tiempo y espacio, por lo tanto, contiene también el almacenamiento, la distribución en las cantidades requeridas y el transporte. Los factores originales de la producción, considerados irreducibles o de último orden son la naturaleza, el trabajo, y el capital. [7] La fórmula está establecida por la siguiente manera:

$$\textit{Producción} = \frac{\textit{Total de unidades producidas}}{\textit{Periodo de tiempo}}$$

### 2.2.4. Productividad

Galindo, Mariana y Ríos [8]. La productividad es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad involucra que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se

puede producir más con lo mismo. En términos económicos, la productividad es todo aumento en producción que no se explica por extensiones en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir. Esto se puede expresar algebraicamente como:

$$Productividad = \frac{Producción\ total}{Insumo\ total}$$

#### 2.2.5. Método de trabajo

Meyers [9]. Es la combinación específica de distribución y condiciones de trabajo, material y equipos, herramientas y trayectorias y movimientos implicados en la realización de una determinada operación. Generalmente suele disponerse de varios métodos para una sola operación o trabajo, por lo que siempre debe llevarse a cabo un estudio para determinar el mejor método a usar de acuerdo a un factor determinado.

#### 2.2.6. Merma

Valdivia y Ferrer [10]. La merma es considerada como reducción o pérdida física, en el volumen, cantidad o peso de las reservas ocasionadas por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo y conlleva a una pérdida económica.

#### 2.2.7. Eficiencia

Álvarez [11]. La eficiencia es un concepto referente a la obtención de resultados en relación al uso de los recursos. Se define por la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Productos\ resultantes}{Productos\ utilizados}$$

##### 2.2.7.1. Eficiencia Económica

Es la relación entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta. La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios ( $E_e > 1$ ).

$$Eficiencia\ económica = \frac{Ingresos\ o\ Ventas\ (S/.)}{Costos\ o\ Egresos\ (S/.)}$$

##### 2.2.7.2. Eficiencia Física

Relación aritmética entre la cantidad de materia prima existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia prima, o insumos, empleados. Por lo tanto la eficiencia física es menor o igual a uno ( $E_f \leq 1$ ).

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{kg de mezcla de salida}}{\text{kg de mezcla de entrada}}$$

#### 2.2.8. Capacidad

Es el número de unidades que una instalación puede producir, almacenar en un determinado periodo. [7]

##### 2.2.8.1. Capacidad proyectada

Es la máxima producción, en términos teóricos, que se puede obtener en un periodo de tiempo determinado.

##### 2.2.8.2. Capacidad utilizada

Es la capacidad actual con el que cuenta la empresa.

##### 2.2.8.3. Capacidad efectiva

Es la capacidad que la empresa espera alcanzar, según sus productos.

##### 2.2.8.4. Capacidad ociosa

Es la diferencia entre la capacidad real y la capacidad utilizada.

#### 2.2.9. Six Sigma

Gutiérrez y de la Vara [12]. Six sigma es una estrategia de mejora continua que busca identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos de negocio, enfocándose en los aspectos que son críticos para el cliente. La estrategia six sigma se basa en métodos estadísticos rigurosos que emplean herramientas de calidad y análisis matemático, ya sea para diseñar productos y procesos o para mejorar los ya existentes. Esta estrategia requiere que perfeccionen las salidas del proceso mediante un enfoque en las entradas y procesos implicados.




#### 2.2.10. Diagrama de procesos de producción

García [13]. Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una serie de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento; identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el estudio, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

##### 2.2.10.1. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo, la situación de cada paso, el tiempo requerido o si los ciclos de fabricación son los convenientes. [13]. Se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1. Símbolos para el DOP








ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADOS
Operación		Indica los pasos principales del proceso, procedimiento o método en el proceso.
Inspección		Indica la verificación de la cantidad y calidad del producto.
Combinada 2		Indica transporte u operación que se lleva acabo de manera simultanea

Fuente: García Criollo, 2005

### 2.2.10.2. Diagrama de análisis del proceso (DAP)

Es la representación gráfica de la operación, inspección, transporte, demora y almacenes que involucran en un proceso productivo. Además, incluye la información que sea necesaria para el análisis de proceso. Por ejm; la distancia recorrida o el tiempo. [13]. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Símbolos para el DAP

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADOS
Operación		Indica los pasos principales del proceso, procedimiento o método en el proceso.
Transporte		Indica el desplazamiento de los recursos y materiales de un lugar a otro.
Inspección		Indica la verificación de la cantidad y calidad del producto
Demora		Indica la inactividad de un recurso o material durante el proceso
Almacén		Indica el depósito de un recurso o material en almacén, donde se recibe y se entrega mediante de un documento de autorización.
Combinada 1		Indica una inspección u operación que se lleva acabo de manera simultánea.
Combinada 2		Indica el transporte en conjunto con una operación que se lleva acabo simultáneamente.

Fuente: García Criollo, 2005

### 2.2.10.3. Diagrama de recorrido

Es el esquema de distribución de planta que es utilizada para completar el análisis del proceso productivo. Se elabora un plano, donde se indican las áreas, instalaciones y maquinarias con los que cuenta la fábrica. Sobre el plano se plasma los movimientos por medio de líneas y cada actividad se identifica por los símbolos empleados en el diagrama de análisis del proceso (DAP) [13]

### 2.2.11. Estudio de tiempos

Es una técnica que sirve para determinar la mayor exactitud posible, en la cual se parte de un número determinado de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. [13]

### 2.2.12. Tiempo Estándar

Heizer y Barry [14] Los tiempos estándares de trabajo son intervalos de tiempo necesarios para realizar un trabajo o parte de un trabajo. Cada empresa tiene tiempos estándares de trabajo, aunque puede existir alguna variación entre los métodos establecidos por métodos informales y los establecidos por métodos profesionales. (Heizer et al, 2001)

### 2.2.13. Diagrama Causa – Efecto.

Gutierrez, Humberto y Román. [15] El diagrama de causa efecto o el diagrama de Ishikawa (Ver Figura 1), es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan al problema bajo análisis y de esta forma, se evita el error de buscar directamente las soluciones sin debatir cuales son las verdaderas causas.

- **Causas de maquinaria:** Son las máquinas y herramientas que se utilizan durante el proceso productivo. Las averías producidas en cada máquina, están relacionadas con obsolescencia de las máquinas y herramientas y con las acciones de mantenimiento, entre otros.
- **Causa de mano de obra:** Aquí intervienen el factor humano, se puede mencionar la falta de habilidades para desempeñar su trabajo, la falta de experiencia o el grado de instrucción.
- **Causas de materiales:** Los materiales, son otro de los posibles focos en los que puede surgir la causa de la raíz de un problema, por ellos se debe controlar con un sistema de trazabilidad durante el proceso para así poder controlar ciertas especificaciones de producción.
- **Causas del Método:** Están relacionadas con la forma del trabajo del equipo o el método de trabajo que se emplea.

- **Causas de Medida:** En los procesos industriales, los problemas que intervienen en los sistemas de medición pueden u ocasionan pérdidas de suma importancia en la eficiencia con la que cuenta la planta.

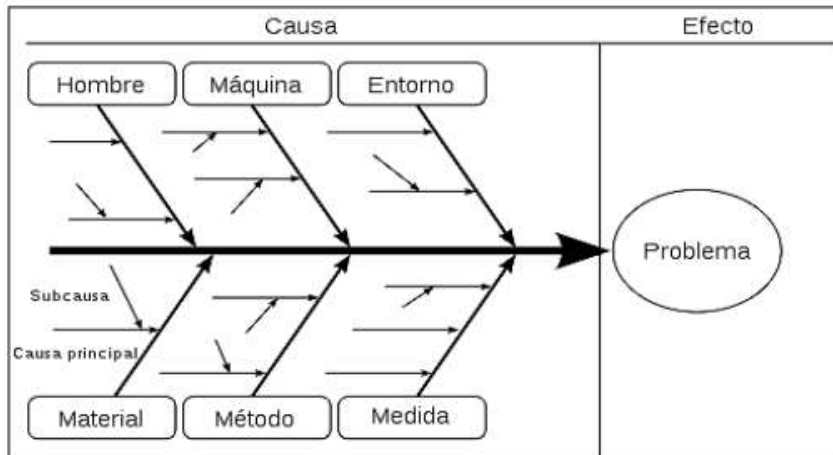


Figura 1. Diagrama Causa – Efecto  
Fuente: Gutierrez, Humberto y Román (2009).

#### 2.2.14. Distribución de Planta

Arroyo y Torres [16], la distribución de planta se realiza de acuerdo al número de actividades a efectuar en el proceso productivo, de manera que aporte a la empresa un acrecentamiento en la eficiencia, y por lo tanto en la competitividad, y que permita hacer frente al inesperado mercado consumidor. Una adecuada distribución de planta permite reducir los requerimientos de espacios, realizar menos desplazamientos y tener un buen control del material, brindar una mayor seguridad a los trabajadores, disminuyendo los retrasos y la congestión, facilitando, de igual manera, el mantenimiento y los ajustes en el proceso.

#### 2.2.15. SLP.

Muther [17]. Existe una gran diversidad de métodos para la solución de problemas relacionados con la distribución de planta, sin embargo, el más conocido y del cual se tiene un mayor registro de utilización, además de ser el más completo es sin duda el método Systematic Layout Planning o Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (S.L.P.), método desarrollado por Richard Muther. Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución con una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

##### 3.1.1. La empresa

- **Nombre:** Ladrillos Tayson S.A.C.
- **RUC:** 20601900654
- **Gerente General:** Bravo Alarcón Manuel Yvan
- **Tipo de contribuyente:** Sociedad Anónima Cerrada.
- **Teléfono:** 920035146 – 935556539
- **Breve descripción:** La empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. se encuentra en el rubro cerámico en la cual se dedicada principalmente a la fabricación y comercialización de productos hechos a base de arcilla y tierra para el sector de la construcción. Actualmente cuenta con una línea de producción de 5 etapas (recepción, molienda, mezclado, secado y cocción) en el cual trabajan 6 días a la semana, de lunes a sábado, con 10 horas diarias completando 60 horas semanales. Dicha empresa se encuentra ubicada en la Carretera Panamericana Norte KM. 807 Lambayeque – Mórrope.
- **Ubicación Geográfica:**



Figura 2. Ubicación de la Planta.

Fuente: Google Maps

- **Organigrama:**

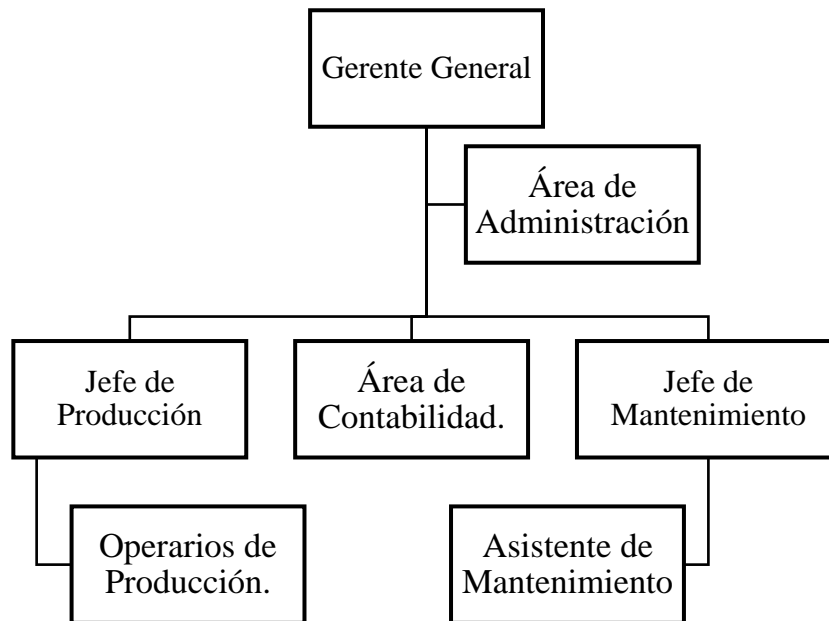


Figura 3. Organigrama de la Empresa  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- **Áreas de la empresa:**

- **Gerente General:** Este cargo lo ejecuta el propietario de la planta, en la cual tiene como función supervisar e inspeccionar el trabajo y el funcionamiento correcto de la fábrica
- **Área Administrativa:** Encargada con el funcionamiento que cumple la empresa. Su desempeño se basa desde contrataciones, pagos al personal, entre otros.
- **Área de Contabilidad:** Está a cargo del manejo de los recursos financieros con el que cuenta la empresa, brinda información sobre el estado financieros con lo que cuenta la empresa para así poder tomar decisiones que ayuden al buen funcionamiento financiero de la empresa.
- **Jefe de Producción:** Encargado de supervisar y apoyar el trabajo productivo con la que la planta cuenta para obtener el producto.
- **Operarios de Producción:** Son los encargados de realizar las operaciones del proceso productivo.
- **Jefe de Mantenimiento:** Es el que está a cargo del mantenimiento en las máquinas, en el cual busca dar solución a los problemas encontrados en las máquinas.
- **Asistente de Mantenimiento:** Es el apoyo del jefe de mantenimiento, en la cual cumple con ayudar en la solución a los problemas de las máquinas.

- Horario:
- Día: Lunes – Sábados.
- Hora: 7:30 am – 5:30 pm.

### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO.

#### 3.2.1. Productos.


##### a. Descripción del Producto:

La empresa ladrillos Tayson S.A.C. cuenta con los siguientes productos hecho a base de arcilla y tierra negra. El producto a elegir para la investigación, es el ladrillo pandereta rayada, ya que tiene mayor producción a diferencia de los demás productos, esto se evidencia en el Anexo 1, donde se detalla el producto seleccionado de acuerdo a la producción en el periodo Enero – Agosto del 2019 y en el Anexo 2, se evidencia la merma de dicha producción.

##### - Ladrillo Pandereta rayada:

El ladrillo pandereta rayada, tiene como función de hacer muros para dividir cuartos. Éste tipo de ladrillo cerámico, no soporta mucho peso. Son utilizados en edificaciones altas como en las columnas y vigas. El ladrillo pandereta rayada necesita a su vez, un mayor tarrajeo en la cual permite un mejor asentamiento en la construcción.

Tabla 3. Ficha técnica del ladrillo pandereta rayada


Tipo de Ladrillo	Ladrillo Pandereta	
Peso	2,00 kg	
Medidas	9 x 12 x 22 cm	
<b>Características técnicas; Según la Norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041</b>	Ladrillo para divisiones interiores, parapetos, últimos pisos, tabiquería. Albañilería confinada. Albañilería aporticada	

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

##### - Ladrillo King Kong:

El ladrillo King Kong Estándar, es un tipo de ladrillo estructurar en la cual se hacen los muros portantes, éste tipo de ladrillo puede soportar la carga de los techos. Éste tipo de ladrillo tiene la capacidad de resistir los movimientos originados por los sismos.

Tabla 4. Ficha Técnica del Ladrillo King Kong


Tipo de Ladrillo	Ladrillo King Kong	
Peso	3,00 kg	
Medidas	9 x 12 x 24 cm	
<b>Características técnicas; Según la Norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041</b>	El King Kong es un ladrillo hecho a base de arcilla para muros portantes (son aquellos que soportaran la carga de los techos)	

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Ladrillo Techo 12.

Ladrillo para techo en casas y edificios de cualquier número de pisos.

Tabla 5. Ficha Técnica del Ladrillo Techo 12


Tipo de Ladrillo	Ladrillo Techo 12	
Peso	7,00 kg	
Medidas	12 x 30 x 30 cm	
<b>Características técnicas; Según la Norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041</b>	Ladrillo para techo en casas y edificios de cualquier número de pisos. Techos inclinados. Albañilería confinada. Albañilería aporticada.	

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Ladrillo Techo 15.

Ladrillo para techo en casas y edificios de cualquier número de pisos.

Tabla 6. Ficha Técnica del Ladrillo Techo 15

Tipo de Ladrillo	Ladrillo Techo 15	
Peso	8,00 kg	
Medidas	15 x 30 x 30 cm	
<b>Características técnicas; Según la Norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041</b>	Ladrillo para techo en casas y edificios de cualquier número de pisos. Techos inclinados. Albañilería confinada. Albañilería aporticada.	

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

b. Sub Productos:

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. no cuenta con sub productos.

c. Desechos:

- Barro: Es una mezcla semi – líquida de tierra y agua que contiene partículas de arcilla y polvo en la cual se obtiene en la etapa de amasado, extrusión y cortado.

Tabla 7. % de desecho emitido en el proceso productivo del ladrillo pandereta.

Producto	Mes	Unidades Producidas	Barro Emitido (Kg)	%
Pandereta	Enero	877 590	10 504	1,20%
	Febrero	957 822	10 154	1,06%
	Marzo	920 548	8 646	0,94%
	Abril	927 400	19 475	2,10%
	Mayo	898 325	13 475	1,50%
	Junio	917 722	18 354	2,00%
	Julio	914 092	16 454	1,80%
	Agosto	835 973	10 032	1,20%
<b>Total</b>		<b>7 249 472</b>	<b>107 094</b>	<b>11,80%</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

d. Desperdicios:

La fábrica Ladrillos Tayson S.A.C. en su proceso productivo cuenta con desperdicios, en las diferentes áreas, debido a la falta de capacitación que continene los operarios, generando así pérdidas económicas. (Ver tabla 8)

Tabla 8. Desperdicios en el proceso productivo del ladrillo pandereta.

Producto	Mes	Unidades Producidas	Merma	Pérdidas (S/.)
Pandereta	Enero	877 590	122 863	S/34 401,64
	Febrero	957 822	134 095	S/37 546,60
	Marzo	920 548	128 877	S/36 085,56
	Abril	927 400	228 140	S/63 879,20
	Mayo	898 325	215 598	S/60 367,44
	Junio	917 722	212 912	S/59 615,36
	Julio	914 092	219 382	S/61 426,96
	Agosto	835 973	167 195	S/46 814,60
<b>Total</b>		<b>7 249 472</b>	<b>1 429 062</b>	<b>S/400 137,36</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

### 3.2.2. Recursos del proceso.

#### 3.2.2.1. Materiales

##### - Materiales Directos.

##### a. Caolín:

El caolín, es la arcilla más utilizada en las diversas aplicaciones de material cerámico, debido a sus propiedades químicas y físicas que posee. Las propiedades que posee la arcilla en los productos cerámicos son la plasticidad, la resistencia en el producto en crudo, color, control en la contracción del producto y la resistencia en el producto cocido.

##### b. Tierra Negra:

Es la principal materia prima para el proceso productivo del ladrillo, se caracteriza por contener en su composición ( $Al_2O_3$ ) un 15% aproximadamente, en la cual facilita en la dureza y plasticidad de la mezcla.

##### c. Tierra Amarilla:

La tierra amarilla es utilizada en el proceso productivo de la fabricación del ladrillo, ya que cuenta con un alto contenido de óxido férrico ( $Fe_2O_2$ ) y óxido ferroso (FeO) en la cual proporciona el color que define al ladrillo.

##### d. Agua:

Recurso utilizado en la etapa de amasado, en la cual se le agrega a la mezcla para posteriormente se genere la pasta que irá al molde para así obtener el producto final.

##### e. Arenilla:

Contiene un 95% de óxido de sílice ( $SiO_2$ ). En el proceso tiene como finalidad de ayudar como desengrasante, y a la vez previene las rajaduras y fisuras que pueda contener el ladrillo.

La empresa en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, no realiza control de la materia prima para la elaboración de la mezcla que ingresan al proceso provocando así que los productos no contengan resistencia.

El sistema productivo con el que cuenta la empresa es ineficiente, debido a que realizan la mezcla de Materia Prima de forma empírica y no llevan un control adecuado para la elaboración de la mezcla en la cual no se aprovecha la cantidad exacta de toneladas de mezcla de Materia Prima que ingresan para producir cierta cantidad de los ladrillos pandereta rayada.

La empresa realiza la mezcla con un 40% de Tierra amarilla, 30% de tierra negra, 20% de Caolín y 10% de Arcilla. (Ver Figura 9)

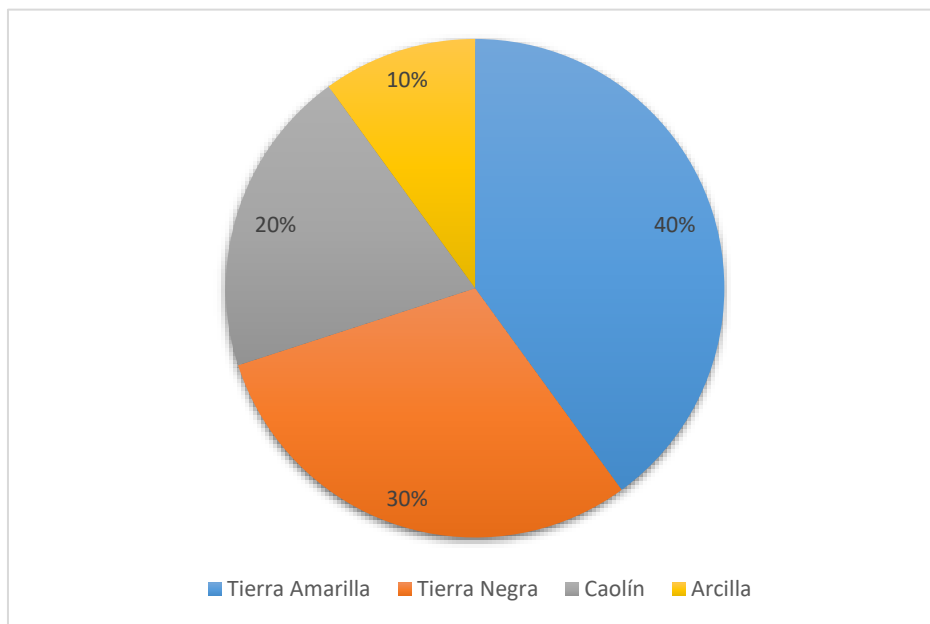


Figura 4. Porcentaje de mezcla de materia prima actual.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Materiales Indirectos.
  - a. Aserrín: Conjunto de partículas desprendidas de la madera al ser tallada. El poder calorífico con el que cuenta el aserrín es inferior al del petróleo o el gas, pero posee un costo menor en comparación con el combustible fósil.
  - b. Cáscara de café: Contiene un poder calorífico muy adecuado para la quema del ladrillo cerámico, pues no afecta demasiado al producto y es económico para las ladrilleras.

### 3.2.2.2. Insumos

#### 3.2.2.2.1. Maquinaria

La empresa para llevar a cabo las etapas del proceso productivo, utiliza maquinarias necesarias para la fabricación de los productos. Las maquinarias con las que cuenta la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Maquinarias.

Maquinaria	Cantidad	Antigüedad	Estado
Molino de impacto	1	8	Bueno
Zaranda	1	3	Bueno
Mezcladora de doble eje	1	4	Bueno
Extrusora al vacío	1	10	Bueno
Cortadora	1	3	Bueno
Faja transportadora	5	2	Bueno
Moto carguera	1	2	Bueno
Cargador Frontal	1	15	Bueno

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Descripción de las maquinarias.

a. Molino de impacto:

El molino de impacto con el que cuenta la empresa, tiene como función de triturar la materia prima que entra en el proceso productivo para la elaboración del ladrillo pandereta.

b. Zaranda Giratoria:

La zaranda con el que cuenta la empresa, tiene como función tamizar el material procedente del molino de impacto, en la cual la zaranda giratoria deja pasar el material de menor tamaño en la cual será utilizado en la siguiente etapa del proceso productivo.

c. Mezcladora de doble eje:

Ésta máquina es de alto rendimiento, debido a sus diseño que posee. Cuenta con un sistema de doble eje con palas horizontales en la cual produce un movimiento circular y a su vez da la homogeneidad a la mezcla y reduce el tiempo de mezcla.

d. Extrusora al vacío:

La mezcla homogénea proveniente de la mezcladora, entra a la extrusora de doble eje y funciona al vacío, las palas con las que cuenta la extrusora realizan la primera homogeneización del material cerámico y luego se realiza un prensado a baja presión por medio de dos espirales.

e. Cortadora:

Tiene como principal función en la etapa de cortado, es de tallar las unidades salientes de la extrusora, dándole así las medidas correspondientes.

f. Faja Transportadora:

Su principal función de la faja transportadora es llevar los ladrillos que salen de la cortadora hacia el montacargas, además ayuda a inspeccionar si el ladrillo se encuentra en las condiciones óptimas.

g. Cargador Frontal:

Su principal función del cargador frontal es transportar los diferentes insumos para la elaboración del ladrillo, como es la tierra entre otros.

h. Moto Carguera:

Su principal función de la moto carguera es transportar el ladrillo ya cortado hacia el área de secado.

#### 3.2.2.2.2. Suministros

El principal suministro con el que cuenta la empresa es el sistema eléctrico, por lo cual la empresa paga un monto de dinero según sea lo que consume al mes en lo que es energía eléctrica. Y también, otro suministro importante es el agua ya que con este realizan el amasado de la mezcla.

#### 3.2.2.2.3. Mano de obra

En el área de producción se cuenta con un total de 13 operarios (Ver Tabla 10), que se desempeñan en las 5 etapas del proceso productivo, en la cual están a cargo de 1 jefe de producción, que es el encargado de verificar el proceso productivo y de informar los datos obtenidos en el turno.

La mano de obra con la que cuenta la empresa, es deficiente, por ello los operarios solo trabaja de acuerdo a la experiencia y lo desarrollan de manera empírica.

En la tabla 10 se dará a conocer el número de trabajadores en el proceso de producción con el que cuenta la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C.

Tabla 10. Número de operarios en el Proceso de Producción

<b>Etapa</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Grado de instrucción</b>	<b>Experiencia laboral</b>
Molienda	Operario	1	25	Masculino	Secundaria Completa	2 año
Mezclado	Operario	1	39	Masculino	Secundaria Completa	2 año
Extrucción	Maquinista	1	25	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	28	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	32	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	35	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	41	Masculino	Secundaria Completa	2 año
Secado	Operario	1	19	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	22	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	26	Masculino	Secundaria Completa	2 año
Cocción	Operario	1	18	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	35	Masculino	Secundaria Completa	2 año
	Operario	1	25	Masculino	Secundaria Completa	2 año

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

En la tabla 10 se determina el número de operario que trabaja en cada puesto de trabajo, en la cual la tabla nos indica que solo cuentan con secundaria completa y que solo tienen 2 años de experiencia laborando en puesto de trabajo determinado, además de que se encuentran entre 18 años y 41 años.

En la tabla 11 se da a conocer el total de personal con el que cuenta la empresa, dando un total que cuenta con 1 administrador, 1 contador, 2 personas en mantenimiento, 14 personas en producción y 1 persona encargado del acceso y salida a la fábrica.

Tabla 11. Personal en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C.

Área	Puesto de trabajo	Cantidad	Edad	Sexo	Grado de estudios
Administrativa	Administrador	1	28	Masculino	Universitarios
Contabilidad	Contador	1	26	Masculino	Universitarios
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	1	42	Masculino	Técnico
	Asistente de mantenimiento	1	26	Masculino	Técnico
Producción	Jefe de producción	1	40	Masculino	Universitarios
	Operario (Molienda)	1	25	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Mezclado)	1	39	Masculino	Secundaria Completa
	Maquinista (Extrusora)	1	25	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Extrusora)	1	28	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Extrusora)	1	32	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Extrusora)	1	35	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Extrusora)	1	41	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Secado)	1	19	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Secado)	1	22	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Secado)	1	26	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Cocción)	1	18	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Cocción)	1	35	Masculino	Secundaria Completa
	Operario (Cocción)	1	25	Masculino	Secundaria Completa
Portero	Portero	1	38	Masculino	Secundaria Completa

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

### 3.2.3. Descripción del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada

#### 3.2.3.1. Actividades de producción

##### - Extracción de la materia prima:

El proceso productivo para la elaboración del ladrillo pandereta rayada, comienza por la selección de la materia prima en cual vienen hacer la arcilla y tierra. En esta actividad se le añade un control de calidad para determinar la calidad de materia prima.

##### - Almacenamiento Bajo Cubierta:

Los volquetes de materia prima, depositaran la materia prima bajo cubierta donde será almacenado, ésta actividad se realiza para evitar el contacto con el agua y así tener una buena materia prima.

##### - Dosificación de la Arcilla:

La materia prima es mezclada entre ellas. La mezcla consiste en la extensión del material sobre el espacio establecido y en el volteo del material a través del cargador frontal. Ésta actividad consiste en que la mezcla se homogenice y a la vez realiza una pre trituración de la materia prima. En ésta etapa, solo se realiza un control visual por parte del operador de la pala. *Ver características en la tabla 12.*



Figura 5. Etapa de dosificación de la mezcla

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

Tabla 12. Característica en la etapa de dosificación de Arcilla

Actividad	Tiempo Promedio	Nº de Operarios	Mano de obra calificada.
Dosificación de la Arcilla	1,6 horas	1	Si.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Molienda:

Una vez que la materia prima ya es mezclada, ésta es depositada en la tolva de materia prima donde será transportada por la faja transportadora hacia el molino de impacto donde será triturado por los martillos de impacto con los que posee el molino. *Ver características en la tabla 13.*



Figura 6. Etapa de molienda  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

Tabla 13. Característica en la etapa de molienda

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Molienda	1,30 horas	1	Sí

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Tamizado:

El material ya triturado, pasa por medio de una faja transportadora hacia la zaranda rotatoria, en la cual permite el acceso del material con la estructura adecuada para el amasado y a su vez no tener inconveniente en dicha etapa. *Ver características en la tabla 14.*



Figura 7. Etapa de Tamizado  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

Tabla 14. Característica en la etapa de tamizado

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Tamizado	1,30 horas	-	-

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Amasado:

El material ya en la etapa de amasado tiene como función de mezclar el material con un porcentaje ya determinado de agua en la cual se formará la mezcla homogénea y constante. *Ver características en la tabla 15.*



Figura 8. Etapa de mezclado  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

Tabla 15. Característica en la etapa de mezclado o Amasado

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Mezclado o Amasado	1,18 horas	1	Sí.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Extrusión o Moldeado:

En esta etapa, la mezcla es húmeda y homogénea, consta de plasticidad adecuada con la que el material necesita para permitir el transporte a través del molde determinado. Esto se realiza con una presión de 30 Kp al vacío. El operario lleva un control de manera empírica en la cual lo hace apuntando en un cuaderno. *Ver características en la tabla 16.*

Tabla 16. Característica en la etapa de extrusión o Moldeado

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Extrusión o Moldeado	1,30 horas	1	Sí.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C



Figura 9. Etapa de moldeado.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Cortado:

El material que sale en forma de “churro” sale por la boquilla de la extrusora, donde pasa por la cortadora y dicha máquina cortará las unidades de ladrillo de acuerdo a las medidas establecidas para el tipo de producto. Luego es transportado en “coches” hacia el área de secado. *Ver características en la tabla 17.*

Tabla 17. Característica en la etapa de cortado

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Cortado	1,14 horas	4	No.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C



Figura 10. Etapa de cortado.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Secado:

El producto obtenido en la extrusora, contiene un 18% de humedad. Para ésta actividad, la empresa lo realiza al aire libre en la cual el procedimiento consiste en dejar el producto cerámico en las pampas de secado, ésta actividad conlleva de 4 – 5 días, eliminando así un producto casi seco con una humedad de 2 – 6 %. *Ver características en la tabla 18.*

Tabla 18. Característica en la etapa de secado

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Secado	108,67 horas	3	No.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C



Figura 11. Etapa de secado.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Cocción:

En ésta etapa, la empresa cuenta con tres hornos tipo Hoffman, en la cual las unidades producidas son apiladas manualmente para luego ser cocidas. Los hornos cuentan con una capacidad de 215 000 unidades de ladrillo. Las unidades de ladrillos ya ordenadas en el horno, serán cocidas a una temperatura aproximada de 900 °C a 1250 °C. Los operarios que se desempeña en dicha etapa, el control lo llevan de manera empírica a través de un cuaderno en la cual se entrega al encargado de manera diaria. *Ver características en la tabla 19.*

Tabla 19. Característica en la etapa de cocción

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Cocción	130 horas	3	No.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C



Figura 12. Etapa de cocción.  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

- Enfriado:

Una vez que el ladrillo es cocido, empieza la etapa de enfriado en la cual el producto se enfría al aire libre para luego ser llevado al almacén de producto terminado para luego ser despachado o vendido. En esta etapa no se tiene un control de calidad ni un tiempo determinado en la cual solo se basa a criterio de los operarios. *Ver características en la tabla 20.*

Tabla 20. Característica en la etapa de enfriado

Actividad	Tiempo Promedio	N° de Operarios	Mano de obra calificada.
Enfriado	46,33 horas	-	-

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C



Figura 13. Etapa de enfriado.  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

### 3.2.3.2. Funciones de los operarios en el proceso productivo.

Tabla 21. Funciones de los operarios en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.

Actividad	Operario	Función
Mezclado	Operador de Pala	El operador de la pala es quien va a realizar la preparación de la mezcla de la materia prima, dosificando a la tolva con dicha mezcla.
Molienda	Molinerero	La función de este operario es sacar piedras provenientes de la mezcla, evitando el atascamiento del molino.
Amasado	Templador	Dosificación de agua a la mezcla proveniente del molino.
Moldeado	Maquinista	Encargado de la operación de extrusora y cortadora, este operario va a apilar los ladrillos que salen de la extrusora, es responsable de dar solución a los cortes que sufren los ladrillos a su salida, cambiando también los alambres de la cortadora.
Secado	Bajadores	Este personal está encargado de bajar el ladrillo de los coches a la pampa. Seleccionar y mover el ladrillo para el secado, apilando a un lado el material que no está en buenas condiciones (la merma).
Cocción	Quemadores	Es responsable del avance de la quema y buena cocción del ladrillo. Ayudan en el abastecimiento de tolvas de los quemadores con la mezcla (este puede ser aserrín, cáscara de café). Su función es moler y abastecer de combustible al molino del horno.
Enfriado	Operador de la pala	Sacar los ladrillos cocidos del horno.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

### 3.2.3.3. Sistema de Producción.

M. Adler [18]. Estos procesos, logran un volumen medio pero con gran variedad de productos. Estos productos comparten recursos para ser obtenidos. Se produce un lote de productos y luego se cambia al siguiente. No hay secuencia estándar de operaciones a través de las instalaciones.

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. su sistema de producción se le considera un proceso intermitente, ya que producen de acuerdo a la demanda o al pedido establecido y más aún que no cuenta con la automatización adecuada.

#### 3.2.3.4. Análisis del proceso de producción.

Frievalds [19]. El tamaño que será tomada la muestra se determinará tomando en cuenta la información del Time Study Manual de los Erie Works de General Electric Company. En la tabla 22 se determinará el número de ciclos que se observaran, según el tiempo de ciclo se tomará para muestra.

Tabla 22. Número de ciclos recomendados

Tiempo ciclo (min)	Número de ciclos recomendados.
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 – a más	3

Fuente: Frievalds, A. 2009

#### 3.2.3.5. Estudio de tiempos.

En la tabla 23 se podrá visualizar los tiempos promedios del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, los cuales se analizaron determinando 3 observaciones en cada etapa del proceso. Se determinaron 3 observaciones de acuerdo al tiempo de ciclo del proceso que es de 283,84 horas. (*Ver anexo 3*)

Por lo tanto, con los datos obtenidos en el registro de datos (*Ver anexo 3*) el tiempo ciclo del proceso productivo del ladrillo pandereta es de 283,84 horas se determinó 3 observaciones (*Ver tabla 23*)

Tabla 23. Tiempo promedio del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada

Actividades	Observaciones (horas)			Tiempo Promedio en horas (TP)
	Observación 1	Observación 2	Observación 3	
Mezclado	1,5	1,7	1,6	1,6
Molienda	1,3	1,25	1,35	1,3
Amasado	1,15	1,2	1,18	1,18
Moldeado	1,3	1,28	1,33	1,3
Cortado	1,1	1,18	1,15	1,14
Secado	96	110	120	108,67
Cocción	130	128	132	130,0
Enfriado	48	46	45	46,33

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

Se observan los tiempos de producción en el proceso productivo para un lote de 215 000 unidades de ladrillos en la cual se tiene un tiempo de 10 horas por turno. Los tiempos promedios abarcan entre 1,18 horas, que es la etapa de menor tiempo y 130 horas que es la etapa de mayor tiempo. El periodo de observación se realizó en el mes de mayo del presente año, obteniendo así los datos mencionados en la tabla 23.

### 3.2.4. Análisis del proceso.

#### 3.2.4.1. Balance de materia

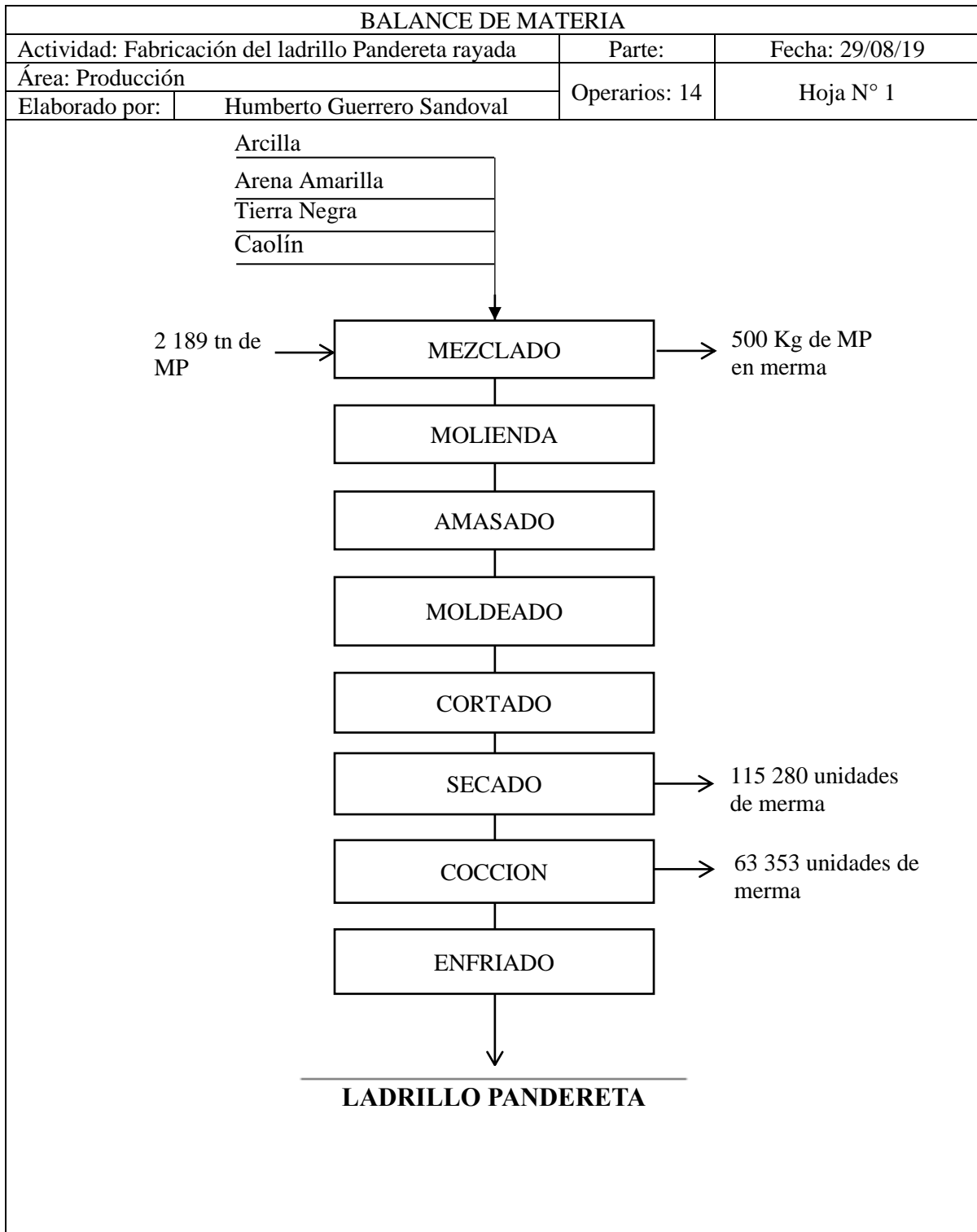


Figura 14. Balance de Materia.

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. posee mermas en la etapa de cocción y secado, éstos son debidos al método de trabajo inadecuado con el que se desempeña el operario al ordenar las unidades de ladrillo. (*Ver anexo 10 y 11*)

La técnica de secado que utiliza la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C., no es la adecuada. Por seguir con el método artesanal, genera pérdidas económicas a la empresa.

En la etapa de secado el operario ordena o apila de forma inadecuada los ladrillos “crudos”, ya que lo hacen de acuerdo a su experiencia, generando así que por el mismo viento que corre en las pampas de secado, que las rumas de ladrillo sufran caídas y posteriormente daños en el producto y en la cual esto ya es tomado como merma.

En la etapa de cocción el operario, dentro del horno, ordena o apila de forma inadecuada los ladrillos secos en la cual genera que el ladrillo en el momento de la cocción sufra daños.

3.2.4.2. Diagrama de bloque del proceso.

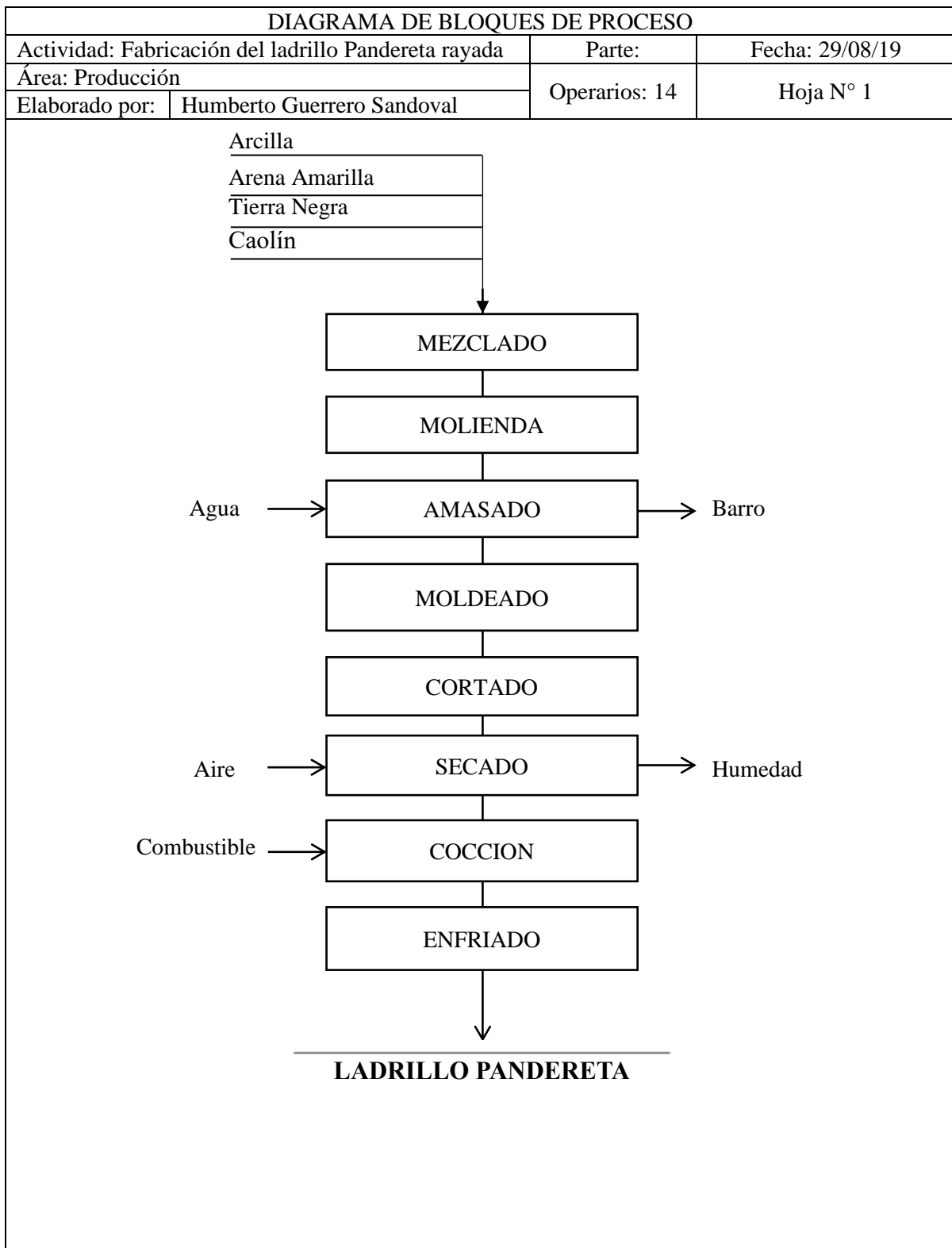


Figura 15. Diagrama de bloque del proceso

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

3.2.4.3. Diagrama de operaciones.

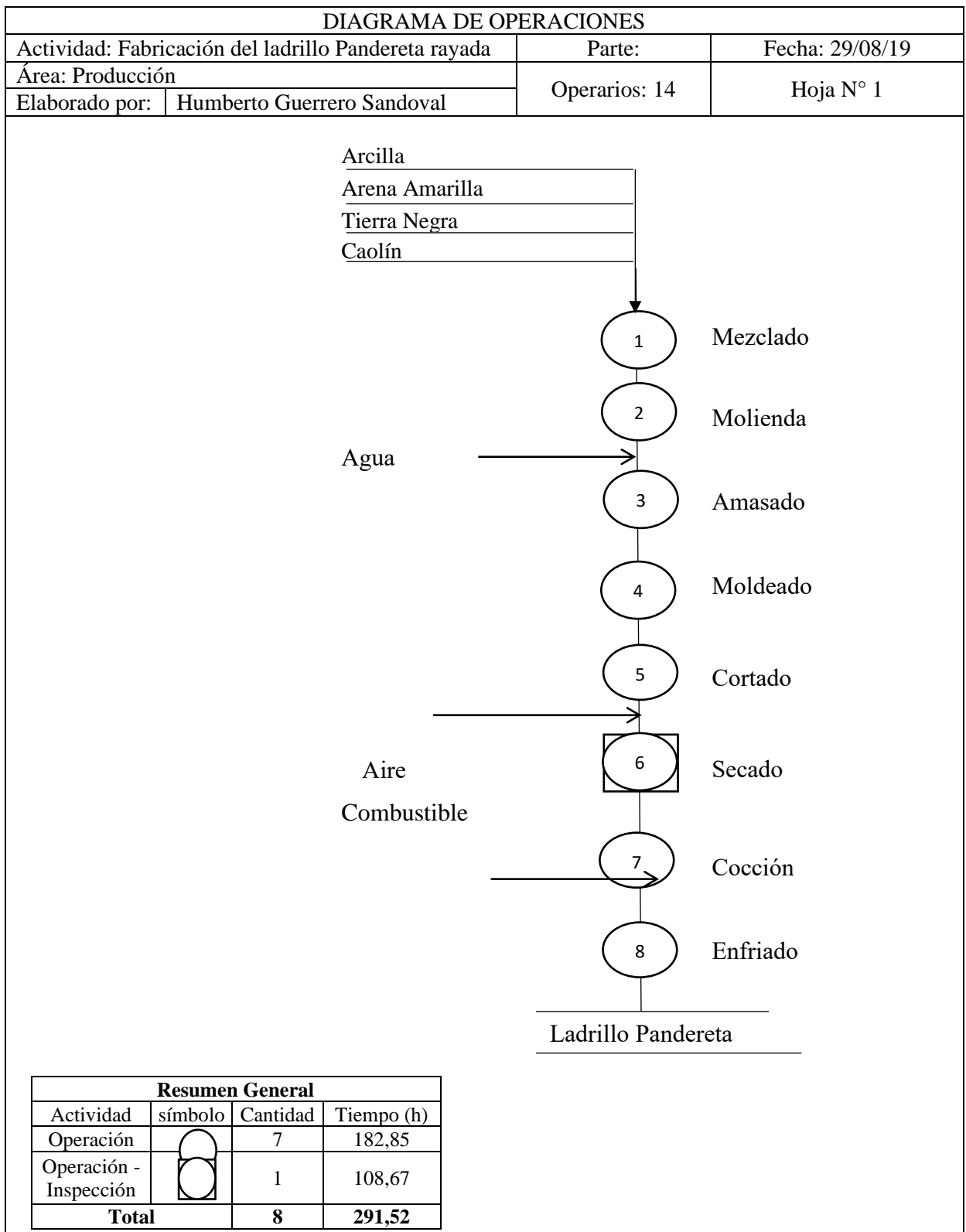


Figura 16. Diagrama de operaciones

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

En la figura 16 se observa el resumen general del diagrama de operaciones, en la cual se demuestra que cuenta con 7 operaciones que suman un total de 182,85 horas y se tiene también una Operación – Inspección con un total de 108,67 horas.

Las operaciones son las siguientes:

- Mezclado
- Molienda
- Amasado
- Moldeado
- Cortado
- Cocción
- Enfriado

La operación – inspección es la siguiente:

- Secado e inspección visual.

Para realizar el DOP en el proceso productivo para la elaboración del ladrillo pandereta rayada, es sumamente necesario determinar los tiempos por cada actividad a realizar, además la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. cuenta con 7 operaciones y 1 operación combinada dando un total de 291,52 horas

3.2.4.4. Diagrama de análisis del proceso.

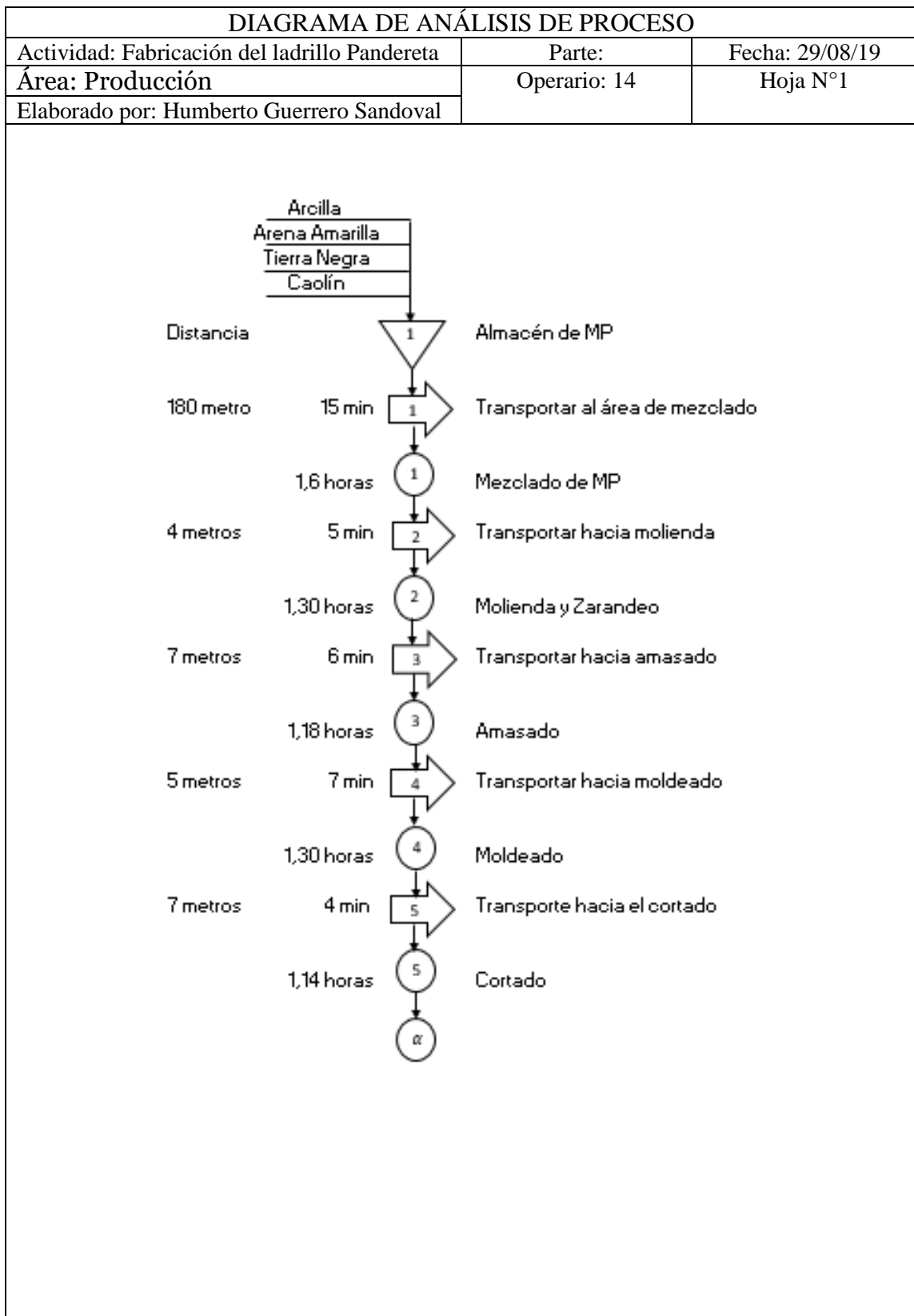
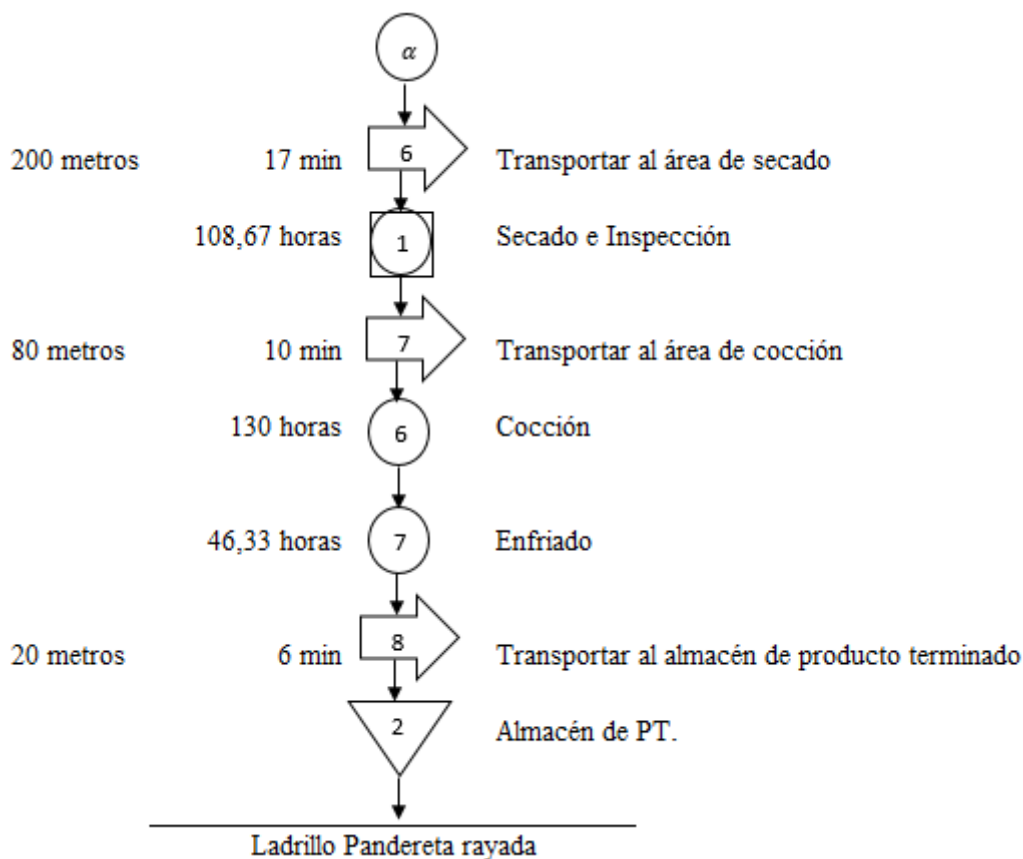


Figura 17. Diagrama de análisis del proceso

**DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO**

Actividad: Fabricación del ladrillo Pandereta	Parte:	Fecha: 29/08/19
Área: Producción	Operario: 14	Hoja N°1
Elaborado por: Humberto Guerrero Sandoval		



Resumen General			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (h)
Operación	○	7	182,85
Operación - Inspección	◻	1	108,67
Transporte	➡	8	1,16
Almacén	▽	2	-
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>292,68</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

En la figura 17 se observa el resumen general del diagrama de análisis de operaciones, en la cual se demuestra que cuenta con 7 operaciones, 1 Operación – Inspección, 5 transporte y 2 almacenes.

Las operaciones son las siguientes:

- Mezclado
- Molienda
- Amasado
- Moldeado
- Cortado
- Cocción
- Enfriado

La operación – inspección es la siguiente:

- Secado e inspección visual.

Los transportes realizados son:

- Área de mezclado.
- Área de moldeado.
- Área de cortado.
- Área de secado.
- Área de cocción.

Los almacenes son:

- Materia Prima.
- Producto Terminado.

En la figura 17 se puede observar que el tiempo total de producción es de 292,68 horas para 1 lote de producción de 215 000 unidades de ladrillo pandereta rayada, en la cual se tienen una cantidad de metros recorridos durando dicho proceso es de 503 metros tal como se muestra en la figura 17.

En la figura 18, se muestra la el diagrama de recorrido actual del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. desde el almacén de materia prima hasta el almacén de producto terminado.

3.2.4.5. Diagrama de recorrido actual

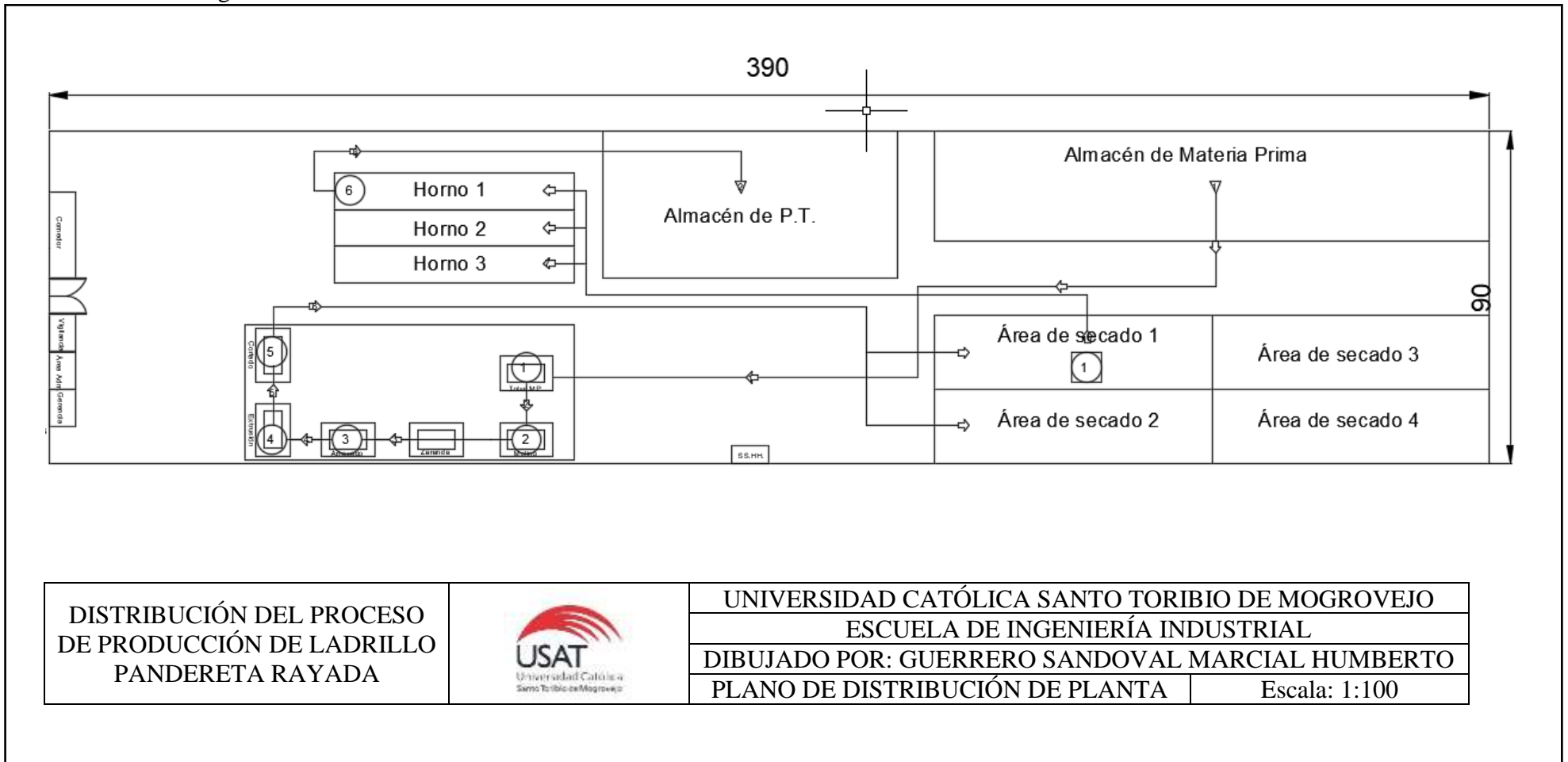


Figura 18. Diagrama de recorrido del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.

### 3.2.5. Indicadores actuales de producción y productividad.

#### 3.2.5.1. Indicadores de producción.

##### a. Tiempo base.

La empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. cuenta con una jornada laboral de 10 horas, por ello el tiempo base vendría hacer:

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 24 \frac{\text{hora}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 1440 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{día}}{\text{mes}}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = \mathbf{34\ 560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}$$

##### b. Ciclo.

El ciclo se muestra en la tabla n° 23, que nos indica que la etapa de cocción es la que mayor tiempo tiene la cual es de 130 h/lote. Esta etapa trabaja con un lote de 215 000 unidades de ladrillo pandereta rayada.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{34\ 560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{130 \frac{\text{hora}}{\text{lote}} * 60 \frac{\text{min}}{1 \text{ hora}}}$$

$$\text{Producción} = \mathbf{4,4307 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}}$$

#### 3.2.5.2. Indicadores de productividad.

##### a. Productividad de Materia Prima.

Para obtener la productividad de materia prima, se analizará los kilogramos que ingresan al proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, la cual se ha tenido en cuenta la producción mensual sobre los kilogramos que han sido utilizados. (Ver Tabla 24)

La productividad de materia prima, está relacionado entre la cantidad que se produjo y la cantidad de materia prima que se utilizó. Finalmente se hizo cálculos y se determinó que la productividad de materia prima es de 414 unidades de ladrillo pandereta rayada.

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción mensual (unid)}}{\text{Toneladas mensuales}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = 414 \frac{\text{unidades}}{\text{tonelada de mezcla}}$$

Tabla 24. Productividad de Materia Prima en el periodo Enero – Agosto

Mes	Producción (unidades)	Toneladas de mezcla	Productividad (unid / toneladas)
<b>Enero</b>	877 590	2 121	414
<b>Febrero</b>	957 822	2 320	412
<b>Marzo</b>	920 548	2 255	408
<b>Abril</b>	927 400	2 260	410
<b>Mayo</b>	898 325	2 222	404
<b>Junio</b>	917 722	2 125	432
<b>Julio</b>	914 092	2 115	432
<b>Agosto</b>	835 973	2 095	399
<b>Promedio</b>			<b>414</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

El indicador de productividad de materia prima, nos da a conocer que por cada tonelada de MP que se ingresa al proceso productivo del ladrillo pandereta rayada se obtiene 414 unidades de ladrillo pandereta rayada.

**b. Productividad de Mano de Obra.**

En la productividad de mano de obra nos indica que la producción será dividida entre el total de operario por cada jornada, en la cual se considera que la empresa en el área de producción cuenta con 13 operarios (*Ver tabla n°10*)

$$\text{Productividad de Mano de Obra} = \frac{4,4307 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} * 215\,000 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{13 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad de Mano de Obra} = 73\,217 \text{ unidades por } \frac{\text{mes}}{\text{operario}}$$

El indicador de productividad de mano de obra, nos indica que cada operario produce al mes un total de 73 217 unidades de ladrillo pandereta rayada.

c. Productividad de maquinaria.

En lo que es productividad de maquinaria, se tomará en cuenta la producción sobre el número de máquinas que intervienen en el proceso de producción (*Ver tabla n°9*)

$$Productividad\ de\ maquinaria = \frac{4,4307 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} * 215\ 000 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{12\ \text{máquinas}}$$

$$Productividad\ de\ maquinaria = 79\ 383\ \text{unidades por mes/máquina}$$

El indicador de productividad de mano de obra, nos indica que cada maquinaria produce al mes un total de 79 383 unidades de ladrillo pandereta rayada.

d. Productividad económica.

Para calcular la productividad económica es necesario tener en cuenta la suma económica que se invierte en el proceso de producción (*Ver tabla 25*), en la cual abarca desde el pago del operario hasta los insumos y energía eléctrica que consume la planta.

Tabla 25. Resumen de costos en el periodo Enero – Agosto

Factor	Componente	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Total mensual (S/.)	Total Anual (S/.)
Producción	Operarios	Operarios	13	1 200	15 600	187 200
Materia Prima	Tierra negra	Toneladas	800	12	9 600	115 200
	Arena amarilla	Toneladas	595	15	8 925	107 100
	Arcilla	Toneladas	450	10	4 500	54 000
	Caolín	Toneladas	50	25	1 250	15 000
Insumo	Luz	Voltaje	59 239	0.3	17 771	213 260
Total					57 647	<b>691 760</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

$$Productividad\ económica = \frac{4,4307 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} * 215\ 000 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{S/517\ 857}$$

$$Productividad\ económica = 1,37 \frac{\text{unidades}}{\text{sol}}$$

La tabla 25 nos ayudó para obtener la productividad económica con el que cuenta la empresa, en la cual se obtiene al dividir la producción sobre el total de insumos (S/.).

### 3.2.5.3. Indicadores de eficiencia.

#### a. Eficiencia física del proceso.

La eficiencia física con la que cuenta la empresa en el proceso productivo en el periodo Enero – Agosto, como se observa en la tabla 26 es de un promedio de 77,00% obteniendo así un porcentaje de merma, en la cual la empresa no recupera ese costo.

$$E. Física = \frac{kg \text{ de mezcla de salida}}{kg \text{ de mezcla de entrada}}$$

$$E. Física = \frac{0,79 + 0,78 + 0,75 + 0,78 + 0,77 + 0,78 + 0,77 + 0,76}{8}$$

$$Eficiencia física = 0,77 \langle \rangle 77\%$$

El indicador de eficiencia física, nos da a conocer que por cada tonelada de materia prima ingresada en el proceso productivo del ladrillo pandereta, solo se aprovecha el 77%, dando así que el 23% restante es merma. Por lo cual, es necesario realizar las mejoras en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada para reducir el porcentaje de merma.

Tabla 26. Eficiencia física del proceso productivo del ladrillo pandereta en el periodo Enero – Agosto

Mes	Producción (unidades)	toneladas de mezcla	kg de mezcla de entrada	kg de mezcla de salida	% de Eficiencia
Enero	877 590	2 121	<b>2 121 000</b>	1 667 421	0,79
Febrero	957 822	2 320	<b>2 320 115</b>	1 819 862	0,78
Marzo	920 548	2 255	<b>2 255 302</b>	1 749 041	0,75
Abril	927 400	2 260	<b>2 260 251</b>	1 762 060	0,78
Mayo	898 325	2 222	<b>2 222 215</b>	1 706 818	0,77
Junio	917 722	2 125	<b>2 125 845</b>	1 658 160	0,78
Julio	914 092	2 115	<b>2 115 023</b>	1 628 568	0,77
Agosto	835 973	2 095	<b>2 095 632</b>	1 588 349	0,76
Promedio					<b>0,77</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

#### b. Eficiencia económica.

Debido al proceso productivo ineficiente con el que cuenta la empresa, esto ocasiona mermas y generan pérdidas económicas (Ver Tabla 27), por ello es necesario conocer la eficiencia económica con la que cuenta la empresa.

$$Eficiencia Económica = \frac{Ingresos}{Costos}$$

$$Eficiencia Económica = \frac{2,537,315.20 \text{ soles}}{2,029,852,16 \text{ soles}}$$

### ***Eficiencia Económica = 1,25***

El indicador de eficiencia económica calculado, nos indica que la empresa pro cada sol invertido genera 0,25 soles. Lo cual, la empresa cuenta con potencial para generar mayor ganancias siempre y cuando mejore su proceso productivo y a la vez reduce sus mermas.

Tabla 27. Ventas y Costos del ladrillo pandereta rayada en el periodo Enero – Agosto

<b>Mes</b>	<b>Producción (unidades)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>	<b>Costo de producción (S/.)</b>
Enero	877 590	S/307 156,50	S/245 725,20
Febrero	957 822	S/335 237,70	S/268 190,16
Marzo	920 548	S/322 191,80	S/257 753,44
Abril	927 400	S/324 590,00	S/259 672,00
Mayo	898 325	S/314 413,75	S/251 531,00
Junio	917 722	S/321 202,70	S/256 962,16
Julio	914 092	S/319 932,20	S/255 945,76
Agosto	835 973	S/292 590,55	S/234 072,44
<b>Total</b>		<b>S/2 537 315, 20</b>	<b>S/2 029 852,16</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

#### 3.2.5.4. Indicadores de capacidad.

##### a. Capacidad real.

La capacidad real con la que cuenta la empresa, se analizará el periodo Enero – Agosto y verificar el promedio de unidades de producto terminado.

Tabla 28. Producción en el periodo Enero – Agosto

<b>Producto</b>	<b>Mes</b>	<b>Unidades Producidas</b>
<b>Pandereta</b>	Enero	877 590
	Febrero	957 822
	Marzo	920 548
	Abril	927 400
	Mayo	898 325
	Junio	917 722
	Julio	914 092
	Agosto	835 973
<b>Promedio</b>		<b>906 184</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

$$Capacidad Real = 4,4307 \frac{lote}{mes} * 215\,000 \frac{unidades}{lote}$$

$$Capacidad Real = 952\,600 \frac{unidades}{mes}$$

En la tabla 28 en la que nos muestra la producción promedio del periodo Enero – Agosto, tenemos una capacidad real de 952 600 unidades de ladrillo pandereta rayada.

b. Capacidad de diseño.

Es la máxima capacidad hablando teóricamente, que se puede alcanzar en un periodo trabajado bajo las condiciones laborables. Esto abarca con lo que es instalaciones, máquinas y equipos.

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. cuenta con 3 hornos cerrados llamados Hoffman para la etapa de cocción en la cual tiene una capacidad de diseño de 180 toneladas por galería y en la cual se cuenta con 3 galerías, dicho horno es utilizado 5 veces al mes, en la cual se tiene una capacidad de:

$$Capacidad de diseño = 180 \frac{tonelada}{galeria} * 3 galerias * 5 \frac{veces}{mes} * \frac{1000kg}{1 tonelada}$$

$$Capacidad de diseño = 2\,700\,000 \frac{kg}{mes} * \frac{1unidad}{2 kg}$$

$$Capacidad de diseño = 1\,350\,000 \frac{unidad}{mes}$$

c. Utilización.

Se determinará de la capacidad real entre la capacidad de diseño, en la cual obtendremos la capacidad que se utiliza de la planta.

$$Utilización = \frac{Capacidad Real}{Capacidad de diseño}$$

$$Utilización = \frac{952\,600 \frac{unidad}{mes}}{1\,350\,000 \frac{unidad}{mes}}$$

$$Utilización = 0,70 \langle \rangle 70\%$$

### 3.2.5.5. Indicadores de tiempo.

#### a. Cuello de botella.

La empresa cuenta con una etapa que es la que más tiempo demora en desarrollarse, ésta es la etapa de cocción en la cual se le llama cuello de botella debido a que es la etapa que más tiempo demora y se tiene 130 horas en esta etapa.

$$\text{Cuello de botella} = 130 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$

#### b. Tiempo ciclo.

El tiempo ciclo con el que cuenta la empresa para un lote de 215 000 unidades de ladrillo pandereta rayada es un total de 292,68 horas.

$$\text{Tiempo ciclo} = 292,68 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}$$

### 3.2.5.6. Resumen de indicadores actuales.

Tabla 29. Cuadro resumen de indicadores actuales

<b>INDICADORES DE PRODUCCIÓN</b>	
Tiempo Base	34 560 min/mes
Ciclo	7 800 min
Producción	4,4307 lote/mes
<b>INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD</b>	
Productividad de MP	414 unidad/tonelada
Productividad de MO	73 217 unid por mes/operario
Productividad de Máquina	79 383 unid por mes/máquina
Productividad Económica	1,37 unidades/sol
<b>INDICADORES DE EFICIENCIA</b>	
Eficiencia Física del proceso	77%
Eficiencia Económica	1,25
<b>INDICADORES DE CAPACIDAD</b>	
Capacidad Real	952 600 unidad/mes
Capacidad de Diseño	1 350 000 unidad/mes
Utilización	70%
<b>INDICADORES DE TIEMPO</b>	
Cuello de botella	130 hora/lote
Tiempo ciclo	292,68 hora/lote

Finalmente en la tabla 29 se presenta el resumen de los indicadores de producción y productividad actuales de la empresa. Se obtiene una productividad de materia prima de 414 unidades/tonelada, lo que nos indica que por cada tonelada que ingresa al proceso productivo del ladrillo pandereta rayada se obtienen 414 unidades. La eficiencia física con la que cuenta es regular, ya que cuenta con un 77% y se obtiene una eficiencia económica de 1,25 lo cual nos indica que la empresa por cada sol invertido solo gana 0,25 soles. La utilización con la que cuenta la empresa es de 70% en la cual el 30% restante no es aprovechado por la empresa.

### 3.2.6. Análisis de la información.

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. actualmente genera un porcentaje de merma en su proceso productivo en la cual representa una cantidad de pérdidas económica dentro de la empresa. En la *tabla 8* nos muestra la cantidad de merma que la empresa ha generado en el periodo analizado en la cual nos dice que se obtuvo un total de 2 502 723 unidades de merma, generando así un total de S/. 400,137.36 de pérdida económica. Y en la *tabla 26* nos muestra que debido a las mermas, la empresa cuenta con una eficiencia física deficiente en el proceso productivo dando así un promedio de 77% de en su proceso productivo para la obtención del ladrillo pandereta rayada.

### 3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

#### 3.3.1. Diagrama de ishikawa

Con la ayuda del diagrama de Ishikawa, se podrá detallar las posibles causas que originan las mermas en el proceso productivo.

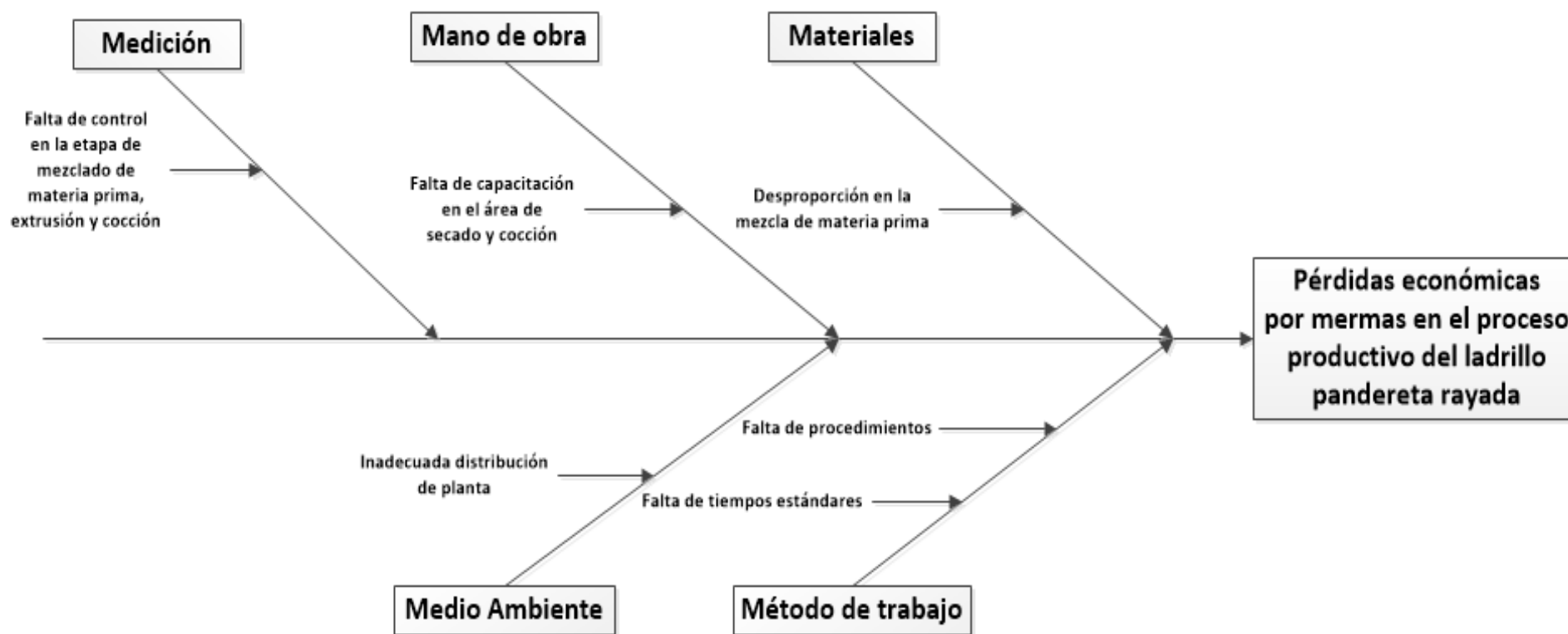


Figura 19. Diagrama de ishikawa

### 3.3.2. Cuadro de Problemas, Causas y Propuestas.

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. tiene como problema principal la generación de mermas en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, por lo tanto es necesario realizar la investigación para determinar las posibles causas y a la vez determinar las propuestas que darán solución a los problemas establecidos.

Tabla 30. Identificación del problema general, causas y posibles soluciones.

Problema General	Causas	Propuestas generales de solución
Pérdidas económicas por mermas en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada	Falta de procedimientos en la etapa de secado	Realizar un instructivo para la secuencia de tareas a desempeñar en la etapa de secado.
	Falta de procedimientos en la etapa de cocción	Realizar un instructivo para la secuencia de tareas a desempeñar en la etapa de cocción.
	Falta de capacitación del personal en la etapa de secado	Capacitar al personal que se desempeña en la etapa de secado.
	Falta de capacitación del personal en la etapa de cocción	Capacitar al personal que se desempeña en la etapa de cocción.
	Mezcla de MP prima en proporciones inadecuadas	Realizar una correcta preparación de mezcla de acuerdo a NTP 399.613:2017
	Falta de tiempos estándares	Realizar estudios para obtener tiempos estandarizados.
	Inadecuada distribución de planta	Rediseñar la distribución de planta

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

### 3.3.3. Problema, causas y propuestas de solución en el sistema de producción.

#### 3.3.3.1. Problema I: Mermas generadas en la etapa de cocción y secado en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C.

- **Descripción del problema:**

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. posee mermas en la etapa de cocción y secado, éstos son debidos al método de trabajo inadecuado con el que se desempeña el operario al ordenar las unidades de ladrillo. (Ver anexo 6 y 7)

La técnica de secado que utiliza la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C., no es la adecuada. Por seguir con el método artesanal, genera pérdidas económicas a la empresa.

En la etapa de secado el operario ordena o apila de forma inadecuada los ladrillos “crudos”, ya que lo hacen de acuerdo a su experiencia, generando así que por el mismo viento que corre en las pampas de secado, que las rumas de ladrillo sufran caídas y posteriormente daños en el producto y en la cual esto ya es tomado como merma.

En la etapa de cocción el operario, dentro del horno, ordena o apila de forma inadecuada los ladrillos secos en la cual genera que el ladrillo en el momento de la cocción sufra daños.

- **Propuesta:**

Establecer un procedimiento de método de trabajo adecuada para dichas operaciones a realizar dentro de la etapa de cocción y secado. Esta propuesta se llevará a cabo a través es un procedimiento estandarizado en cada etapa.

Establecer equipos adecuados de medición de temperatura en la etapa de cocción, para así poder evitar la excesiva temperatura en el horno y no obtener mermas en dicha etapa. Y elaborar un registro de control para la etapa de cocción para así poder obtener un mejor control en dicha etapa.

3.3.3.2.Problema II: Falta de capacitación del personal en el área de secado y cocción.

- **Descripción del problema:**

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. en el área de producción cuenta con 13 operarios, en la cual los operarios de la etapa de secado y cocción no se encuentran capacitados para laborar en dichas áreas lo cual éste motivo presenta una de las causas para la obtención de mermas en dichas etapas y esto ocurre desde el inicio del funcionamiento de la empresa.

Se realizó visitas a la empresa para su estudio, en la cual se utilizó la observación y se llenó un registro para determinar el grado de instrucción de los operarios y así poder capacitarlos. (Ver tabla 31)

Tabla 31. Grado instructivo del personal de secado y cocción.

<b>Etapa</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Grado de instrucción</b>
Secado	Operario	1	19	Masculino	Secundaria Completa
	Operario	1	22	Masculino	Secundaria Completa
	Operario	1	26	Masculino	Secundaria Completa
Cocción	Operario	1	18	Masculino	Secundaria Completa
	Operario	1	35	Masculino	Secundaria Completa
	Operario	1	25	Masculino	Secundaria Completa

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

Luego de ver el grado instructivo se verificó si tienen conocimiento en los temas a capacitar.

Tabla 32. Verificación de tema de capacitación.

<b>Etapa</b>	<b>Capacitaciones en:</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Secado y Cocción	Importancia de la Ingeniería de Métodos.		X
Secado y Cocción	Método de trabajo.		X
Secado y Cocción	Productividad y la importancia en la industria.		X
Secado y Cocción	Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.		X
Secado y Cocción	Parámetros de calidad del producto.		X

En las tablas 31 y 32 se logró evidenciar que el personal que desempeña en la etapa de secado y cocción en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. no cuenta con conocimiento en los temas de capacitaciones, incluso solo tienen grado académico nivel secundario y su labor lo desempeñan de acuerdo a la explicación brindada y la poca experiencia que poseen. La contratación del personal en la etapa de secado y cocción se debe a que el operario es de zonas aledañas y además pagan un salario básico.

- **Propuesta:**

Se propone un procedimiento y un plan de capacitaciones de acuerdo a los temas seleccionados de acuerdo a las necesidades en la etapa de secado y cocción identificada en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. en la cual irá dirigida a los operarios que desempeñan en dichas áreas.

3.3.3.3. Problema III: Mezcla de MP prima en proporciones inadecuadas en la etapa de mezclado para el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.

- **Descripción del problema:**

Una de las deficiencias con el que cuenta la empresa en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, es la falta de control en la mezcla de la materia prima que ingresan al proceso y la falta de control en el proceso de productivo, provocando así, que los productos contengan poca resistencia y con defecto que se aprecian en la etapa de secado, lo que hace que el producto no pueda ser vendido y sea considerado como merma.

La dosificación de mezcla de materia prima que realiza la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. es ineficiente, debido a que lo realizan de forma empírica y no llevan un control adecuado para la elaboración de la mezcla en la cual no se aprovecha la cantidad exacta de toneladas de mezcla de Materia Prima que ingresan para producir cierta cantidad de los ladrillos pandereta rayada.

La empresa actualmente realiza la mezcla con un 40% de Tierra amarilla, 30% de tierra negra, 20 % de Caolín y 10% de Arcilla. (*Ver Figura 20*)

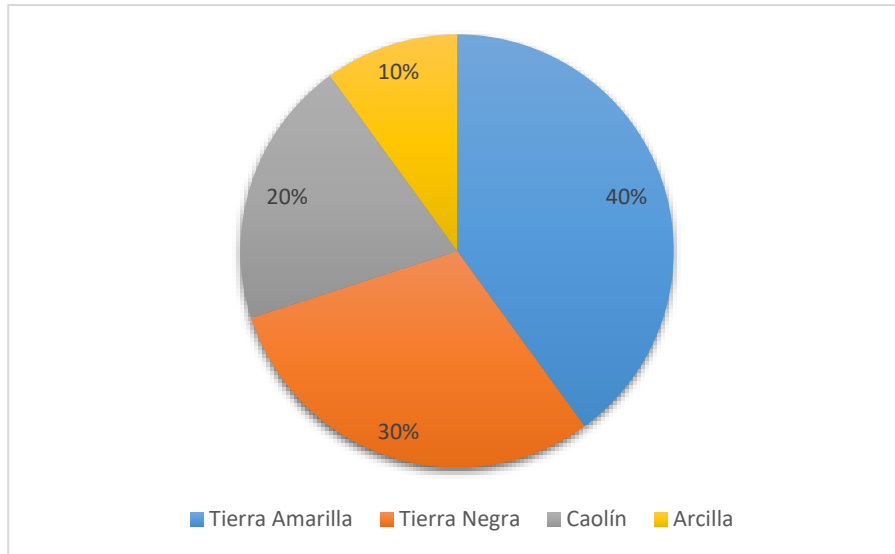


Figura 20. % de mezcla actual  
Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

- **Propuesta:**

Realizar un registro para el control de la mezcla de Materia Prima. Verificar el % de Materia Prima en la cual la NTP 399.613:2017 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería nos indica que se debe de tener una composición de la mezcla de ladrillo en un 22% de Arcilla, 33% de Tierra amarilla, 33% de Tierra negra y 11% de Caolín.

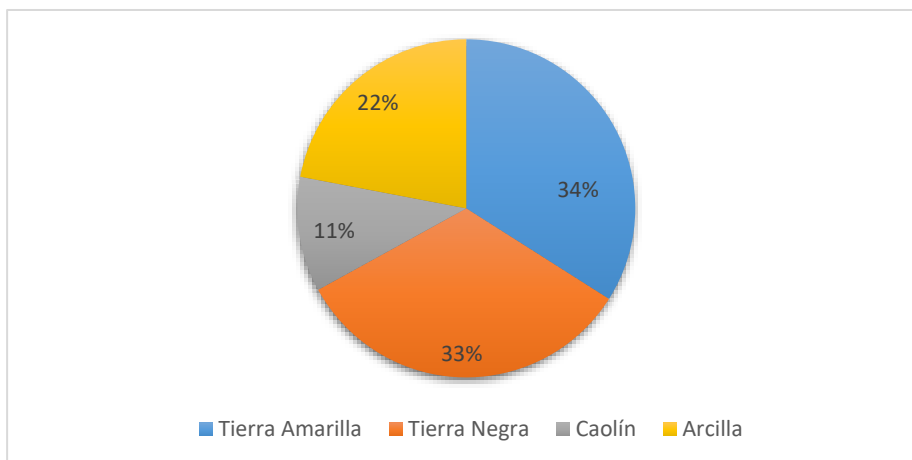


Figura 21. % de mezcla según NTP 399.613:2017  
Fuente: NTP 399.613:2017

Realizar registro para el control diario de producción, en la cual indique los datos técnicos de producción, la cantidad de mezcla utilizada en el turno y la producción obtenida para así tener un control adecuado de producción.

#### 3.3.3.4. Problema IV: Tiempos no estandarizados.

##### - **Descripción del problema:**

Se realizó varias visitas a la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. en la cual se consultó al dueño y los operarios por el proceso productivo que se desempeña en dicha empresa. Se pudo evidenciar que la empresa no tiene estandarizados sus tiempos que deben de realizar en dichas etapas para la elaboración del ladrillo pandereta rayada, ni el porcentaje de tolerancia, lo que conlleva a excesos de tiempos improductivos y por ende trae consecuencias de costos elevados de mano de obra y de producción.

En la tabla 23 mostrada en el diagnóstico con el que cuenta la empresa, se puede apreciar los tiempos promedios utilizados en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, en la cual se tiene como resultado 291,52 horas para la producción de 215 000 unidades de ladrillo pandereta rayada.

##### - Propuesta:

Se propone estandarizar los tiempos en cada etapa del proceso productivo del ladrillo pandereta, en la cual solo de este modo se podrá determinar la eficiencia del operario al momento de realizar sus actividades

3.3.3.5. Problema V: Excesivo transporte de etapa en etapa por la mala distribución de planta con la que cuenta la empresa Ladrillos Tayson S.A.C.

- **Descripción del problema:**

Cuando la empresa empezó sus operaciones, el dueño ubicó de forma empírica las áreas de trabajo, dando así un recorrido inestable de etapa en etapa. Por ende, genera mayor tiempo en la línea de producción en la cual se ve reflejado en el DAP.

Actualmente la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. presenta una deficiente utilización en su planta de producción. Se puede evidenciar las distancias excesivas que se tienen que recorrer tal es el caso del área de almacén de materia prima, hasta el área de mezclado con una distancia de 180 metros lo que resulta demoras en el proceso productivo. Así mismo la distancia de recorrido del área de cortado hasta el área de secado dando un tramo exagerado de 200 metros ocasionando demoras.

Por ello, el recorrido inadecuado que tiene el proceso productivo genera mayor tiempo y mayor merma ya que la distancia es demasiada extensa y en el traslado del producto tiende a caerse y hace defectuoso el producto siendo llamado merma.

En la tabla 31 se detalla los transportes que la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. realiza en su proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.

Tabla 33. Distancia y tiempo de transporte.

<b>Transporte</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Transportar al área de mezclado	180	15
Transportar hacia el área de molienda	4	5
Transportar hacia el área de amasado	7	6
Transportar hacia el área de moldeado	5	7
Transporte hacia el cortado	7	4
Transportar hacia el área de secado	200	17
Transportar hacia el área de cocción	80	10
Transportar al almacén de producto terminado	20	6
<b>Total</b>	<b>503</b>	<b>70</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

En la tabla 33 se muestra que 70 min es el tiempo muerto y por ello no agregan valor al producto, es por ello que en la nueva distribución de planta se deberán de ver reducidos dichos tiempos.

- **Propuesta:**

Se propone rehacer una nueva distribución de planta aplicando la metodología Systematic Layout Planning (SLP) en la cual se obtendrá menor tiempo y se debe de seguir la siguiente secuencia:

- ✓ Determinar el tiempo de transporte que no generan valor en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.
- ✓ Identificar las áreas que intervienen en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.
- ✓ Presentar el nuevo diagrama de recorrido.
- ✓ Actualizar las nuevas distancias y nuevos tiempos de transportes.

### **3.4. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA LADRILLOS TAYSON S.A.C.**

3.4.1. Propuesta de establecer un procedimiento de método de trabajo en la etapa de cocción y secado en la empresa Ladrillos Taysons S.A.C.

Se propone establecer un procedimiento instructivo para el método de trabajo en la etapa de cocción y secado ya que el operario se desempeña de acuerdo a lo explicado o a la experiencia adquirida.

Los procedimientos propuestos en la etapa de secado y cocción, se tomó en cuenta la Guía de buenas prácticas para ladrilleras, que fue publicada en el año 2010 por el ministerio de la producción.

3.4.1.1. Propuesta de un procedimiento instructivo de método de trabajo en la etapa de cocción.

Tabla 34. Procedimiento del método de trabajo en la etapa de cocción

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>INSTRUCTIVO PARA EL MÉTODO DE TRABAJO EN LA ETAPA DE COCCIÓN</b>	<b>CÓDIGO: INS-MT-ETC-001 FECHA: 20/01/2020</b>
<p>El procedimiento propuesto para el método de trabajo en la etapa de cocción tiene como objetivo el de lograr que los operarios realicen de manera adecuada y precisa la manipulación de los ladrillos en el horno y así evitar pérdidas.</p>		
Responsable	Encargado en el área de cocción	
Aprobado por:		
<b>PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO DE TRABAJO EN LA ETAPA DE COCCIÓN</b>		
<p><b>1. OBJETIVO GENERAL:</b> Lograr que los operarios realicen de manera adecuada y precisa la manipulación de los ladrillos y evitar pérdidas.</p>		
<p><b>2. OBJETIVO ESPECÍFICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir las unidades defectuosas.</li> <li>- Mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del horno para así obtener un buen producto de calidad.</li> <li>- Reducir tiempos de producción.</li> </ul>		
<p><b>3. UBICACIÓN:</b> El procedimiento de método de trabajo, se realizará en los hornos de cocción con el que cuenta la empresa "LADRILLOS TAYSON S.A.C." ubicada en la carretera Panamericana Norte Km. 807 Lambayeque - Mórrope.</p>		
<p><b>4. ALCANCE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operarios de cocción.</li> <li>- Jefe de Producción.</li> <li>- Jefe de Horno</li> <li>- Dueño de la empresa.</li> </ul>		
<p><b>5. DESARROLLO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección del ladrillo seco traído de la etapa de secado.</li> <li>- Anotar el tamaño de lote.</li> <li>- Identificar el lote a través de señales.</li> <li>- Identificar el lugar de inicio dentro del horno.</li> <li>- Colocar el ladrillo de forma horizontal a lo largo del espacio establecido.</li> <li>- Dejar un espacio de 6 mm entre ladrillo y ladrillo.</li> <li>- Colocar el siguiente ladrillo de forma vertical encima del ladrillo anterior.</li> <li>- Realizar el procedimiento de forma repetitiva, hasta llenar el espacio establecido.</li> <li>- Encender el horno. El fuego deberá ir de forma homogénea.</li> <li>- Se abren las ventilaciones del horno cuando el fuego ha llegado a la superficie y ha consumido todo el combustible añadido.</li> <li>- Identificar la temperatura del horno a través de una termocupla que cumpla 900 °C – 1000 °C.</li> <li>- Visualizar dos a tres veces diarios la parte superior del horno, identificando que los ladrillos no se inclinen para que así el ladrillo no sufra daños de combustión.</li> <li>- Esperar que termine la cocción.</li> <li>- Esperar 46,33 horas de enfriamiento para así empezar con el despacho y clasificación de las unidades de ladrillo.</li> </ul>		

**Fuente: Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras [20]**

3.4.1.2. Propuesta de establecer un procedimiento de método de trabajo en la etapa de secado.

Tabla 35. Procedimiento del método de trabajo en la etapa de secado

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>INSTRUCTIVO PARA EL MÉTODO DE TRABAJO EN LA ETAPA DE SECADO</b>	<b>CÓDIGO: INS-MT-ETS-001 FECHA: 20/01/2020</b>
<p>El procedimiento propuesto para el método de trabajo en la etapa de secado tiene como objetivo el de lograr que los operarios realicen de manera adecuada y precisa la manipulación de los ladrillos en la pampa de secado y así evitar mermas</p>		
Responsable	Jefe de Producción	
Aprobado por:		
<b>PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO DE TRABAJO EN LA ETAPA DE SECADO</b>		
<p><b>1. OBJETIVO GENERAL:</b> Lograr que los operarios realicen de manera adecuada y precisa la manipulación de los ladrillos y evitar pérdidas.</p>		
<p><b>2. OBJETIVO ESPECÍFICO:</b> Reducir las unidades defectuosas. Evitar la mala manipulación del ladrillo en crudo. Reducir tiempos de producción.</p>		
<p><b>3. UBICACIÓN:</b> El procedimiento de método de trabajo en la etapa de secado, se realizará en el área de secado con el que cuenta la empresa "LADRILLOS TAYSON S.A.C." ubicada en la carretera Panamericana Norte Km. 807 Lambayeque - Mórrope.</p>		
<p><b>4. ALCANCE:</b> Operarios de secado. Jefe de Producción. Dueño de la empresa.</p>		
<p><b>5 .DESARROLLO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agrupar los ladrillos cortados.</li> <li>- Los ladrillos cortados, trasladarlos de forma adecuada a los coches que llevarán el ladrillo al área de secado.</li> <li>- Transportar el ladrillo crudo de área de cortado al área de secado.</li> <li>- Descargar los ladrillos traídos del área de cortado.</li> <li>- Descargar los ladrillos del coche, unidad por unidad y colocarlos en el suelo hasta completar la primera fila.</li> <li>- La primera fila debe de estar de forma horizontal y el ladrillo siguiente de forma contraria a comparación del ladrillo anterior.</li> <li>- Los agujeros de los ladrillos, colocarlos en dirección del viento para así el viento ayude.</li> <li>- Ordenarlos de forma repetitiva.</li> <li>- Tapar los ladrillos en el área de secado.</li> <li>- Esperar 2 días en reposo.</li> <li>- Retirar o quitar las esteras utilizadas en el tapado del ladrillo.</li> <li>- Voltar los ladrillos para que sequen en ambos lados.</li> <li>- Tapar los ladrillos en el área de secado.</li> <li>- Esperar 2 días en reposo.</li> <li>- Realizar el canteo de cada ladrillo.</li> <li>- Agrupar los ladrillos que cumplan con los estándares de calidad</li> <li>- Recoger las unidades que cumplan con los estándares de calidad.</li> <li>- Llevarlos al área de cocción.</li> </ul>		


**Fuente: Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras [20]**

### 3.4.1.3. Propuesta de equipos de medición de temperatura en la etapa de cocción:

La variable principal a controlar en la etapa de cocción es la Temperatura, ya que los operarios que realizan la quema del ladrillo pandereta rayada lo trabajan de forma manual y empírica. Por lo tanto se debe vigilar, evaluar y controlar la temperatura durante el proceso de cocción y en diferentes partes del horno Hoffman.


Por ello, se propone equipos de medición de temperatura mayores a 950 °C tales como termómetro de Termocupla modelo LUTRON BTM4208SD (Ver Tabla 36) y termómetro de Termocupla modelo K Center 308 (Ver tabla 37). Se detallará cual será elegido para la adquisición de la empresa.

Tabla 36. Ficha técnica del termómetro digital LUTRON BTM4208SD

	Modelo: LUTRON BTM4208SD
	Rango para termocupla K: -100° C a 1300° C
	Termómetro digital LCD de doce canales
	Gran pantalla con aparición de ocho medidas simultaneas
	Lectura y registro de 12 temperatura simultáneas
	Termómetro de Termopares K/J/T/E/R/S
	Data Logger (memoria USB a partir de 2Gb)
	Fecha y Hora para registro horario en las medidas
	Salida RS-232 para conexión a ordenador
	Intervalo de registro configurable de 1s a 3600s.

Fuente: Asocie Automatización e instrumentos.

Tabla 37. Ficha técnica del termómetro digital modelo: K Center 308

	Modelo: K CENTER 308
	Rango para termocupla K: -200 a 1370 ° C
	Termómetro digital LCD de dos canales de entrada
	Pequeña pantalla con aparición de 1 medida simultanea
	Visualización de dos lecturas
	Termómetro de Termopares K/J/T/E/R/S
	Resolución 0,1 ° C
	Dimensiones: 164 x 54 x 34mm
	Batería: 9V
Apagado automático	


Fuente: Asocie Automatización e instrumentos.

Como se puede observar en las tablas 36 y 37, se detalló las características principales de los dos productos a elegir. Por ello, debido a la magnitud se eligió el primer termómetro digital modelo LUTRON BTM4208SD a pesar que su costo de adquisición es un mayor posee con numerosos beneficios y la empresa puede adquirirlo.

Ahora, se determinará a través de un vs el tipo de termopar que se utilizarán en los hornos de cocción.

Termopar tipo K (Ver tabla 38) que serán instaladas en diversas partes del horno para poder obtener una vigilancia, evaluación y un control adecuado de la temperatura en diversos partes del horno tipo Hoffman.

Tabla 38. Ficha técnica del termopar tipo K

	Máximo rango de temperatura	Grado Termopar: -200 a 1200°C Grado extensión: 0 a 200°C
	Límite de error	Estándar: 2.2°C o 0.75°C en 0°C 2.2°C o 2.0% bajo 0°C Especial: 1.1°C o 0.4%
	Características ambientales de operación	Ambiente oxidante e inerte, uso limitado en vacío o ambiente reductor, amplio rango de temperatura, calibración de uso más frecuente en la industria. Compensación de punta fría a 0°C
	Material	- Composición Níquel-Cromo· Níquel-Aluminio - Elemento positivo: Níquel-Cromo (Cromel) - Elemento negativo: Níquel-Aluminio(Alumel) - Magnéticamente sensible: Níquel-Cromo (Alumel)
	Designación de colores	- Elemento positivo: Azul - Elemento negativo: Rojo

Fuente: Asocie Automatización e instrumentos.

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. para obtener los materiales tangibles que serán utilizados en la etapa de cocción, cotizará los precios de los diferentes materiales tangibles para así poder decidir cuál comprar. (Ver anexo 9)



### 3.4.2. Propuesta de capacitaciones

#### 3.4.2.1. Procedimiento para las capacitaciones.

Tabla 40. Procedimiento para las capacitaciones

<b>LOGO DE LA EMPRESA</b>	<b>PROCEDIMIENTO PARA LAS CAPACITACIONES</b>	<b>CÓDIGO: PR-CAP-001 FECHA: 20/01/2020</b>
El procedimiento propuesto para las capacitaciones tiene como objetivo brindar a los colaboradores a través de capacitaciones, las competencias necesarias para realizar de manera eficiente sus funciones en las etapas de secado y cocción dentro de la empresa Ladrillos Tayson S.A.C.		
Responsable		
Aprobado por:		
<b>PROCEDIMIENTO PARA LAS CAPACITACIONES</b>		
<b>1. OBJETIVO GENERAL:</b>  Brindar a los colaboradores a través de capacitaciones, las competencias necesarias para realizar de manera eficiente sus funciones en las etapas de secado y cocción dentro de la empresa "LADRILLOS TAYSON S.A.C"		
<b>2. UBICACIÓN:</b> El procedimiento de método de trabajo en la etapa de secado, se realizará en el área de secado con el que cuenta la empresa "LADRILLOS TAYSON S.A.C." ubicada en la carretera Panamericana Norte Km. 807 Lambayeque - Mórrope.		
<b>3. ALCANCE:</b> Tiene alcance a todos los colaboradores involucrados con el tema de capacitación.		
<b>4. DESARROLLO:</b> Módulo I: Importancia de la Ingeniería de Métodos. Módulo II: Método de trabajo. Módulo III: Productividad y la importancia en la industria. Módulo IV: Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado. Módulo V: Parámetros de calidad del producto.		

Para llevar a cabo un buen procedimiento de método de trabajo en las etapas de cocción y secado, los operarios deberán ser capacitados para realizar las diferentes actividades dentro de cada etapa. Por ello se les capacitará para un mejor método de trabajo. Las capacitaciones tienen un cronograma y presupuesto establecido que indican el costo de las capacitaciones (*Ver anexo 4 y 5*)

### 3.4.2.2. Plan de capacitaciones.

Tabla 41. Plan de capacitación.

Capacitación	Dirigido	Tipo de capacitación	Duración
Importancia de la Ingeniería de Métodos.	Operarios de cocción y secado	Teórica / Práctico	4 horas
Método de trabajo.	Operarios de cocción y secado	Teórica / Práctico	4 horas
Productividad y la importancia en la industria.	Operarios de cocción y secado	Teórica / Práctico	4 horas
Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.	Operarios de cocción y secado	Teórica / Práctico	4 horas
Parámetros de calidad del producto.	Operarios de cocción y secado	Teórica / Práctico	4 horas

Fuente: Elaboración propia

Los temas a capacitar tienen que ser cotizados por la empresa, para determinar cuánto será el costo de inversión para poder así capacitar a los operarios de las áreas ya establecidas. (Ver anexo 5 y 6)





### 3.4.4. Estandarización de tiempos.

La estandarización de tiempos, es de suma importancia para la mejora en el proceso de producción, debido a que conlleva a obtener el tiempo para obtener una unidad de producción considerando aspectos como habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia para así poder tener un ritmo óptimo de trabajo para el proceso productivo del ladrillo pandereta en la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C.

Mediante el cronometraje de tiempos de operación hallada con el método de General Electric (*ver Tabla 22*), en el periodo mayo del 2019, se tienen los siguientes tiempos promedios del proceso productivo con los que cuenta la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. (*ver Tabla 44*)

#### 3.4.4.1. Tiempo promedio de la propuesta.

Tabla 44. Tiempo promedio del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada

Actividades	Observaciones (horas)			Tiempo Promedio (TP)
	Observación 1	Observación 2	Observación 3	
Mezclado	1,5	1,7	1,6	1,6
Molienda	1,3	1,25	1,35	1,3
Amasado	1,15	1,2	1,18	1,18
Moldeado	1,3	1,28	1,33	1,3
Cortado	1,1	1,18	1,15	1,14
Secado	96	110	120	108,67
Cocción	130	128	132	130,0
Enfriado	48	46	45	46,33

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

#### 3.4.4.2. Tiempo normal de la propuesta.

Este tiempo determina en el que un operario demora realizando sus labores en condiciones normales para poder producir una unidad.

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo ciclo promedio} * \text{Factor de Calificación}$$

Según García [21] en su libro, en donde considera cuatro factores para la evaluación al trabajador como son la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia. Esta herramienta se realiza para cada actividad del proceso productivo del ladrillo pandereta en la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C.

Según García [21] en su libro nos muestra la determinación de los factores y los detalla de forma correcta, considerando su significado para un mejor entendimiento (*ver anexo 7*)

Tabla 45. Factor de calificación del desempeño del ladrillo Pandereta rayada.

Actividades	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Mezclado	0,03	0,05	0,02	0,01	1,11
Molienda	0,03	0,05	0,02	0,01	1,11
Amasado	0,06	0,02	0,00	0,03	1,11
Moldeado	0,06	0,02	0,00	0,03	1,11
Cortado	0,03	0,05	-0,03	0,01	1,06
Secado	0,03	0,02	0,07	0,00	1,07
Cocción	0,00	0,02	0,00	0,03	1,05
Enfriado	0,03	0,00	0,00	0,01	1,04

Fuente: Roberto García (1997)

Para encontrar el factor de calificación, se utilizó el método de Porcentaje de calificación de la actuación del Sistema Westinghouse. Este sistema muestra los diversos factores para hallar las calificaciones a la habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia.

Con la ayuda del factor de calificación de desempeño del trabajador, se estima mediante la técnica de observación hacía el trabajador y con el tiempo promedio hallado en el proceso productivo con las mejoras correspondientes.

Se evalúa el tiempo normal de cada dicha actividad, aplicando la fórmula del tiempo normal, mencionada anteriormente, y en la cual se puede apreciar el tiempo normal en la Tabla 46.

Tabla 46. Tiempo Normal del ladrillo Pandereta rayada.

Actividad	Tiempo Promedio	Factor de calificación	Tiempo Normal
<b>Mezclado</b>	1,6	1,11	1,776
<b>Molienda</b>	1,3	1,11	1,443
<b>Amasado</b>	1,18	1,11	1,3098
<b>Moldeado</b>	1,3	1,11	1,443
<b>Cortado</b>	1,14	1,06	1,208
<b>Secado</b>	108,67	1,07	116,28
<b>Cocción</b>	130,0	1,05	136,5
<b>Enfriado</b>	46,33	1,04	48,18

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido el factor de calificación por etapa, se multiplica por el tiempo promedio del método propuesto y se obtiene el tiempo normal.

#### 3.4.4.3. Tiempo estándar de la propuesta.

El tiempo estándar de la propuesta, se define como el tiempo que es necesario para que un operario realice su trabajo con un ritmo normal, calificado y estandarizado para llevar a cabo la operación a realizar. Para el calcular el tiempo estándar se utilizó la siguiente fórmula:

$$Tiempo\ estándar = \frac{Tiempo\ normal}{(1 - Factor\ de\ suplemento)}$$

La empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. no maneja suplementos ni tolerancias, a pesar de ello estas se deben considerar ya que reflejan los retrasos que se dan en el proceso productivo del ladrillo Pandereta. Dichas tolerancia, debe de expresar la realidad de los tiempos estándares obtenidos anteriormente, para ello, el cálculo de éstas se hizo tomando en cuenta la tabla de tolerancia proporcionada por la Organización Internacional del trabajo (OIT) (*ver Anexo 8*)

Tabla 47. Factor del suplemento

Actividad	Necesidades Personales	Trabajo de pie	Postura anormal	Levanta peso	Total %
<b>Mezclado</b>	5%	0%	2%	0%	7%
<b>Molienda</b>	5%	2%	2%	2%	11%
<b>Amasado</b>	5%	2%	2%	0%	9%
<b>Moldeado</b>	5%	2%	2%	0%	9%
<b>Cortado</b>	5%	2%	2%	0%	9%
<b>Secado</b>	5%	2%	2%	2%	11%
<b>Cocción</b>	5%	2%	2%	2%	11%
<b>Enfriado</b>	5%	0%	0%	2%	7%

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que ya se obtuvo el factor de suplemento de cada operación, aplica la fórmula ya mencionada. El tiempo estándar total del proceso mejorado propuesto:

Tabla 48. Tiempo estándar

Actividades	Tiempo Promedio	Tiempo Normal	Factor de suplemento	Tiempo Estándar
<b>Mezclado</b>	1,6	1,776	7%	1,9
<b>Molienda</b>	1,3	1,443	11%	1,6
<b>Amasado</b>	1,18	1,3098	9%	1,4
<b>Moldeado</b>	1,3	1,443	9%	1,6
<b>Cortado</b>	1,14	1,208	9%	1,3
<b>Secado</b>	108,67	116,28	11%	130,65
<b>Cocción</b>	130,0	136,5	11%	153,37
<b>Enfriado</b>	46,33	48,18	7%	52

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.5. Propuesta de una nueva distribución de planta.

#### 3.4.5.1. Nueva distribución de planta.

La distribución actual con la que cuenta la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. se puede identificar largas distancias de materiales de los almacenes con los que cuenta la planta, esto genera desperdicio de tiempo y merma en el transporte.

Para el desarrollo de la propuesta se opta por realizar el método Systematic Layout Planning (SLP), en la cual considera una codificación de letras para así detallar el nivel de importancia para la distancia entre las diferentes áreas con el que cuenta la empresa, (Ver tabla 49).

Tabla 49. Codificación de relación de cercanía entre áreas

LETRA	SIGNIFICADO (CERCANÍA)	Valor
A	Absolutamente necesario	4
E	Especialmente importante	3
I	Importante	2
O	Normal u ordinario	1
U	Poco importante	0
X	No recomendable	-1

Fuente: Systematic Layout Planning (SLP)

En la empresa, para la cercanía de las áreas con las que cuenta se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

- ✓ Tiempos de transportes de producto en proceso.
- ✓ Mermas en el proceso productivo.
- ✓ La secuencia de actividades en el proceso productivo de ladrillo pandereta rayada.

Tabla 50. Valoración de la relación de cercanías de áreas.

Área	Oficina de Gerencia	Oficina Administrativa	Área de comedor	Almacén de MP	Almacén PT	Área de Mezclado	Área de Molienda	Área de Amasado	Área de Moldeado	Área de Cortado	Área de Secado	Área de Cocción	SS.HH.
Oficina de Gerencia	-	O	O	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O
Oficina Administrativa		-	O	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O
Área de comedor			-	U	U	U	U	U	U	U	U	U	O
Almacén de MP				-	U	A	U	U	U	U	U	U	X
Almacén PT					-	U	U	U	U	U	U	I	X
Área de Mezclado						-	I	U	U	U	U	U	X
Área de Molienda							-	I	U	U	U	U	X
Área de Amasado								-	I	U	U	U	X
Área de Moldeado									-	I	U	U	X
Área de Cortado										-	I	U	X
Área de Secado											-	I	X
Área de Cocción												-	X
SS.HH.													-

Fuente: Elaboración Propia

Para llevar a cabo el análisis del diagrama de hilos, es sumamente necesario asignarle una letra para la identificación de cada área con el que cuenta la empresa, dichas letras se indican en la tabla 51.

Tabla 51. Identificación de las áreas de la empresa

Área	Letra
Oficina de Gerencia	OG
Oficina Administrativa	OA
Área de comedor	AC
Almacén de MP	MP
Almacén PT	PT
Área de Mezclado	M
Área de Molienda	AM
Área de Amasado	A
Área de Moldeado	MO
Área de Cortado	C
Área de Secado	S
Área de Cocción	Co
SS.HH.	SH

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

Luego de determinar las letras que identifiquen a cada área, se construye un diagrama de hilos, como se muestra en la Figura 22, de esta manera nos brinda una idea más clara de cómo sería la nueva distribución de planta del proceso productivo del ladrillo pandereta en la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C.

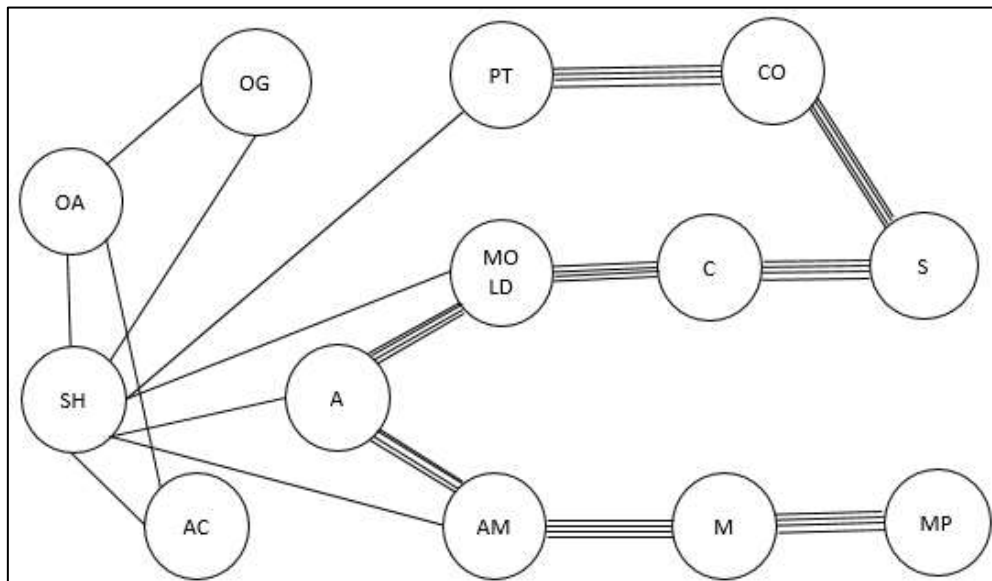
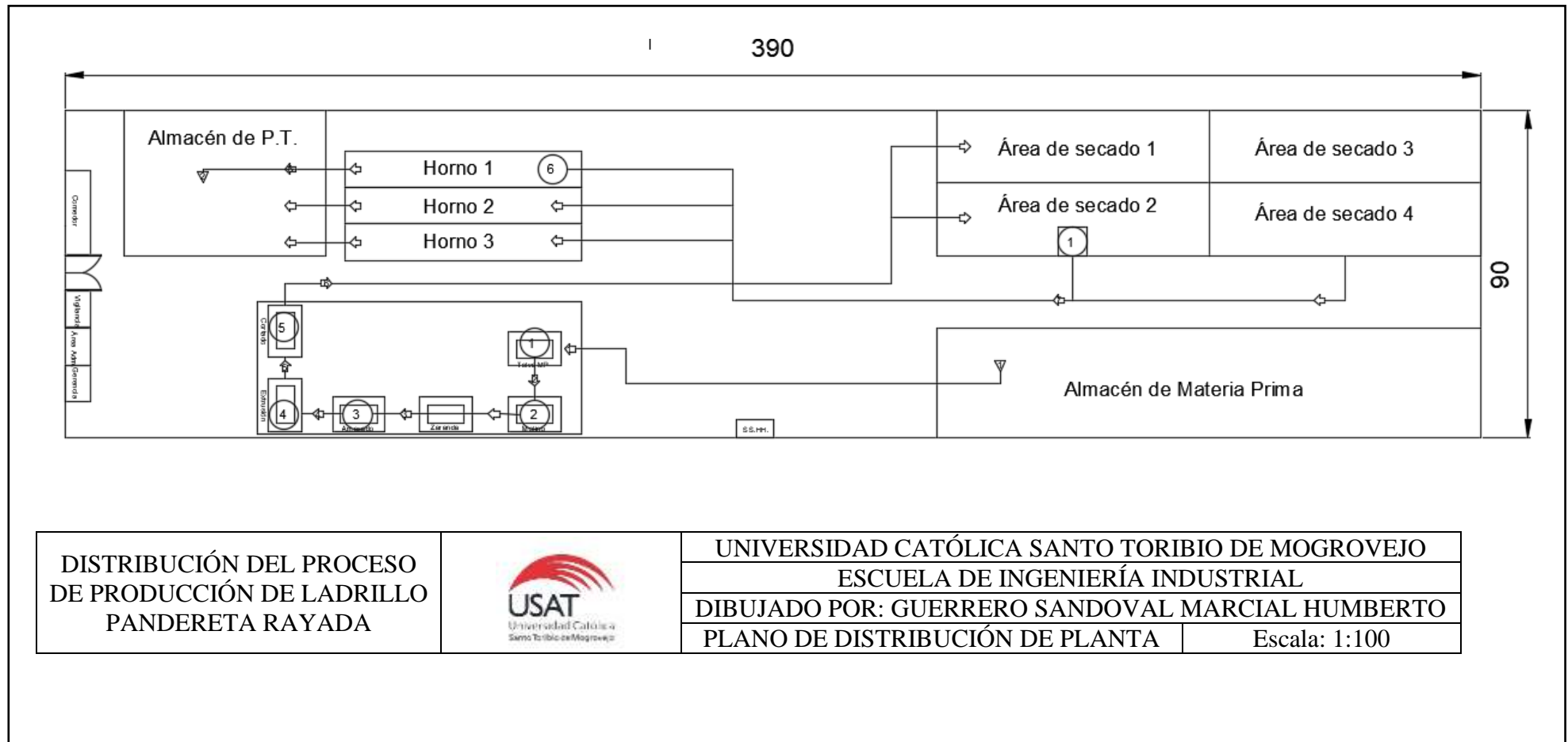


Figura 22. Diagrama de hilos

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

3.4.5.2. Nuevo diagrama de recorrido del proceso mejorado del ladrillo pandereta rayada.



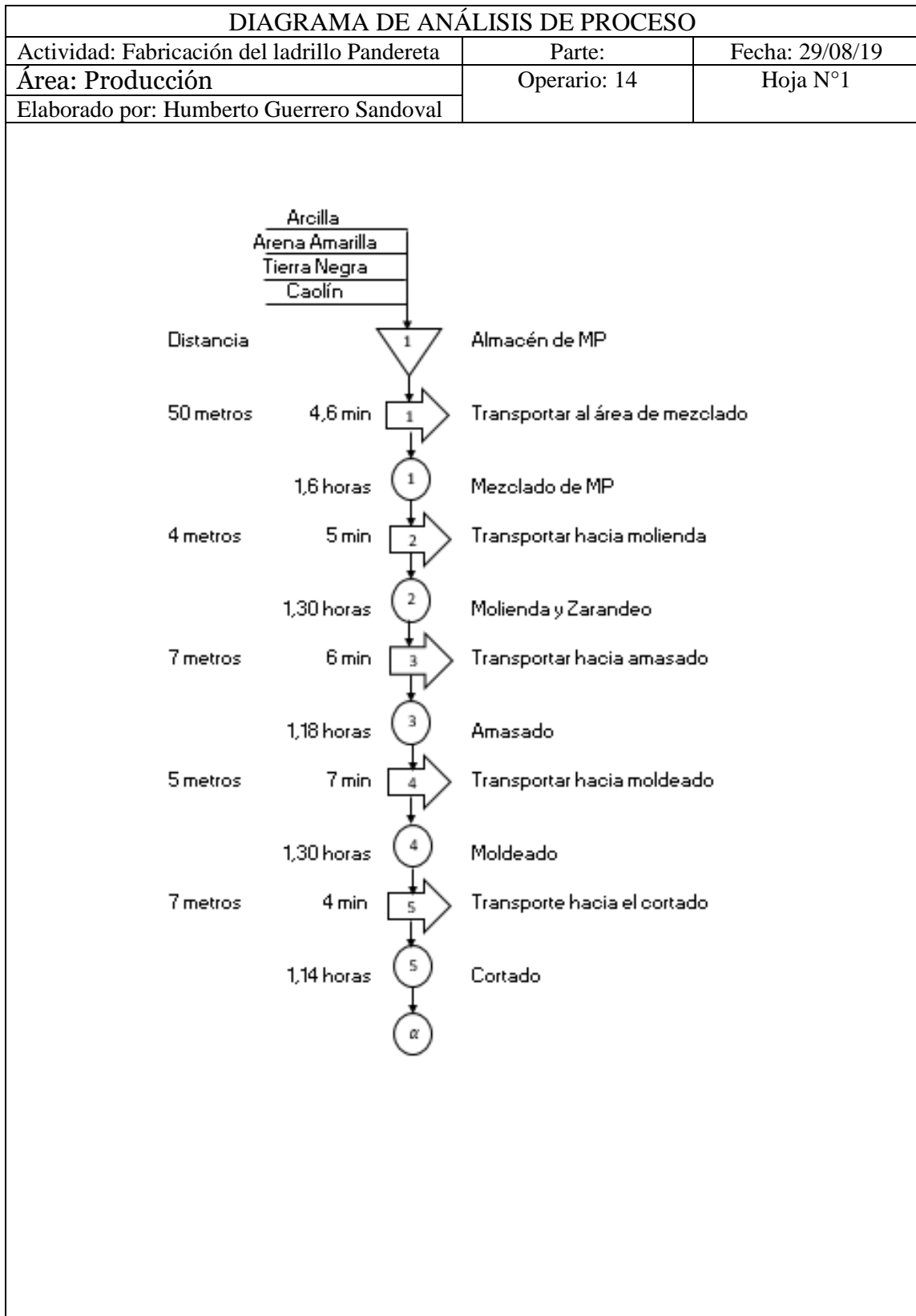
DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLO PANDERETA RAYADA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
DIBUJADO POR: GUERRERO SANDOVAL MARCIAL HUMBERTO	
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	Escala: 1:100

Figura 23. Diagrama de recorrido del proceso mejorado del ladrillo pandereta rayada

### 3.4.6. Diagrama de Análisis de Proceso mejorado

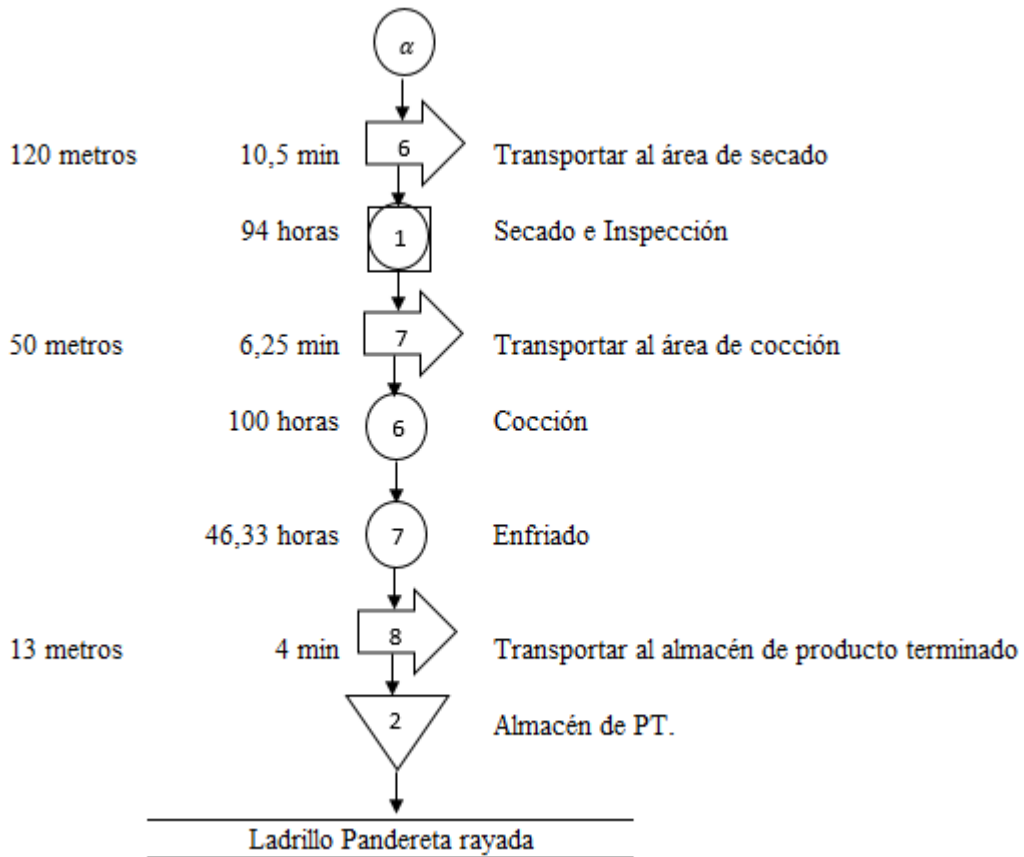


Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

Figura 24. Diagrama de análisis de proceso mejorado

**DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO**

Actividad: Fabricación del ladrillo Pandereta	Parte:	Fecha: 29/08/19
Área: Producción	Operario: 14	Hoja N°1
Elaborado por: Humberto Guerrero Sandoval		



Resumen General			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (h)
Operación	○	7	152,85
Operación - Inspección	◻	1	94
Transporte	➡	8	0,79
Almacén	▽	2	-
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>247,64</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C.

### 3.5. NUEVOS INDICADORES

#### 3.5.1. Indicadores de producción

##### a. Tiempo base.

La empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. cuenta con una jornada laboral de 10 horas, por ello el tiempo base vendría hacer:

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 24 \frac{\text{hora}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 1440 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{día}}{\text{mes}}$$

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 34\ 560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}$$

##### b. Ciclo.

Tabla 52. Nuevos tiempos promedios de cada actividad

Actividades	Observaciones (horas)			Tiempo Promedio (TP)
	Observación 1	Observación 2	Observación 3	
Mezclado	1,5	1,7	1,6	1,6
Molienda	1,3	1,25	1,35	1,3
Amasado	1,15	1,2	1,18	1,18
Moldeado	1,3	1,28	1,33	1,3
Cortado	1,1	1,18	1,15	1,14
Secado	94	96	92	94
Cocción	100	103	97	100
Enfriado	48	46	45	46,33

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

El ciclo mejorado se muestra en la tabla 52, que nos indica que la etapa de cocción es la que mayor tiempo tiene la cual es de 100 h/lote. Esta etapa trabaja con un lote de 215 000 unidades de ladrillo pandereta.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{34\ 560 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{100 \frac{\text{hora}}{\text{lote}} * 60 \frac{\text{min}}{1 \text{ hora}}}$$

$$\text{Producción} = 5,76 \frac{\text{lote}}{\text{mes}}$$

El dato de producción calculado, nos indica que el número de lote a producir aumentará de 4,4307 lotes/mes a 5,76 lote/mes

### 3.5.2. Indicadores de productividad.

#### a. Productividad de Materia Prima.

Para calcular la productividad mejorada de la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. se analizará los kilogramos que entran para el proceso productivo, la cual se tendrá en cuenta la producción mensual sobre los kilogramos que son utilizados.

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Producción mensual (unid)}}{\text{Toneladas mensuales}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = 487 \frac{\text{unidades}}{\text{toneladas}}$$

Tabla 53. Productividad de Materia Prima en el periodo Enero – Agosto

Mes	Producción	Toneladas de mezcla	Productividad (unid / toneladas)
<b>Enero</b>	877 590	1 867	470
<b>Febrero</b>	957 822	1 841	520
<b>Marzo</b>	920 548	1 878	490
<b>Abril</b>	927 400	1 818	510
<b>Mayo</b>	898 325	1 952	460
<b>Junio</b>	917 722	1 839	499
<b>Julio</b>	914 092	1 847	495
<b>Agosto</b>	835 973	1 857	450
<b>Promedio</b>			<b>487</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

El indicador calculado, nos indica que por cada tonelada de mezcla de materia prima que ingresa al proceso productivo, se obtendrá 487 unidades de ladrillo pandereta rayada.

#### b. Productividad de mano de obra.

En la productividad de mano de obra mejorada, nos indica que la producción esperada será dividida entre el total de operario por cada jornada, en la cual se considera que la empresa en el área de producción cuenta con 13 operarios (*Ver tabla n°10*)

$$\text{Productividad de Mano de Obra} = \frac{5,76 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} * 215\,000 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{13 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad de Mano de Obra} = 95\,262 \text{ unidades por } \frac{\text{mes}}{\text{operario}}$$

El indicador calculado, nos indica que cada operario producirá 95 262 unidades de ladrillo pandereta rayada al mes.

c. Productividad de maquinaria.

En lo que es productividad de maquinaria, se tomará en cuenta la producción sobre el número de máquinas que intervienen en el proceso de producción (Ver tabla n°9)

$$\text{Productividad de maquinaria} = \frac{5,76 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} * 215\,000 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{12 \text{ máquinas}}$$

$$\text{Productividad de maquinaria} = 103\,200 \text{ unidades por mes/máquina}$$

d. Productividad económica.

Para calcular la productividad económica mejorada es necesario tener en cuenta la suma económica que se invierte en el proceso de producción, en la cual abarca desde el pago del operario hasta los insumos y energía eléctrica que consume la planta.

Tabla 54. Resumen de costos en el periodo Enero – Agosto

Factor	Componente	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total mensual	Total Anual
Producción	Operarios	187 200	13	1 200	15 600	187 200
Materia Prima	Tierra negra	115 200	800	12	9 600	115 200
	Arena amarilla	107 100	595	15	8 925	107 100
	Arcilla	54 000	450	10	4 500	54 000
	Caolín	15 000	50	25	1 250	15 000
Insumo	Luz	213 260	59 239	0.3	17 772	213 260
Total					57 647	<b>691 760</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

$$\text{Productividad económica} = \frac{5,76 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} * 215\,000 \frac{\text{unidades}}{\text{lote}}}{S/.691\,760}$$

$$\text{Productividad económica} = 1,80 \frac{\text{unidades}}{\text{sol}}$$

La tabla 54 nos ayudó para obtener la productividad económica con el que cuenta la empresa, en la cual se obtiene al dividir el nuevo lote de producción sobre el total de insumos (S/.) requeridos para dicha producción.

### 3.5.3. Indicadores de eficiencia.

#### a. Eficiencia física del proceso.

La eficiencia física mejorada del proceso productivo del ladrillo pandereta, como se observa en la tabla 55 es de un promedio de 85,00%.

$$Eficiencia\ física = \frac{kg\ de\ mezcla\ de\ salida}{kg\ de\ mezcla\ de\ entrada}$$

$$E.\ Física = \frac{0,87 + 0,79 + 0,83 + 0,80 + 0,87 + 0,86 + 0,87 + 0,88}{8}$$

$$Eficiencia\ física = 85\%$$

Tabla 55. Eficiencia física mejorada del proceso productivo del ladrillo pandereta en el periodo Enero – Agosto

Mes	Producción	toneladas de mezcla	kg de mezcla de entrada	kg de mezcla de salida	% de Eficiencia
Enero	877 590	2 121	2 121 000	1 854 521	0,87
Febrero	957 822	2 320	2 320 115	1 839 522	0,79
Marzo	920 548	2 255	2 255 302	1 876 021	0,83
Abril	927 400	2 260	2 260 251	1 816 148	0,80
Mayo	898 325	2 222	2 222 215	1 950 000	0,87
Junio	917 722	2 125	2 125 845	1 837 221	0,86
Julio	914 092	2 115	2 115 023	1 845 279	0,87
Agosto	835 973	2 095	2 095 632	1 854 296	0,88
Promedio					<b>0,85</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

#### b. Eficiencia económica.

Con la mejora empleada en la investigación, el costo de producción se redujo de S/. 0,28 a S/. 0,20 en la cual se tendrá una eficiencia económica de S/. 1,75 es decir, que por cada sol invertido se ganará S/. 0,75.

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ingresos}{Costos}$$

$$Eficiencia\ Econ\omicron mica = \frac{2\ 537\ 315,20\ soles}{1\ 449\ 894,40\ soles}$$

$$Eficiencia\ Econ\omicron mica = 1,75\ soles$$

Tabla 56. Ventas y Costos del ladrillo pandereta en el periodo Enero – Agosto

Mes	Producción	Ingresos (S/.)	Costo de producción (S/.)
Enero	877 590	S/307 156,50	S/175 518,00
Febrero	957 822	S/335 237,70	S/191 564,40
Marzo	920 548	S/322 191,80	S/184 109,60
Abril	927 400	S/324 590,00	S/185 480,00
Mayo	898 325	S/314 413,75	S/179 665,00
Junio	917 722	S/321 202,70	S/183 544,40
Julio	914 092	S/319 932,20	S/182 818,40
Agosto	835 973	S/292 590,55	S/167 194,60
<b>Total</b>		<b>S/2 537 315,20</b>	<b>S/1 449 894,40</b>

Fuente: Ladrillos Tayson S.A.C

#### 3.5.4. Indicadores de capacidad.

##### a. Capacidad real.

La capacidad real, es el nuevo lote de producción que es de 5,76 lotes por mes en la cual cada lote cuenta con 215 000 unidades de ladrillo pandereta y por ellos se tendrá una producción real de 1 238 400 unidades de ladrillo pandereta al mes.

$$Capacidad\ Real = 5,76 \frac{lote}{mes} * 215\ 000 \frac{unidades}{lote}$$

$$Capacidad\ Real = 1\ 238\ 400 \frac{unidades}{mes}$$

##### b. Capacidad de diseño.

Es la máxima capacidad hablando teóricamente, que se puede alcanzar en un periodo trabajado bajo las condiciones laborables. Esto abarca con lo que es instalaciones, máquinas y equipos.

La empresa Ladrillos Tayson S.A.C. cuenta con hornos cerrados llamado Hoffman para la etapa de cocción en la cual tiene una capacidad de diseño de 180 toneladas por galería y en la cual se cuenta con 3 galerías, dicho horno es utilizado 5 veces al mes, en la cual se tiene una capacidad de:

$$Cap. Diseño = 180 \frac{\text{tonelada}}{\text{galeria}} * 3 \text{ galerias} * 5 \frac{\text{veces}}{\text{mes}} * \frac{1000\text{kg}}{1 \text{ tonelada}}$$

$$Capacidad de diseño = 2\,700\,000 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{unidad}}{2 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{Capacidad de diseño = 1\,350\,000 \frac{\text{unidad}}{\text{mes}}}$$

c. Utilización.

Se determinará de la capacidad real entre la capacidad de diseño, en la cual obtendremos la capacidad que se utiliza de la planta.

$$Utilización = \frac{Capacidad Real}{Capacidad de diseño}$$

$$Utilización = \frac{1\,238\,400 \frac{\text{unidad}}{\text{mes}}}{1\,350\,000 \frac{\text{unidad}}{\text{mes}}}$$

$$\mathbf{Utilización = 0,91 \%}$$

### 3.5.5. Indicadores de tiempo.

a. Cuello de botella.

La empresa cuenta con una etapa que es la que más tiempo demora en desarrollarse, ésta es la etapa de cocción en la cual se le llama cuello de botella debido a que es la etapa que más tiempo demora y se tiene 100 horas en esta etapa.

$$\mathbf{Cuello de botella = 100 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}}$$

b. Tiempo ciclo.

El nuevo tiempo ciclo se tomará del proceso mejora (ver figura 24) con el que cuenta la empresa para un lote de 215 000 unidades de ladrillo es un total de 247,64 horas.

$$\mathbf{Tiempo ciclo = 247,64 \frac{\text{hora}}{\text{lote}}}$$

### 3.5.6. Cuadro comparativo de indicadores

En la tabla 57 se muestran los indicadores obtenidos en el proyecto de investigación, antes de la mejora y después de la mejora. Obteniendo así una variación en sus datos y ver en que ha mejorado de acuerdo a lo propuesto en el proyecto de investigación.

Tabla 57. Resumen de indicadores antes y después de la mejora

INDICADORES	ANTES DE MEJORA	DESPUÉS DE MEJORA	VARIACIÓN
<b>INDICADORES DE PRODUCCIÓN</b>			
Tiempo Base	34 560 min/mes	34 560 min/mes	No varia
Ciclo	7 800 min	6 000 min	↓ - 23,07 %
Producción	4,4307 lote/mes	5,76 lote/mes	↑ 30 %
<b>INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD</b>			
Productividad de MP	414 unidad/tonelada	487 unidades/tonelada	↑ 17,6 %
Productividad de MO	73 217 unid por mes/operario	95 262 unidad/operario	↑ 30,1 %
Productividad de Máquina	79 383 unid por mes/máquina	103 200 unidad/máquina	↑ 30 %
Productividad Económica	1,37 unidades/sol	1,80 unidad/sol	↑ 31,38 %
<b>INDICADORES DE EFICIENCIA</b>			
Eficiencia Física del proceso	77%	85%	↑ 8 %
Eficiencia Económica	1,25	1,75 soles	↑ 40 %
<b>INDICADORES DE CAPACIDAD</b>			
Capacidad Real	952 600 unidad/mes	1 238 400 unidad/mes	↑ 30 %
Capacidad de Diseño	1 350 000 unidad/mes	1 350 000 unidad/mes	No varía
Utilización	70%	91%	↑ 21%
<b>INDICADORES DE TIEMPO</b>			
Cuello de botella	130 hora/lote	100 hora/lote	↓ - 23,07 %
Tiempo ciclo	292,68 hora/lote	247,64 hora/lote	↓ - 15,39 %

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 57, se muestra la comparación de los indicadores evaluados antes y después de la mejora. En la cual se puede observar que la eficiencia física actual de la empresa tiene un valor de 77% y la eficiencia física con la mejora es de 85%, obteniendo un aumento de un 8%.

La producción mensual actual con el que cuenta la empresa tiene un valor de 4,4307 lote/mes y la producción con la mejora tiene es de 5,76 lote/mes, obteniendo un aumento de 1,33 lote/mes, la productividad de materia prima actual con el que cuenta la empresa es de 414 unidades/tonelada y la productividad de materia prima mejorada es de 487 unidades/tonelada, obteniendo un aumento de 73 unidades/tonelada.

El cuello de botella actual con el que cuenta la empresa tiene un valor de 130 hora/lote y el cuello de botella con la mejora tiene un valor de 100 hora/lote, obteniendo una reducción de 30 hora/lote, el tiempo ciclo actual es de 291,5 hora/lote y con la mejora se obtiene un valor de 247,64 hora lote, reduciéndose en 43,86 hora/lote.

La capacidad real actual con el que cuenta la empresa tiene un valor de 952 600 unidades/mes y la capacidad real con la mejora tiene un valor de 1 238 400 unidades/mes, obteniendo así un aumento de 286 400 unidades/mes y la utilización actual tiene un valor de 70% y con la mejora se obtuvo se tuvo un valor de 91% obteniendo un aumento de 21% de utilización.

### 3.6. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

#### 3.6.1. Ingresos.

El beneficio del sistema producto en la empresa LADRILLOS TAYSON S.A.C. consiste en la reducción de mermas en el proceso productivo y el aumento de la producción del ladrillo pandereta, en la cual, de esta manera incrementa sus ingresos.

En la tabla 58 se muestra el ingreso anual proyectado, en la cual se sabe que la producción actual es de 952 600 unidades al mes y la mejora es de 1 238 400 unidades al mes y por ello se tiene una variación de mejora de 285 800 unidades al mes, ésta dato se multiplica por los 12 meses del año y por el precio de venta que es S/. 0,35 por unidad generando un ingreso total de S/. 1 200 900

Tabla 58. Proyección de demanda e ingresos

PERIODO	DEMANDA PROYECTADA	PRECIO DE VENTA	INGRESOS
2019	3 429 600	S/. 0,35	S/. 1 200 360
2020	3 429 600	S/. 0,35	S/. 1 200 360
2021	3 429 600	S/. 0,35	S/. 1 200 360
2022	3 429 600	S/. 0,35	S/. 1 200 360
2023	3 429 600	S/. 0,35	S/. 1 200 360

#### 3.6.2. Egresos.

En la tabla 59 se identifica el dinero gastado para la producción actual, que es 4,4307 lote/mes que equivale a 952 600 unidades/mes, dando un valor de S/. 57 647

Tabla 59. Costo de producción actual

Factor	Componente	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Total mensual (S/.)
Producción	Operarios	Operarios	13	1 200	15 600
Materia Prima	Tierra negra	Toneladas	800	12	9 600
	Arena amarilla	Toneladas	595	15	8 925
	Arcilla	Toneladas	450	10	4 500
	Caolín	Toneladas	50	25	1 250
Insumo	Luz	Voltaje	59 239	0.3	17 771
Total					57 647

Y el costo de producción para la mejora se muestra en la tabla 60 en la cual es un valor de S/. 207 653 y éste valor va hacer igual en los próximos 5 años.

Tabla 60. Costo de materiales e insumos

Producción actual (unid/mes)	Producción mejorada (unid/mes)	Variación de la mejora (unid/mes)	Costo mensual de la mejora (S/.)	Costo anual de la mejora (S/.)
952 600	1 238 400	285 800	17 295,31	207 544

La empresa cuenta con 13 operarios en el proceso de producción, en la cual cada operario cuenta con un sueldo de S/. 1 200 (ver tabla 25) obteniendo así, un total de S/. 15 600 soles mensuales, en la cual al año se obtiene un valor de S/. 187 200. En la tabla 61 se muestra el costo de producción de la mejora.

Tabla 61. Costo de producción de la mejora

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales e insumos (S/.)	207 544	207 544	207 544	207 544	207 544
Mano de obra directa (S/.)	187 200	187 200	187 200	187 200	187 200
Gastos indirectos (S.)	-	-	-	-	-
Costo de producción (S/.)	394 744	394 744	394 744	394 744	394 744

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 62 se da a conocer de inversión que intervienen dentro de los costos de producción, debido a que la inversión de la propuesta de mejora es baja, se asume que este costo se recupera en el primer año del flujo de caja.

Tabla 62. Inversión

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Inversión Total
Inversión Tangible				
Termopar tipo K	42	S/. 125	S/. 5 250	S/. 5 250
Termómetro digital	1	S/. 1 462	S/. 1 462	S/. 1 462
Inversión Intangible				
Capacitaciones	5	S/. 150	S/ 4 500	S/. 4 500
Total				S/. 11 212

Tabla 63. Flujo de caja de la propuesta

Conceptos.	Año 0 (S/)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		S/ 1 200 360	S/ 1 200 360	S/ 1 200 360	S/ 1 200 360	S/ 1 200 360
Costo de producción		S/ 394 744	S/ 394 744	S/ 394 744	S/ 394 744	S/ 394 744
Costo de inversión		S/ 11 212				
Flujo Neto Económico		S/ 805 616	S/ 805 616	S/ 805 616	S/ 805 616	S/ 805 616
Flujo de caja acumulada		S/ 794 404	S/ 1 600 020	S/ 2 405 636	S/ 3 211 252	S/ 4 016 868
<b>INGRESOS</b>		S/ 1 200 360	S/ 1 200 360	S/ 1 200 360	S/ 1 200 360	S/ 1 200 360
<b>EGRESOS</b>		S/ 394 744	S/ 394 744	S/ 394 744	S/ 394 744	S/ 394 744
<b>C/B</b>		<b>3,041</b>				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 63 se aprecia el flujo de caja de la propuesta en la cual como datos se tiene los ingresos proyectados con un valor de S/. S/. 1 200 360, un costo de producción de S/. 394 744 y el costo de inversión de S/. 11 212.

Por ello, el costo beneficio de la propuesta se calculó dividiendo el total de ingresos obtenidos con el total de egresos respecto a los 5 años proyectados.

$$\frac{C}{B} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} = \frac{S/1\ 200\ 360}{S/394\ 744} = S/ 3,041$$

Como resultado se obtiene un costo beneficio de la propuesta es de S/. 3,041 lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa genera S/. 3,041 soles.

### 3.6.3. Periodo de recuperación de la inversión:

En la tabla 63 se determina el periodo de recuperación de la inversión que plantea la empresa implementar en su proceso.

Para hallar el periodo de recuperación de la inversión se utilizará la siguiente fórmula

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

En donde nos indica que:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión

b = Inversión inicial

c = Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión

$$PRI = 1 + \left( \frac{(S/. 11212 - S/. 794 404)}{S/ 1 600 020} \right) = 0,5105$$

El periodo de recuperación será en 0,51 años; lo convertiremos a meses para tener un dato exacto.

$$0,5105 * 12 = 6,126 \approx 6 \text{ meses}$$

Luego el dato 0,126 lo multiplicaremos por 30 días para obtener los datos en días y ver cuantos días es el periodo de recuperación.

$$0,126 * 30 = 3,8 \approx 4 \text{ días}$$

Finalmente el periodo de recuperación de la inversión será en 6 meses con 4 días.

### 3.7. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA

Tabla 64. Flujo de caja de la propuesta

<b>Actividad</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
Mezclado	Emisión de ruido	Afectaciones a la salud.
	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación al aire.
Molienda	Emisión de ruido	Afectaciones a la salud.
	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación al aire.
Amasado	Emisión de polvo	Contaminación al aire.
Secado	Emisiones solares	Afectaciones a la salud.
	Emisión de material particulado y polvo	Contaminación al aire.
Cocción	Emisión de gases de combustión	Contaminación al aire.

Fuente: LADRILLOS TAYSON S.A.C.

En la tabla 64 se aprecian los factores ambientales, en la cual se ven reflejados por las actividades que desempeña cada operario en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, en la cual el impacto generado es en la etapa de cocción por las emisiones de gases de combustión generadas en dicha etapa. También las afectaciones a la salud debido al material particulado y polvo generado. Por ello, las medidas para disminuir los impactos explicados son: Uso de EPPs, respiradores artificiales para así poder reducir los impactos que afectan al operario.

#### IV. CONCLUSIONES

- Se concluye que las pérdidas económicas se redujeron de 23% a 15% en la cual, en términos monetarios se redujeron de S/ 400 137,36 a S/ 139 178,212.
- Se diagnosticó la situación actual con el que cuenta la empresa Ladrillos Tayson S.A.C. se determinó que cuenta con un promedio de eficiencia física de 77% en el proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, la empresa cuenta con merma y dicha merma tiene pérdidas económicas en la cual abarca un total de S/400 137,36 en el periodo Enero – Agosto del 2019. Además se encontró que en la etapa de mezclado existe una desproporción de mezcla de materia prima, además se identificó la falta de capacitación al operario en las etapas de secado y cocción, la mala distribución de planta la que conlleva a que el cuello de botella es de 130 horas y se encuentra en la etapa de cocción.
- Se plantearon propuestas de mejora, con el fin de reducir las mermas y aumentar la eficiencia del proceso. Dichas propuestas son determinar la proporción adecuada de mezcla de acuerdo a NTP 399.613:2017, implementar procedimientos instructivos en las etapas de secado y cocción de acuerdo a la Guía de buenas prácticas para ladrilleras, planificar un programa de capacitaciones para las etapas establecidas y una nueva redistribución de planta. Con las mejoras implementadas, el cuello de botella se redujo en un 23%, la producción mensual aumentó en un 30%, la productividad de MP aumentó en un 17,6%, mientras la productividad de mano de obra aumentó en un 30,1%, la utilización de la planta aumentó en un 21% y finalmente se redujeron las mermas de 23% a 15% en la cual las pérdidas económicas redujeron de S/ 400 137,36 a S/ 139 178,212
- La propuesta de mejora del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada, se tiene un costo de inversión de S/. 11 212 y por ello debido a que la inversión no es fuerte se recupera en el primer año y en la cual el costo beneficio obtenido es un total de S/. 3,041 en donde nos quiere decir que por cada sol se gana 3,041 soles. Y el periodo de recuperación será en 6 meses con 4 días.

- La propuesta de mejora aplicada en esta investigación, se permitió tener una buena distribución de planta dando así la facilidad de recorrido, además con la mejora se redujo el tiempo ciclo de la etapa de cocción, posteriormente en la etapa de secado se tiene ya un proceso de trabajo establecido para así poder evitar mermas y no tener pérdidas económicas en dicha etapa. Y finalmente la producción aumentó en un 30% dando así la reducción de las pérdidas económicas en un 8%.

## **V. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar nuevos temas de investigación, con el único propósito de seguir mejorando el proceso productivo para así obtener un mejor producto final.

Revisar investigaciones actualizadas relacionadas a la uso de tecnología que se aplica en las etapas de cocción y secado para ladrillos cerámicos.

Se recomienda realizar una investigación acerca de los parámetros que deben de cumplir la materia prima para obtener un producto resistente.

Se recomienda realizar una investigación en las etapas de mezclado, amasado, secado y cocción para determinar los parámetros que el producto debe obtener.

Se recomienda realizar monitoreo en las etapas deficientes del proceso productivo del ladrillo pandereta rayada.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. C. P. a. H. Thakkar, «5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company,» *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, vol. 4, n° 3, pp. 132 - 139, 2014.
- [2] E. E. y. H. S. G. Guerrero, «Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales,» *Revista Tecnura*, vol. 21, n° 51, pp. 118 - 131, 2017.
- [3] J. Sánchez, J. Orozco y L. Peñaloza, «Evaluación de mezclas de arcillas para la fabricación de ladrillos refractarios que sirvan para la reconversión tecnológica de los hornos utilizados en norte de Santander,» *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, vol. 1, n° 26, pp. 57 - 64, 2014.
- [4] F. D. C. M. L. M. y. M. A. J. Rodriguez, «Perfiles de temperatura en un horno ladrillero,» *Revista Mexicana de Ingenieria Quimica*, vol. 3, n° 2, pp. 209 - 217, 2014.
- [5] R. D. SNEE, «Lean Six Sigma—getting better all the time,» *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1, n° 1, pp. 9 - 29, 2010.
- [6] F. Moreno, *El ladrillo en la construcción.*, vol. I, Editorial: BIBLIOT CEAC DE CONSTRUCCION, 1981.
- [7] C. Rojas, *Diseño y control de la producción I.*, Perú: Editorial Libertad, 1996.
- [8] M. y. V. R. Galindo, *Productividad en Serie de Estudios Económicos*, México: Editorial México DF, 2015.
- [9] F. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, México: Editorial: Pearson Educación, 2000.
- [10] C. V. y. A. Ferrer, *Todo sobre existencia*, Lima - Perú : Editorial: Pacífico, 2007.
- [11] A. Álvarez, *La medición de la eficiencia y la productividad*, Madrid: Ediciones Pirámides, 2013.
- [12] H. G. y. R. d. I. Vara, *Control estadístico de calidad y seis sigma*, México: McGrawHill, 2004.
- [13] R. G. Criollo, *Estudio del trabajo*, México: McGraw-Hill, 2005.
- [14] J. Heizer y E. Barry , *Dirección de la producción. Decisiones tácticas.*, Madrid: Editorial Pearson Education, 2001.
- [15] H. y. R. Gutierrez P., *Control estadístico de calidad y seis sigma*, México: Mc Grawl Hill, 2009.

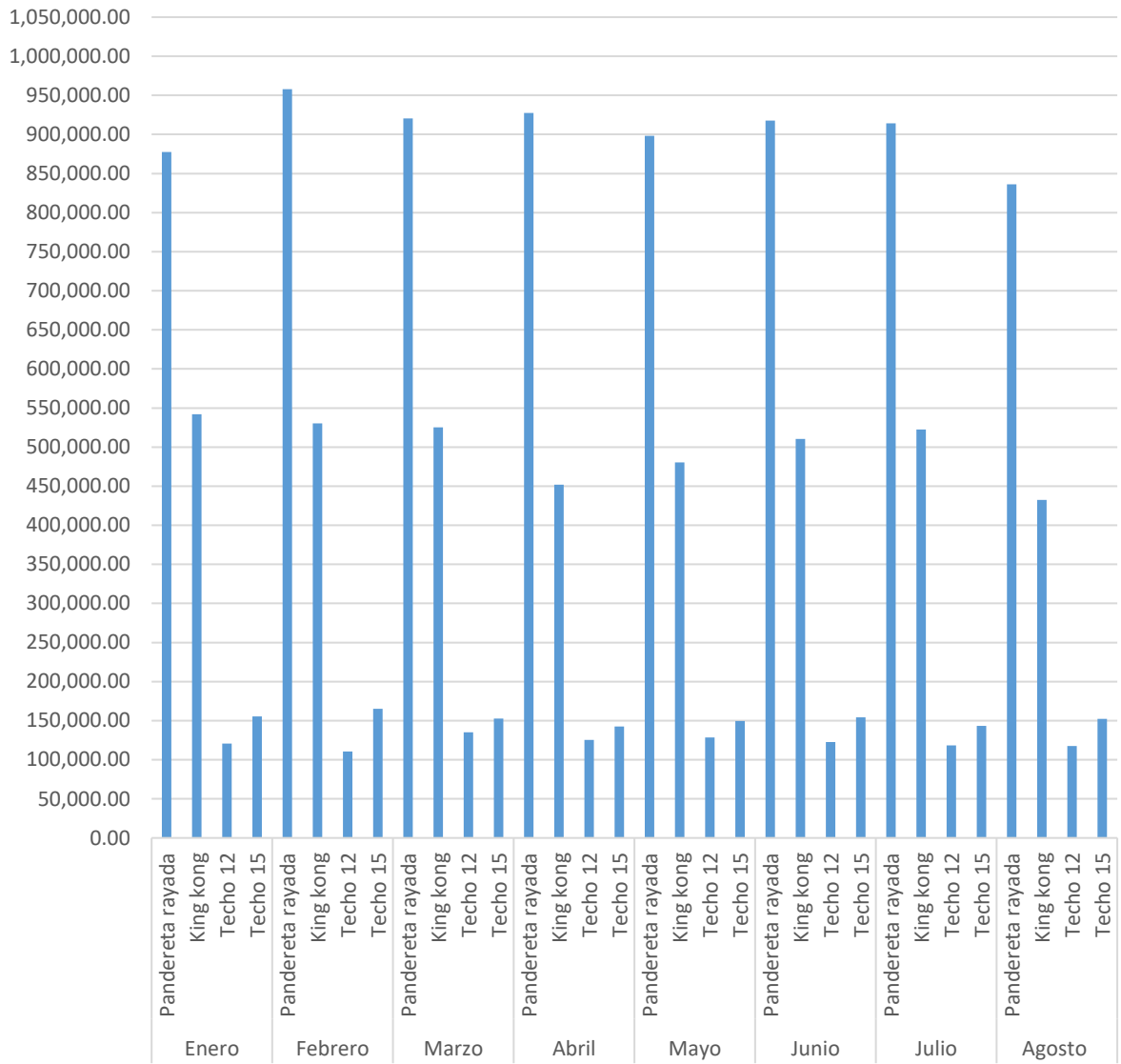
- [16] M. Arroyo y J. Torres, Organización de plantas industriales. Apuntes de estudio, Chiclayo , 2010.
- [17] R. Muther, Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP)., España : Técnicos y asociados S.A., 1968.
- [18] M. O. Adler, Producción y Operaciones, Buenos Aires: Editorial Macchi, 2004.
- [19] F. Andris, Niebel's Methods, Standards, & Work Design, New York : Mc Graw Hill, 2009.
- [20] M. d. l. Producción, «Guía de Buenas Practicas para ladrilleras,» Lima, 2010.
- [21] R. G. Criollo, Estudio del trabajo. Ingenieria de métodos y medición del trabajo, México: Segunda Editorial: McGraw Hill Interamericana aditores S.A., 1997.
- [22] H. Murray, «Industrial Applications of Kaolin,» *Clays and Clay Minerals*, vol. 10, nº 1, pp. 291-298, 2006.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Productos y su producción en el periodo Enero – Agosto del 2019

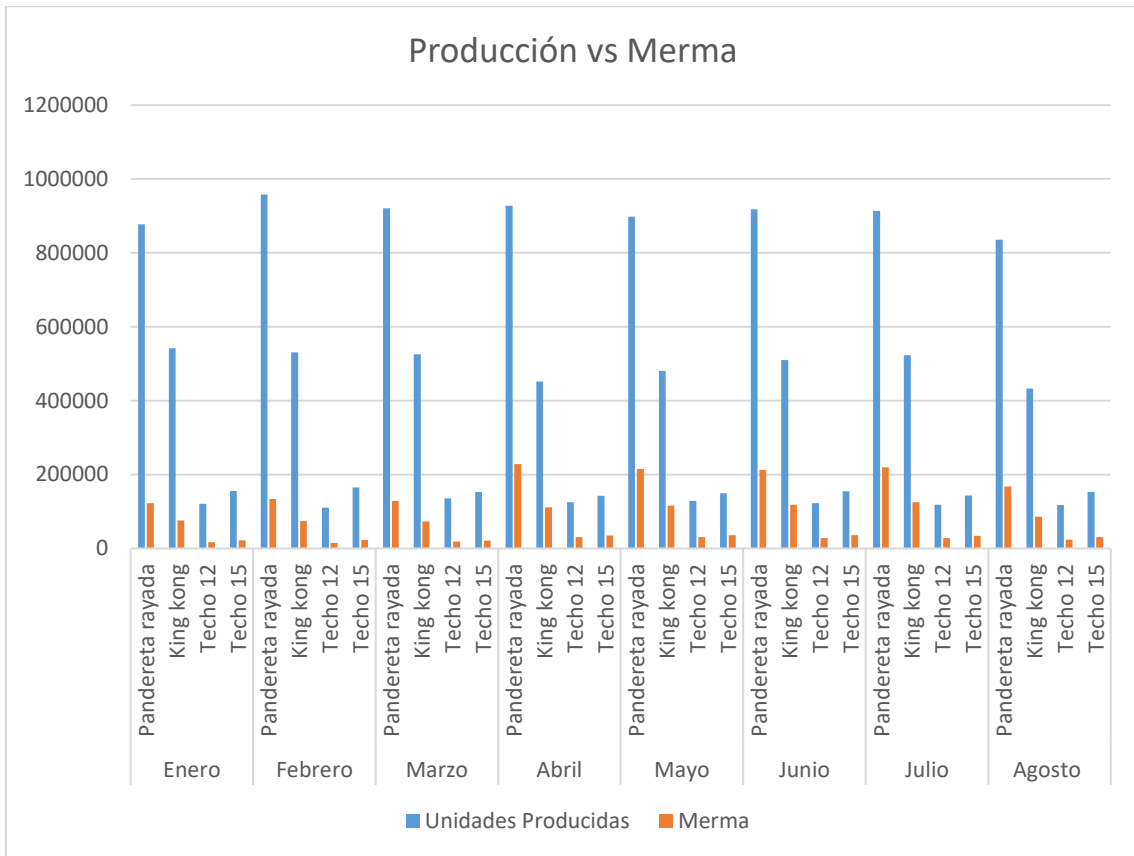
Mes	Productos	Unidades Producidas
Enero	Pandereta rayada	877 590
	King Kong	542 000
	Techo 12	120 542
	Techo 15	155 423
Febrero	Pandereta rayada	957 822
	King Kong	530 458
	Techo 12	110 452
	Techo 15	165 201
Marzo	Pandereta rayada	920 548
	King Kong	525 365
	Techo 12	135 265
	Techo 15	152 635
Abril	Pandereta rayada	927 400
	King Kong	452 063
	Techo 12	125 236
	Techo 15	142 589
Mayo	Pandereta rayada	898 325
	King Kong	480 536
	Techo 12	128 564
	Techo 15	149 652
Junio	Pandereta rayada	917 722
	King Kong	510 254
	Techo 12	122 543
	Techo 15	154 236
Julio	Pandereta rayada	914 092
	King Kong	522 547
	Techo 12	118 457
	Techo 15	143 259
Agosto	Pandereta rayada	835 973
	King Kong	432 568
	Techo 12	117 568
	Techo 15	152 453

## Unidades Producidas



**Anexo 2. Mermas en el periodo Enero – Agosto del 2019**

Mes	Productos	Unidades Producidas	Merma
Enero	Pandereta rayada	877 590	122 863
	King Kong	542 000	75 880
	Techo 12	120 542	16 876
	Techo 15	155 423	21 759
Febrero	Pandereta rayada	957 822	134 095
	King Kong	530 458	74 264
	Techo 12	110 452	15 463
	Techo 15	165 201	23 128
Marzo	Pandereta rayada	920 548	128 877
	King Kong	525 365	73 551
	Techo 12	135 265	18 937
	Techo 15	152 635	21 369
Abril	Pandereta rayada	927 400	228 140
	King Kong	452 063	111 207
	Techo 12	125 236	30 808
	Techo 15	142 589	35 077
Mayo	Pandereta rayada	898 325	215 598
	King Kong	480 536	115 329
	Techo 12	128 564	30 855
	Techo 15	149 652	35 916
Junio	Pandereta rayada	917 722	212 912
	King Kong	510 254	118 379
	Techo 12	122 543	28 430
	Techo 15	154 236	35 783
Julio	Pandereta rayada	914 092	219 382
	King Kong	522 547	125 411
	Techo 12	118 457	28 430
	Techo 15	143 259	34 382
Agosto	Pandereta rayada	835 973	167 195
	King Kong	432 568	86 514
	Techo 12	117 568	23 514
	Techo 15	152 453	30 491



### Anexo 3: Registro de datos

Actividades	Ciclo (horas)		Tiempo Promedio en horas (TP)
	Ciclo 1		
Mezclado	1,6	1,45	1,52
Molienda	1,2	1,1	1,15
Amasado	1,25	1,3	1,28
Moldeado	1,15	1,18	1,7
Cortado	1,18	1,2	1,19
Secado	98	108	103
Cocción	128	131	129,5
Enfriado	45	44	44,5
Total			283,84

#### **Anexo 4: Cronograma de capacitaciones**

<b>CAPACITACIÓN</b>	<b>DIRIGIDO</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>DURACIÓN</b>
Importancia de la Ingeniería de Métodos.	Operarios de cocción y secado	02 – 01 – 2020	05 – 10 – 2020	4 horas
Método de trabajo.	Operarios de cocción y secado	05 – 01 – 2020	05 – 10 – 2020	4 horas
Productividad y la importancia en la industria.	Operarios de cocción y secado	07 – 01 – 2020	07 – 10 – 2020	4 horas
Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.	Operarios de cocción y secado	09 – 01 – 2020	09 – 10 – 2020	4 horas
Parámetros de calidad del producto.	Operarios de cocción y secado	12 – 01 – 2020	12 – 10 – 2020	4 horas

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 5: Presupuesto para las capacitaciones

En la Tabla 60, indica el costo total por las capacitaciones.

N°	Capacitación	N° de operarios	Costo por operario	Costo Total
1	Importancia de la Ingeniería de Métodos.	6	S/. 150,00	S/. 900
2	Método de trabajo.	6	S/. 150,00	S/. 900
3	Productividad y la importancia en la industria.	6	S/. 150,00	S/. 900
4	Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.	6	S/. 150,00	S/. 900
5	Parámetros de calidad del producto.	6	S/. 150,00	S/. 900
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 4 500</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6. Cotización de capacitaciones

	<b>COTIZACIONES A CLIENTES</b> <b>SCP-002-19</b>	Código : F-SEHIGA-8.2-001 Revisión : 0.1 Página : 1 de 3 Fecha : 15/09/2019																		
		Código : F-SEHIGA-8.2-001 Revisión : 0.1 Página : 1 de 3 Fecha : 15/09/2019																		
<b>PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA SCP-002-19</b> <b>CAPACITACIONES</b>																				
<b>DATOS DEL CLIENTE:</b>																				
<table border="1"> <tr> <td>RAZON SOCIAL/COMERCIAL</td> <td colspan="2">LADRILLOS TAYSON S.A.C.</td> </tr> <tr> <td>RUC N°</td> <td colspan="2">20601900654</td> </tr> <tr> <td>DIRECCION</td> <td colspan="2">Carretera Panamericana Norte KM. 807 Lambayeque – Mórrope.</td> </tr> <tr> <td>ATENCION / CONTACTO</td> <td colspan="2">Luis Guillermo Campos</td> </tr> <tr> <td>CARGO</td> <td colspan="2">Administrador</td> </tr> <tr> <td>EMAIL</td> <td>-----</td> <td>TELEFONO: 935556539</td> </tr> </table>	RAZON SOCIAL/COMERCIAL	LADRILLOS TAYSON S.A.C.		RUC N°	20601900654		DIRECCION	Carretera Panamericana Norte KM. 807 Lambayeque – Mórrope.		ATENCION / CONTACTO	Luis Guillermo Campos		CARGO	Administrador		EMAIL	-----	TELEFONO: 935556539		
RAZON SOCIAL/COMERCIAL	LADRILLOS TAYSON S.A.C.																			
RUC N°	20601900654																			
DIRECCION	Carretera Panamericana Norte KM. 807 Lambayeque – Mórrope.																			
ATENCION / CONTACTO	Luis Guillermo Campos																			
CARGO	Administrador																			
EMAIL	-----	TELEFONO: 935556539																		
<b>DATOS DEL PEDIDO: CAPACITACIONES</b>																				
<b>1. OBJETIVO.</b> ✓ Realizar las capacitaciones a cada operario establecido en las etapas de cocción y secado, y a la vez dar a conocer los diversos módulos a capacitar.																				
<b>2. ALCANCES.</b> ✓ Los servicios ofrecidos serán para los operarios de las etapas de cocción y secado en la empresa Ladrillos Tayson S.A.C.																				
<b>3. PROPUESTA ECONÓMICA.</b>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>PRECIO EN SOLES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>Importancia de la Ingeniería de Métodos.</td> <td>S/. 150.00</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>Método de trabajo.</td> <td>S/. 150.00</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>Productividad y la importancia en la industria.</td> <td>S/. 150.00</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.</td> <td>S/. 150.00</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>Parámetros de calidad del producto.</td> <td>S/. 150.00</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	DESCRIPCION	PRECIO EN SOLES	01	Importancia de la Ingeniería de Métodos.	S/. 150.00	02	Método de trabajo.	S/. 150.00	03	Productividad y la importancia en la industria.	S/. 150.00	04	Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.	S/. 150.00	05	Parámetros de calidad del producto.	S/. 150.00
ITEM	DESCRIPCION	PRECIO EN SOLES																		
01	Importancia de la Ingeniería de Métodos.	S/. 150.00																		
02	Método de trabajo.	S/. 150.00																		
03	Productividad y la importancia en la industria.	S/. 150.00																		
04	Correcta preparación de los trabajadores de cocción y secado.	S/. 150.00																		
05	Parámetros de calidad del producto.	S/. 150.00																		
<p>*PRECIOS INCLUYEN IGV.</p> <p><sup>(1)</sup> Propuesto por nosotros SEHIGA, parámetros básicos. Cada Grifo y/o Estación de Servicios tiene sus propios Parámetros según su Instrumento de Gestión Ambiental. El DIA propone otros parámetros de monitoreo de Calidad de Aire, el cual tendría un costo adicional.</p> <p><sup>(2)</sup> Esta Actividad la realizamos en convenio con empresa Acreditada para Manejo de Residuos Peligrosos.</p> <p><b>Nota:</b> Todos nuestros equipos cuentan con certificación vigente.</p>																				
<b>4. CERTIFICACIÓN.</b> ✓ La Certificación de las capacitaciones serán para las personas que laboren en dichas áreas o etapas del proceso productivo.																				
<b>5. ENTREGA DE RESULTADOS.</b> Los documentos elaborados serán entregados de 20 días hábiles después de firmar el contrato. Se entregarán 02 (dos) juegos de Informes: 01 original y una copia del informe completo.																				
<b>6. CONDICIONES DE PAGO.</b> ✓ Unidad Monetaria : soles																				
Elaborado por: SEHIGA CP 05 de Enero 2017	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, GESTIÓN AMBIENTAL E INOCUIDAD ALIMENTARIA Av. Los Tréboles 437 Of. 302 Urb. Miraflores – Chiclayo. www.sehiga.com / info@sehiga.com / Telf. 999582964	Aprobado por: Alex Sandoval C. 11 de Enero 2017																		
Advertencia: "El presente documento solo es vigente en medio Digital, una vez impreso es una COPIA NO CONTROLADA. Antes de utilizarlo, deberá verificar su vigencia."																				

- ✓ Forma de Pago :  
30% por adelantado aceptada la propuesta  
30% restante a la entrega del informe
- ✓ Validez de la oferta : 30 días.
- ✓ Una vez aceptada la propuesta se coordinará el cronograma específico.

**7. DATOS DE LA EMPRESA**

- ✓ Razón Social : SEHIGA CONSULTORIA Y PROYECTOS SRL
- ✓ RUC : 20561344176
- ✓ Dirección : Av. Los Tréboles 437 Of. 302 Urb. Miraflores,  
Chiclayo.
- ✓ Número de cuenta corriente BBVA  
a nombre de SEHIGA : 0011-0285-0100135273
- ✓ CCI : 011-285-000100135273-49
- ✓ Cuenta de Detracción : 231.230023.


**CUENTA DE AHORROS EN BANCO DE CREDITO DEL PERÚ (BCP)**

- ✓ Número de cuenta de ahorros : 305-34197078-0-89
- ✓ CCI : 00230513419707808913
- ✓ Titular : ALEX JOEL SANDOVAL CARRASCO.

Sin más, y si tiene alguna inquietud no dude en hacerla llegar, estamos para resolver sus dudas.

Atentamente,

Chiclayo, 15 de septiembre del 2019.



ALEX SANDOVAL CARRASCO  
GERENTE

SEHIGA CP, ES UNA EMPRESA CERTIFICADA CON ISO 9001:2015 "SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD".



**APROBACIÓN POR EL CLIENTE**

Para ser llenado por el personal de SEHIGA CP o el cliente una vez aceptada la cotización.

Elaborado por:  
SEHIGA CP  
05 de Enero 2017

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, GESTIÓN  
AMBIENTAL E INOCUIDAD ALIMENTARIA  
Av. Los Tréboles 437 Of. 302 Urb. Miraflores – Chiclayo.  
www.sehiga.com / info@sehiga.com / Tel. 999582954

Aprobado por:  
Alex Sandoval C.  
11 de Enero 2017

Advertencia: "El presente documento solo es vigente en medio Digital, una vez impreso es una COPIA NO CONTROLADA, Antes de utilizarlo, deberá verificar su vigencia."

## Anexo 7: Valores para la calificación del desempeño

Habilidad		
+ 0.15	A1	EXTREMA
+ 0.13	A2	EXTREMA
+ 0.11	B1	EXCELENTE
+ 0.08	B2	EXCELENTE
+ 0.06	C1	BUENA
+ 0.03	C2	BUENA
+ 0.00	D	REGULAR
- 0,05	E1	ACEPTABLE
- 0,10	E2	ACEPTABLE
- 0,16	F1	DEFICIENTE
- 0,22	F2	DEFICIENTE

Esfuerzo		
+ 0.13	A1	EXCESIVO
+ 0.12	A2	EXCESIVO
+ 0.10	B1	EXCELENTE
+ 0.08	B2	EXCELENTE
+ 0,05	C1	BUENO
+ 0,00	C2	BUENO
+ 0,00	D	REGULAR
- 0,04	E1	ACEPTABLE
- 0,08	E2	ACEPTABLE
- 0,12	F1	DEFICIENTE
- 0,17	F2	DEFICIENTE

Condiciones		
+ 0,06	A	IDEALES
+ 0,04	B	EXCELENTE
+ 0,02	C	BUENAS
+ 0,00	D	REGULARES
- 0,03	E	ACEPTABLE
- 0,07	F	DEFICIENTE

Consistencia		
+ 0,04	A	PERFECTA
+ 0,03	B	EXCELENTE
+ 0,01	C	BUENAS
+ 0,00	D	REGULAR
- 0,02	E	ACEPTABLE
- 0,04	F	DEFICIENTE

## Anexo 8: Sistema de suplementos por descanso

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Káta (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>			
<b>a) Trabajo de Pie</b>			16		0
Trabajo de pie	2	4	14		0
			12		0
<b>b) Postura anormal</b>			10		3
Ligeramente incómoda	0	1	8		10
Incómoda (Inclinado)	2	3	6		21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5		31
			4		45
			3		64
			2		100
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>			<b>f) Tensión visual</b>		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7.5	2	3	<b>g) Ruido</b>		
10	3	4	Continuo	0	0
12.5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5	5
17.5	7	10	Estridente y muy fuerte	7	7
20	9	13	<b>h) Tensión mental</b>		
22.5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida	4	4
30	17	-	Proceso muy complejo	8	8
33.5	22	-	<b>i) Monotonía mental</b>		
			Trabajo algo monótono	0	0
<b>d) Iluminación</b>			Trabajo bastante monótono	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo muy monótono	4	4
Bastante por debajo	2	2	<b>j) Monotonía física</b>		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: [7]



**Anexo 10: Merms en etapa de secado**



## Anexo 11: Merms en etapa de cocción

