



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de mejora para el incremento de la productividad mediante la ingeniería de métodos y gestión de inventario en una empresa del sector ladrillero

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Corilla Chirado, Javier Jairo	0000-0002-6264-7980
Delgado Sipion, Maryuri Jatsue	0000-0003-4862-4499

ASESOR(ES)

Velásquez Costa, José Antonio	0000-0002-7761-8517
-------------------------------	---------------------

Lima, 28 de noviembre de 2023

Dedicatoria

A nuestros padres, que nos enseñaron a seguir nuestros sueños y la importancia del estudio y conocimiento.

Resumen

Mediante el levantamiento y análisis de datos en los años 2019 y 2018 del área de producción de una empresa ladrillera ubicada en Lurigancho, Lima, Perú, se logró identificar los motivos que causan una disminución en la productividad de los procesos. Es por ello, que se realizó un análisis por medio de herramientas de juicio de expertos, 5 porques y Pareto para priorizar y encontrar la causa raíz de los problemas.

Para proponer el desarrollo de la implementación de ingeniería de métodos para mitigar los desperdicios generados en los procesos de colocación de alambra, preparación de mezcla y muestreo y control de calidad. Asimismo, las herramientas de MRP y MPS para disminuir el exceso de sobreproducción y mejorar el índice de rotación de inventario.

Finalmente, se realizaron las simulaciones correspondientes en el software arena para comparar los resultados antes y después de la implementación de las herramientas. Esto resultó en una reducción en tiempos de más del 50% en cada proceso, una sobreproducción del 5.55% y un aumento del 147% en la rotación de inventario, lo que resultó en un ahorro de S/ 1,583,484.00.

Palabras clave: Ingeniería de métodos; MRP; MPS; Estandarización; Gestión inventarios.

ABSTRACT

Through the survey and analysis of data in the years 2019 and 2018 of the production area of a brick company located in Lurigancho, Lima, Peru, it was possible to identify the reasons that cause a decrease in the productivity of the processes. Therefore, an analysis was carried out by means of expert judgment tools, 5-why and Pareto to prioritize and find the root cause of the problems.

In order to propose the development of the implementation of methods engineering to mitigate the waste generated in the processes of wire placement, mixture preparation and sampling and quality control. Also, the MRP and MPS tools to reduce the excess of overproduction and improve the inventory turnover rate.

Finally, the corresponding simulations were performed in arena software to compare the results before and after the implementation of the tools. This resulted in a time reduction of more than 50% in each process, an overproduction of 5.55% and an increase of 147% in inventory turnover, which resulted in savings of S/ 1,583,484.00.

Keywords: Methods engineering; MRP; MPS; Standardization; Inventory management.

u201716315_Corilla Chirado, Javier Jairo_Propuesta de mejora para el incremento de la productividad mediante la ingeniería de métodos y gestión de inventario en una empresa del sector ladrillero

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	7%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	2%
2	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	2%
4	virtual.urbe.edu Fuente de Internet	1%
5	Submitted to unj Trabajo del estudiante	<1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%

www.indecopi.gob.pe

INDICE

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 En el Mundo	1
1.1.2 En el Perú	2
1.2 Marco teórico.....	2
1.2.1 Ingeniería de métodos.....	2
1.2.2 MRP.....	3
1.2.3 Estandarización del trabajo.....	3
1.2.4 Plan agregado	3
1.2.5 Método Winters	4
1.2.6 Lean Manufacturing	4
2 PROBLEMÁTICA DE LA ORGANIZACIÓN	5
2.1 Descripción de la organización.....	5
2.1.1 Empresa	5
2.2 El proceso en la empresa	5
2.2.1 Diagramas de flujo.....	6
2.3 Identificación del problema	7
2.3.1 Brecha técnica	7
2.3.2 Impacto económico	7
2.4 Análisis de las causas	8
2.4.1 Determinación de causas	8
2.4.1.1 Análisis de causa de la Muda Defectos	8
2.4.1.2 Análisis de causa de la Muda Sobreproducción	9
2.5 Planteamiento de objetivos.....	10
2.5.1 Objetivo general	10
2.5.2 Objetivos específicos.....	11
2.5.3 Árbol de objetivos	11
3 PROPUESTA DE INGENIERÍA.....	12
3.1 Vinculación de causa con la solución.....	12
3.2 Diseño detallado de la solución.....	12
3.2.1 Estudio de Métodos	13
3.2.2 Plan maestro de producción.....	15
3.2.3 Plan de requerimiento de materiales.....	16
3.2.4 Estandarización.....	16
3.3 Diseño de Indicadores	17
3.4 Consideraciones para la implementación:	18
3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos.....	18
3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo.....	20
4 RESULTADOS DEL PROYECTO	21
4.1 Validación funcional	21

4.1.1	Simulación de Estudio de métodos.....	21
4.1.1.1	Proceso de preparación de mezcla	22
4.1.1.2	Proceso de colocación de alambre	22
4.1.1.3	Proceso de muestreo de calidad	23
4.2	Evaluación del impacto económico	24
4.2.1	Flujo de Caja.....	24
4.2.2	Indicador de rentabilidad	25
4.3	Evaluación del impacto no económico.....	26
4.3.1	Impacto tecnológico	26
4.3.2	Impacto legal	26
4.3.3	Impacto legal	27
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
	Referencias	29
	Anexo(s)	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Impacto económico por MUDA.....	7
Tabla 2. Criterios de evaluación de causas raíz para incremento de defecto en el producto	8
Tabla 3 Análisis de 5 Por Qué de defecto de productos.....	9
Tabla 4 Análisis de 5 Por Qué de Sobreproducción.....	10
Tabla 5 Cuadro comparativo de tiempos y número de actividades DAP 1.....	14
Tabla 6 Cuadro comparativo de tiempos, número de actividades y costes DAP 2.....	14
Tabla 7 Cuadro comparativo de tiempos y número de actividades DAP 3.....	15
Tabla 8 As Is vs To Be de Exceso de programación de producción.....	15
Tabla 9 As Is vs To Be de Índice de rotación.....	16
Tabla 10As Is vs To Be Simulación.....	21

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafico de Productividad 2018 vs 2019.....	7
Figura 2. Arbol de Problemas.....	8
Figura 3 Evaluación de 1er nivel para incremento de defecto en el producto.....	9
Figura 4 Evaluación de 1er nivel para incremento de Sobreproducción.....	10
Figura 5. Vinculación de causa con solución	11
Figura 6. Árbol de objetivos	11
Figura 7. Modelo de Gestión del cambio	13
Figura 8. Actividades para la implementación de Estudio del método	14
Figura 9. Actividades para la implementación del plan maestro de producción.....	15
Figura 10. Actividades para la implementación del plan de requerimiento de materiales..	16
Figura 11 Ficha de indicador de sobreproducción.....	17
Figura 12 Ficha de indicador de rotación de inventario	17
Figura 13 Ficha de indicador de disponibilidad	18
Figura 14 Ficha de indicador de calidad.....	18
Figura 15 Presupuesto de recursos	19
Figura 16 Cronograma de desarrollo	20
Figura 17 Matriz de indicadores	21
Figura 18 Resultado de simulación del proceso de preparación de mezcla - Antes.....	22
Figura 19 <i>Resultado de simulación del proceso de colocación de alambre - Antes</i>	22
Figura 20 <i>Resultado de simulación del proceso de colocación de alambre - después</i>	23
Figura 21 Resultado de simulación del proceso de muestreo de calidad – Antes	23
Figura 223Resultado de simulación del proceso de muestreo de calidad – despues.....	24
Figura 23 Flujo de caja del proyecto	24
Figura 24 Flujo de caja con escenarios.....	25
Figura 25 Indicadores financieros del proyecto según escenarios	26

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes

1.1.1 En el Mundo

El sector de construcción alrededor del mundo es uno de los sectores de mayor importancia en términos de crecimiento económico y bienestar de los ciudadanos. En la siguiente tabla, China posee el 60% de la producción total de ladrillos de arcilla en el mundo, con más de 1,000 billones de piezas por año. En la actualidad, el 75% de la producción proviene de la tecnología Tunnel de hornos, donde el 50% son ladrillos sólidos y el 25% son ladrillos huecos de arcilla.

Tabla 1.

Producción de ladrillos a nivel mundial 2019

COUNTRY	PRODUCTION %	NO. BILLION P.A.
China	66.67%	1,000
India	13.33%	**200
Pakistan	3.00%	45
Vietnam	1.67%	25
Bangladesh	1.13%	17
Nepal	0.40%	6
Rest of Asia	0.47%	7
Total Asia	86.67%	1,300
USA	0.53%	8
UK	0.37%	4
Australia	0.13%	2
Rest of World	12.40%	186
Total Rest of World (Incl. Latin America)	13.33%	200
TOTAL WORLD PRODUCTION	100.00%	1,500

Nota. de “GKSPL Estiate, Pakistan: Estimate based on CIWCE report Lahore, Bangladesh & China: ESMAP & World Bank Report, Vietnam: Ministry of Construction Vietnam”, Por E. Baum, 2017 (<https://www.hablakilns.com/the-brick-industry/the-brick-market/>)

En la tabla 1 se muestra la tendencia del mercado se está moviendo hacia la mejora de la capacidad de producción, la investigación y el desarrollo de equipos de mayor capacidad, desarrollo de procesos y el uso de sustitutos de arcilla.

1.1.2 En el Perú

Según la revista Pacheco (2020), el sector construcción es un elemento clave para los trabajos arquitectónicos, siendo uno de los materiales de construcción más usados en obra.

Tabla 2.

Estadísticas del sector de producción de ladrillos en el Perú

Número de hornos	2249 unidades
Capacidad promedio hornos	18.79 millares
Producción prom. anual empresa	338.95 millares
Producto más vendido	Bloquer, Techo, Pandereta, Techo 12, Techo 15, KK artesanal, Ladrillo techo, Ladrillo con huecos, King Kong, SKK 18 huecos, Tubular, Teja
Tipo combustible	Carbón de piedra, aserrín, estiércol de pollo, orujo de aceituna, Petroleo y Leña, Guano, leña, llantas, Leña, tamo de arroz, guano, Aserrín, jebes, cáscara de arroz y guano, Carbón, cáscara de café, aceite, aserrin, gasolina, carbón, troncos madera, Carbón mineral, briquetas de carbón y aceite quemado (encendido), Carbon, Carbón y Leña

Nota. De “*Estadísticas*” por Red de ladrilleras, 2018 (<http://www.redladrilleras.net/estadisticas/>).

Pacheco (2020) indica que en el mercado ladrillero existe una industria formal que cumple con las normas empresariales, laborales y ambientales y un gran mercado informal, que actualmente no es controlado por las instituciones del Estado. La problemática es que ambos coexisten, con 25 empresas ladrilleras en Lima, y 40 ladrilleras en provincias, siendo la mayor parte informales.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Ingeniería de métodos

De acuerdo con Wahid y Che Daud (2020) el estudio de trabajo se ha empleado ampliamente en la industria manufacturera y en varios otros campos. Por lo que la aplicación del estudio

de trabajo no se limita a las industrias manufactureras y también se puede utilizar en sectores de servicios, en donde se han implementado nuevas áreas relacionadas con la mejora de la productividad y la planificación del diseño de procesos.

Existen dos formas de realizar la ingeniería de métodos, que se compone de estudio de métodos y medición de trabajo.

El estudio de métodos implica minimizar el contenido del trabajo y establecer una única mejor manera de ejecutar un trabajo. Se implementa para disminuir los costos de fabricación al ahorrar en el tiempo de ciclo correspondiente a la operación.

El estudio de medición de trabajo se ocupa principalmente de la investigación del tiempo ineficaz asociado con un trabajo y el establecimiento de estándares de tiempo para ejecutar una operación conforme al método estándar. Esto también da como resultado una investigación sistemática de todos los factores que pueden afectar la eficiencia productiva y la economía del caso en estudio, lo que efectivamente permite lograr ganancias de productividad. (Wahid & Che Daud, 2020)

1.2.2 MRP

Los sistemas de planificación de necesidades de material (MRP) se utilizan con frecuencia en la fabricación de piezas discretas para determinar las liberaciones de pedidos planificadas, por lo que ayuda a determinar los valores óptimos de los plazos de entrega planificados. De acuerdo a lo mencionado por Milnea et al. (2015) el modelo incluye una política de tamaño de lote de períodos fijos opcional y minimiza los costos de exceso de inventarios terminados y en proceso, configuraciones, pedidos pendientes, exceso de capacidad (por ejemplo, subcontratación) y cambios en los plazos de entrega planificados.

1.2.3 Estandarización del trabajo

Como concepto Bartnicka et al. (2020) mencionan que la estandarización es uno de los conceptos clásicos en la gestión que busca crear reglas unificadas para realizar actividades que permitan una alta repetibilidad en la forma en que se realizan las tareas, y, por tanto buscar lograr un mayor ritmo de acción y la capacidad de medir su eficacia. De acuerdo con Rusli et al. (2020) el trabajo estandarizado se creó para los operadores, para ello se cuenta con una tabla de trabajo estándar (SWC) que se debe desarrollar para la línea de producción y debe ser visualizada en el taller. Los puntos clave de calidad están integrados en dicha tabla de trabajo estándar.

1.2.4 Plan agregado

Desde la introducción de la planificación agregada de la producción en la década de 1950, el interés de su aplicación tiene su origen en la capacidad de proporcionar a las empresas un control efectivo de la producción y costos de inventario como las dos porciones sustanciales del total costo de los fabricantes. De acuerdo con Madadi y Wong (2014), también ayuda a identificar decisiones en relación con el despido y la contratación de trabajadores, las cantidades de producción de horas extraordinarias, los niveles de pedidos pendientes y de inventario, la subcontratación, y todos los recursos necesarios.

Por otra parte, Rosero et al. (2017) indican que el objetivo del plan agregado es determinar la combinación óptima entre el índice de producción y la cantidad de mano de obra e inventario. El índice de producción se refiere al número de unidades producidas por unidad de tiempo. El nivel de la fuerza laboral es el número de trabajadores necesarios en la producción y el inventario disponible representa el inventario no utilizado del período anterior. En general, los planes de producción de una industria manufacturera se desarrollan a través de tres fases:

- Plan de producción,
- Producción Maestra
- Programación y planificación de la producción a corto plazo.

1.2.5 Método Winters

En la planificación del plan agregado resulta relevante contar con modelo que prediga las variaciones de la demanda de producto, uno de los métodos usados es el modelo de Holt-Winters que se ha usado para en predecir y generar intervalos de confianza sobre los posibles escenarios de demanda.

Almazrouee et al. (2020) indican que el modelo exponencial de Holt-Winters es una extensión del modelo lineal de Holt, propuesto en 1960 por Holt y Winters, es un modelo es una extensión del modelo de ecuación lineal de Holt que captura directamente la estacionalidad porque el modelo lineal de Holt solo puede predecir datos de tendencias lineales. Se usa a menudo en una serie de tiempo que muestra patrones estacionales de estacionalidad creciente o decreciente, a través de tres ecuaciones son que son suavizadas a nivel, tendencia y estacional. Lo cual lo hace versátil para que se use para predecir series de tiempo a corto, medio y largo plazo, ya que es diferente de otros métodos de pronóstico en el sentido de que este modelo es independiente del modelo de coincidencia de cualquier técnica de modelado estadístico, pero utiliza un enfoque iterativo en la generación aproximada valores.

1.2.6 Lean Manufacturing

De acuerdo con Mascarenhas et al. (2019) el Lean Manufacturing es un sistema socio-técnico integrado cuyo objetivo principal es eliminar el desperdicio al reducir o minimizar al mismo tiempo la variabilidad interna de proveedores, clientes y. Para lograr este objetivo, se debe implementar un despliegue apropiado de conceptos lean en cualquier organización. Para Jahan, y Doggett (2015) define que la identificación y eliminación constante de los desechos (muda) es el conjunto de herramientas que permiten mejorar la calidad, reduciendo tiempos y costes de producción.

2 PROBLEMÁTICA DE LA ORGANIZACIÓN

2.1 Descripción de la organización

2.1.1 Empresa

La empresa cuenta con 4 plantas a nivel nacional ubicadas en Chiclayo, Piura, Trujillo y Lima, cada una con distinta capacidad productiva siendo esta última la planta principal y con mayor rentabilidad para la empresa LATERCER. Fue fundada en el año 2006, y actualmente se encuentra dentro de las 4 primeras ladrilleras más importantes del sector de construcción. Se creó con la finalidad de poder abastecer material de construcción para las viviendas localizadas en Lima, expandiendo su mercado en la zona norte del Perú.

2.2 El proceso en la empresa

El proceso productivo de los ladrillos se desarrolla por varios procesos la que se detalla a continuación

Molienda: Se comienza con la selección y control de calidad de los principales insumos de producción, luego la materia prima se transforma en partículas muy finas, el proceso se efectúa por medio de una chancadora, molinos y zarandas.

Amasado: Se mezcla la arcilla con agua para poder amasar, luego es llevado a la extrusora y esta permite eliminar el aire que contiene la masa a través de la cámara de vacío. Una vez retirada la masa de la extrusora obtenemos la forma geométrica del producto.

Formado: El ladrillo es cortado y sellado con la marca “Fortes” identificación insigne para nuestro producto. La mezcla se deriva a la línea de producción con el molde del producto a fabricar.

Secadero: secado rápido continuo. Tiene una capacidad de 500 toneladas por día y una temperatura de 120 °C. El tiempo de secado es de aproximadamente tres horas.

Apilamiento: El tiempo de apilado de la vagoneta oscila entre 17 y 20 minutos.

Horno: La empresa tiene hornos a gas en su sistema de fabricación moderno de tipo industrial.

Cocción: Aproximadamente cuatro horas de quema. La temperatura es de 930°C. El tiempo de enfriamiento es de aproximadamente cuatro horas.

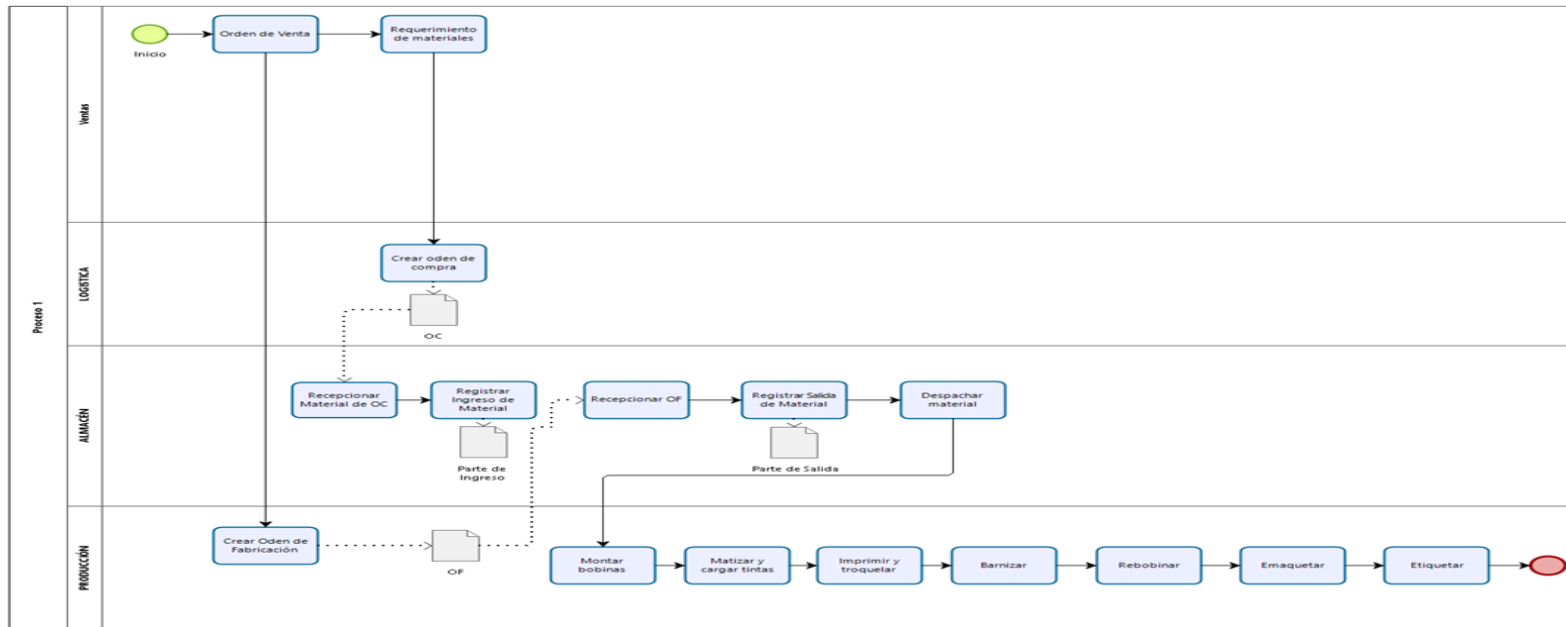
Despacho: Después del proceso de producción, los ladrillos se empaican en vehículos para su distribución en todos los lugares donde opera nuestra empresa.

2.2.1 Diagramas de flujo

En el diagrama de flujo de observa los procesos de inicio a fin. Asimismo, se observan los documentos que serán útiles para la propuesta y las áreas relacionadas.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso



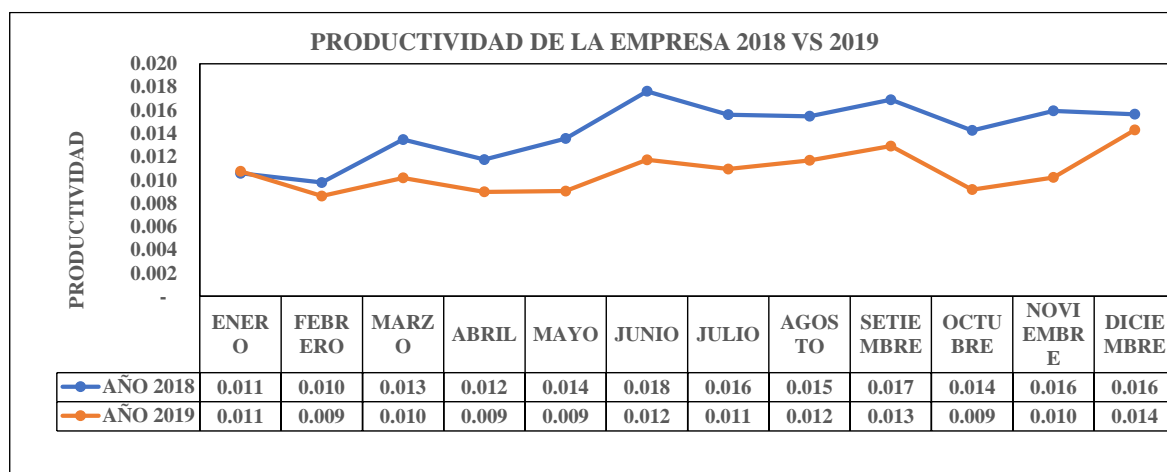
2.3 Identificación del problema

2.3.1 Brecha técnica

Para Latercer la productividad es un indicador clave porque nos apoya a lograr incrementar la producción utilizando los recursos lo más optimo posible.

Figura 2.

Gráfico de Productividad 2018 vs 2019



En el gráfico anterior observamos la productividad ejecutada en el año 2018 y 2019, logrando apreciar un decrecimiento en la tendencia. Esto nos demuestra una baja producción utilizando más recursos. Validamos la información con respecto a los 2021 y 2022 (anexo 2), donde se muestra la misma problemática de productividad, la cual genera un incremento en los costos por tonelada de producción año tras año (anexo 2).

2.3.2 Impacto económico

El problema se costeo bajo la teoria de Lean Manufacturing identificando las 7 mudas:

Tabla 1.

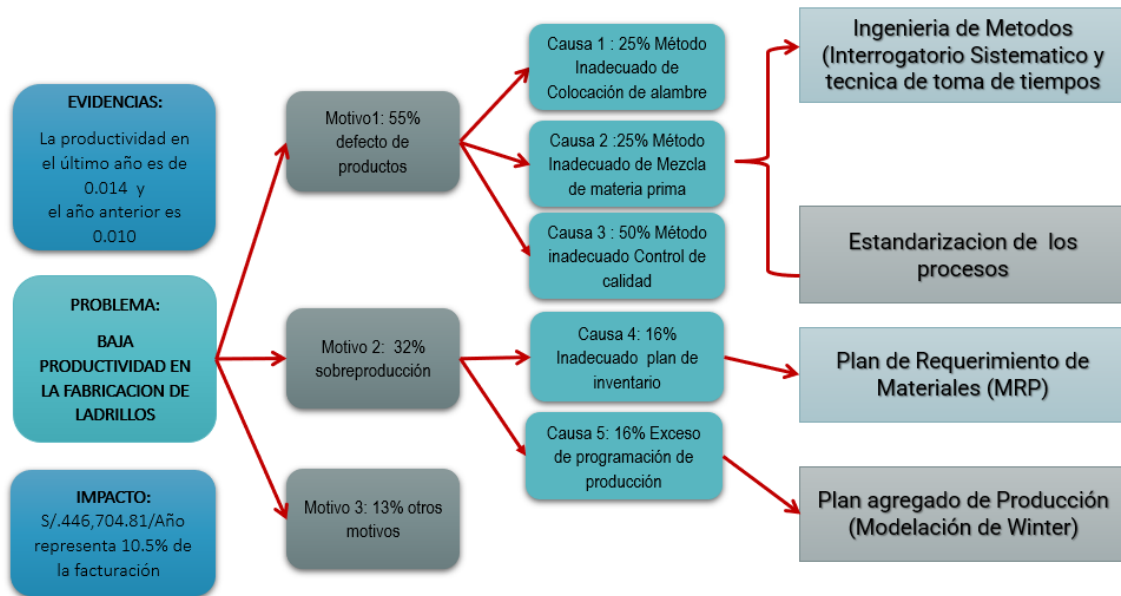
Impacto económico por MUDA

MUDA	2018 (Soles)	2019 (Soles)	Impacto	%
Sobreproducción	1,907,281.93	2,050,757.96	143,476.02	32%
Transporte	-	-	4,516.97	1%
Espera	431,594.51	436,612.32	5,017.81	1%
Defectos	1,112,566.10	1,356,316.76	243,750.66	55%
Inventario	20,608.34	45,041.17	24,432.83	5%
Movimientos	-	13,862.40	13,862.40	3%
Sobrepceso	37,007.70	48,655.82	11,648.12	3%
Total	3,509,058.57	3,951,246.42	446,704.81	100%

En la tabla 1, podemos concluir mediante la teoría de Pareto que la sobreproducción y defectos representan el 87% de nuestro problema:

Figura 3.

Arbol de Problemas



2.4 Análisis de las causas

2.4.1 Determinación de causas

2.4.1.1 Análisis de causa de la Muda Defectos

En el análisis de la causa se llevó a cabo una lluvia de ideas y se cuantifico realizando encuestas a través de una matriz de juicio de expertos:

Tabla 2.

Criterios de evaluación de causas raíz para incremento de defecto en el producto

Impacto	Puntaje de Evaluación
Aceptable	1-2
Eficiente	3-4
Regular	5-6
Inaceptable	7-8
Deficiente	9-10

Figura 4.

Evaluación de 1er nivel para incremento de defecto en el producto

Causas	Gerente de Producción	Gerente de planta Lima	Gerente de Mantenimiento	Gerente de la cadena de suministro	Gerente de Coccion	Gerente de Ventas	Gerente de Aseguramiento de calidad	Total Puntaje	%	
Inadecuado Corte	10	10	10	10	10	10	10	70	23%	
Excesivo producto recochado	10	10	10	10	10	10	10	70	23%	
Piezas con especificaciones incorrectas	2	1	2	1	1	1	1	9	3%	
Ineficiente control de calidad en los procesos	10	10	10	10	10	10	10	70	23%	
Ambiente inadecuado para el almacenamiento MP	2	1	2	2	1	4	1	13	4%	
Paradas de Maquinas	1	1	1	1	1	1	1	7	2%	
Excesivo productos rajados	10	2	5	2	5	1	5	30	10%	
Falla de molde	1	1	2	1	1	1	1	8	3%	
Inadecuado mantenimiento de equipos	1	1	1	2	1	1	1	8	3%	
Inadecuado muestreo	1	2	1	3	1	2	1	11	4%	
Inadecuada homogenización de materiales	1	2	2	1	2	1	1	10	3%	
								Total	306	100%

Con la evaluación de juicio de expertos se aplica la teoría de Pareto donde concluimos que las siguientes causas representan el 80% del problema son: Excesivo producto recochado, Inadecuada Corte, Ineficiencia control de calidad en los procesos y Excesivos productos rajados. Luego evaluamos las causas raíz utilizando la herramienta de los 5 Por Qué.

Tabla 3.

Análisis de 5 Por Qué de defecto de productos

Problema	Causas Críticas			
Defecto de Productos	Inadecuado Corte	Excesivo producto recochado	Ineficiente control de calidad en los procesos	Excesivo productos rajados
1er Por qué	No colocar en posición correcta los alambres	Inestabilidad en el proceso	Inestabilidad en el proceso	Inadecuado mezclado de materiales
2do Por qué	Error en el tipo de alambre	Variabilidad en el control de los parametros de temperatura	Variabilidad en el proceso de extrusión	Inadecuado utilización de materiales
3er Por qué	No se cambia en cada turno el alambre	Inadecuado parametro de temperatura	Inadecuado parametros	Inadecuado calculo de consumo
4to Por qué	Descordinacion en actividades de control	Ineficiente regulación	Ineficiente regulación	Formulación empírica
5to Por qué	Inadecuado método de colocación de alambres	Método de muestreo ineficiente	Método de muestreo ineficiente	Inadecuado método en la formulación de consumo

2.4.1.2 Análisis de causa de la Muda Sobreproducción

En el análisis de la causa se realizó una lluvia de ideas y se utilizó la matriz de la tabla 2 para la evaluación de juicios de expertos.

Figura 5.

Evaluación de 1er nivel para incremento de Sobreproducción

Causas	Gerente de Producción	Gerente de planta Lima	Gerente de Mantenimiento	Gerente de la cadena de suministro	Gerente de Coccion de Ventas	Gerente de Aseguramiento de calidad	Total Puntaje	%
Falta de metricas internas sobre la produccion	5	5	4	3	2	5	25	19%
Falta de indicadores de rotacion de despachos	5	5	5	5	5	5	35	27%
Alto indice de rotación de Personal	2	3	1	1	1	3	12	9%
Incumplimiento del cronograma de Capacitación	1	1	1	2	1	1	8	6%
Inadecuada planificación y control de la producción	5	5	5	5	5	5	35	27%
Ausencia de coordinacion del area de venta con produccion	1	2	1	1	1	1	8	6%
Exceso de capacidad	2	1	1	1	1	1	8	6%
							Total	131 100%

Con la evaluación de juicio de expertos se aplica la teoría de Pareto donde concluimos que las siguientes causas representan el 80% del problema son: Falta de indicadores de rotación de despachos, Inadecuada planificación y control de la producción, Falta de métricas internas sobre la producción y Alto índice de rotación de Personal. Luego evaluamos las causa raíz utilizando la herramienta de los 5 Por Qué.

Tabla 4.

Análisis de 5 Por Qué de Sobreproducción

Problema	Causas Críticas			
Sobreproducción	Falta de indicadores de rotación de despachos	Inadecuada planificación y control de la producción	Falta de métricas internas sobre la produccion	Alto índice de rotación de Personal
1er Por qué	Ausencia de definicion de registros	Incumplimiento de lotes presupuestados	Incumplimiento de registro de informacion sobre los procesos	Mala planificacion de actividades
2do Por qué	Carencia de registros de rotacion de productos	Inadecuado flujo de materiales	Inadecuada planificación de los procesos	Falta de capacitacion de personal
3er Por qué	Ineficiente control de inventarios	Inadecuado despacho de materiales	Ineficiente control de inventarios	Ausencia de condiciones optimas de trabajo
4to Por qué	Errores en el registro de la toma de inventarios	Inadecuado control de productos terminados	Errores en el registro de la toma de inventarios	Sobrecarga de trabajo
5to Por qué	Inadecuado plan de inventarios	Exceso de programacion de produccion	Inadecuado plan de inventarios	Exceso de programacion de produccion

2.5 Planteamiento de objetivos

2.5.1 Objetivo general

El uso de herramientas de ingeniería de métodos ayudara a mejorar la productividad en el área de producción en una empresa ladrillera.

2.5.2 *Objetivos específicos*

El uso de herramientas de la herramienta método de trabajo y estandarización ayudara a disminuir el impacto económico de la muda de Defectos en una empresa ladrillera.

El uso de herramientas de la herramienta MRP y MPS ayuda a disminuir el impacto económico de la muda de Sobreproducción en una empresa ladrillera.

El capítulo 2, consistió en mostrar mediante la metodología de lean manufacturing todas las mudas de desperdicios que posee la empresa, y encontrar la causa raíz de las que generan más impacto económico. Para después vincular cada una con herramientas de ingeniería industrial desarrolladas en el estado de arte.

Figura 6.

Vinculación de causa con solución

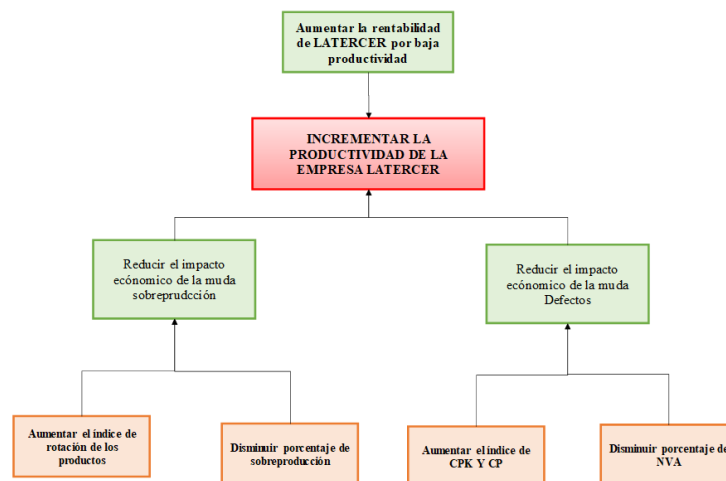
Autores	Artículo	Herramienta	Causas				
			(1) Sobreproducción	(2) Inadecuado plan de inventario	(3) Inadecuado método de colocación de ahmbres	(4) Método inadecuado de control de calidad	(5) Inadecuado método de mezcla de materia prima
Plan agregado de demanda. Rosero, C; Sánchez M, Sánchez, C., Galleguillos, R. (2017)	Aggregate Production Planning, Case study in a Mediumsized Industry of the Rubber Production Line in Ecuador	Plan Maestro de producción	X				
Imetiég, Abdallah y Lutovac, Miroslav (2015)	Implementación de la herramienta MRP para la mejora del proceso de construcción	Plan de requerimiento de materiales	X	X			
Ingeniería de métodos - Wahid, Z Daud, M y Ahmad, K. (2020)	Study of productivity improvement of manual operations in soya sauce factory.	Estudio de métodos			X	X	X
Métodos de trabajo - Janasekaran, S.; Vijayasree, V. y Chong, M (2020).	Cycle time reduction for coating process in manual assembly manufacturing towards economic sustainability	Estandarización	X	X	X	X	X

2.5.3 *Árbol de objetivos*

En base al árbol de problemas se tiene el árbol de objetivos, el cual se detalla:

Figura 7.

Árbol de objetivos



3 PROPUESTA DE INGENIERÍA

3.1 Vinculación de causa con la solución

En base a los artículos estudiados en el capítulo 1, se han identificado herramientas de ingeniería de métodos que han sido ejecutadas de manera exitosa en empresas. A continuación, se detallará la vinculación de herramientas a utilizar por cada causa raíz:

En primer lugar, en la Muda de Defecto tiene 3 principales causas raíz, que es el Método inadecuado de colocación de alambre de corte, Método de preparación de la mezcla y Método inadecuado de control de calidad en los productos en proceso, las cuales pueden erradicarse, utilizando las herramientas de ingeniería de métodos según Rosero et al. (2017) y para culminar aplicando la estandarización según Hammann et al. (2020). En las cuales se espera reducir el 42.22% a 50.00% en tiempos que no agregan valor y mejorar el CPK y CP respectivamente en las causas ya mencionadas.

En Segundo lugar, la muda de sobreproducción se genera por dos causas raíz que son el exceso de programación de producción y la ausencia de un plan de inventario ambas se pueden mitigar según Baeza Serrato (2016) utilizando la planificación de los requerimientos de material (MRP) según Abdallah y Miroslav (2015), así mismo según Manohar H M y S Aappaiah (2017), logrando controlar de manera efectiva los inventarios y la programación de producción.

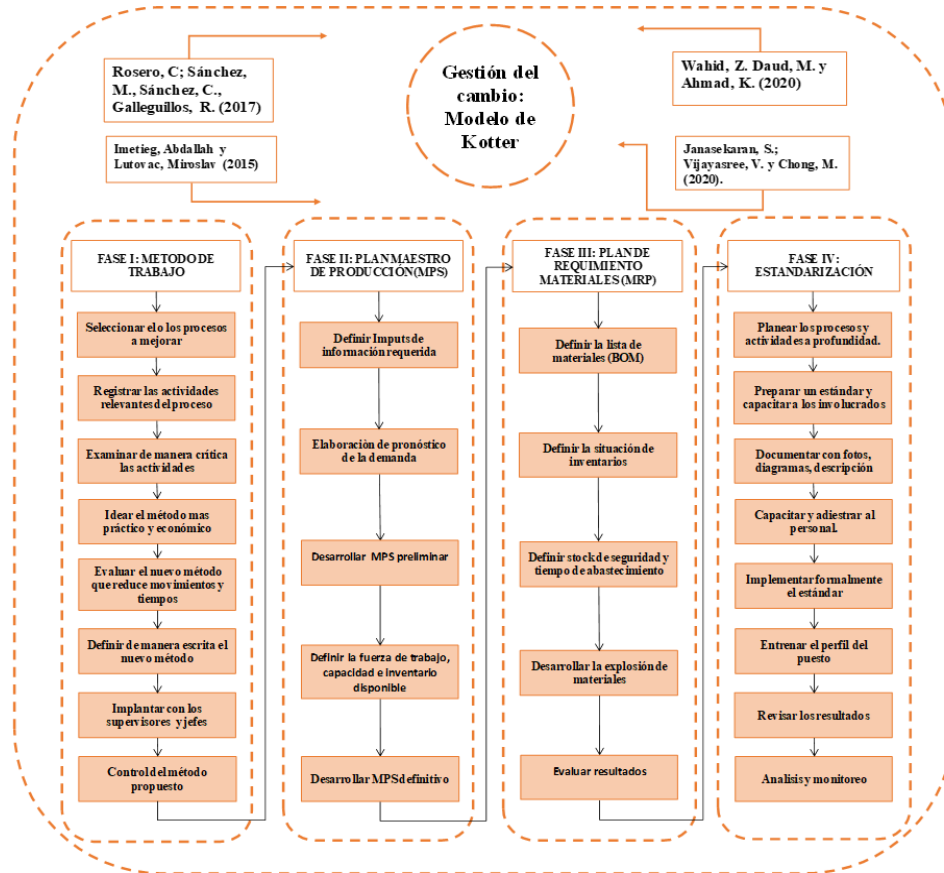
3.2 Diseño detallado de la solución

El diseño propuesto, consiste en el modelo de gestión de cambio llamado “los 8 pasos de Kotter. Este modelo consiste en hacer un análisis As-Is la cual desarrollará el plan de cambio en la organización, comunicando la visión, eliminando obstáculos, planteando logros a corto y largo plazo estableciendo la mejora continua en la organización.

Por otro lado, las herramientas de ingeniería de métodos son las que atacaran a cada causa raíz analizada. En primer lugar, reduciremos la sobreproducción sincerándola a través del pronóstico de la demanda, el MPS y limitándola a la necesidad del cliente. En segundo lugar, la herramienta MRP para mejorar el índice de rotación de inventario y control de los inventarios. En tercer lugar, método de trabajo para mejorar el método ineficiente actual. En cuarto lugar, la estandarización para mejorar los métodos de trabajo de colocación de alambres y formulación de insumos.

Figura 8.

Modelo de Gestión del cambio



3.2.1 Estudio de Métodos

Seleccionaremos los procesos críticos a mejorar los cuales son: A1: Preparación de mezcla de materia prima (t: 68 min), A2: colocación de alambres (t: 45 min) y A3: muestreo de calidad de producto (t: 229 min), luego levantamos la información relevante como diagramas, actividades y procesos de forma detallada en donde nos indicara quien, como cuando y donde realizan dichas actividades para poder unificar, mitigar o agregar actividades prácticas y económicas para mejorar el método actual.

Figura 9.**Actividades para la implementación de Estudio del método**

Nº	ACTIVIDADES	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?
1	Seleccionar el o los procesos a mejorar	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	2/09/2024	Selección de las actividades críticas a mejorar.
2	Registrar las actividades relevantes del proceso	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	3/09/2024	Levantamiento de información, diagramas actividades y procesos
3	Examinar de manera crítica las actividades	Equipo	4/09/2024	Identificar como, cuando, quien, donde se realizan las actividades de manera detallada. (Actividades que no agregan valor)
4	Idear el método más práctico y económico	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	7/09/2024	Mitigar, unificar y/o agregar actividades practicas y económicas para mejorar el método actual.
5	Evaluar el nuevo método que reduce movimientos y tiempos	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	8/09/2024	Evaluación de mejora de los tiempos y/o incremento de actividades.
6	Definir de manera escrita el nuevo método	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	9/09/2024	Una vez de haber definido el método a trabajar, se documentan para que las partes interesadas puedan seguir las actividades a realizar
7	Implantar con los supervisores y jefes	Equipo	9/09/2024	Construir la implementación del diseño de los métodos propuestos.
8	Control del método propuesto	Equipo	14/09/2024	Se controlara mediante reuniones e indicadores de cumplimiento del nuevo método

Mostraremos los resultados de cada proceso seleccionado mediante diagramas de análisis de procesos:

Tabla 5.*Cuadro comparativo de tiempos y número de actividades DAP 1*

DESCRIPCION	METODO ACTUAL	METODO PROPUESTO
Tiempo Actividad (Min)	68.00	44.00
Preparación de Mezclas por día (Nº de veces)	17.00	27.00
Porcentaje de variación		59%

Observamos las operaciones que se propone mejorar en minutos, el detalle se muestra en el Anexo 3.

Tabla 6*Cuadro comparativo de tiempos, número de actividades y costes DAP 2*

DESCRIPCION	METODO ACTUAL	METODO PROPUESTO	%
Tiempo de cambio por día (horas)	6.00	2.00	67%
Tiempo operativo de maquinaria (horas)	18.00	22.00	22%
Cambios por día (Nº de veces)	8.00	4.00	50%
Costes por día	14,476.00	11,880.00	18%

Observamos las operaciones que se propone mejorar en minutos, el detalle se muestra en el Anexo 4.

Tabla 7*Cuadro comparativo de tiempos y número de actividades DAP 3*

DESCRIPCION	METODO ACTUAL	METODO PROPUESTO	%
Tiempo de actividad por inspección	229.00	164.00	28%
Inspección (N° de veces)	2.00	3.00	50%

Observamos las operaciones que se propone mejorar en minutos, el detalle se muestra en el Anexo 5.

3.2.2 Plan maestro de producción

El objetivo de implementar el plan maestro de producción mediante un correcto pronóstico de la demanda (ver Anexo 6) para controlar el exceso de programación de la producción, sin perjudicar los pedidos del cliente, esta herramienta **reducirá un 5,5% del exceso de programación de producción** que actualmente está en un **17.16%**, lo cual nos permitirá controlar los inventarios, cantidad de operarios y producción. (ver anexo 7 y 8) A continuación, se definen las actividades que se desarrollaran.

Figura 10.

Actividades para la implementación del plan maestro de producción

N°	ACTIVIDADES	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?
1	Definir Inputs de información requerida	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	22/09/2024	Desarrollar el levantamiento de información para realizar el análisis
2	Elaboración de pronóstico de la demanda	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	23/09/2024	Realizar el pronóstico de la demanda por 6 meses mediante la técnica de Winter.
3	Desarrollar MPS preliminar	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	24/09/2024	Definir los requerimientos por meses en base al pronóstico calculado.
4	Definir la fuerza de trabajo, capacidad e inventario disponible	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	25/09/2024	Calcular la fuerza de trabajo, capacidad e inventarios disponible en base a la información de planeamiento.
5	Desarrollar MPS definitivo	Jairo Corilla & Maryuri Delgado	28/09/2024	Desarrollar el plan maestro de producción en base al calculo anterior para definir la necesidad de hora hombre y producción por mes.

Tabla 8.

As Is vs To Be de Exceso de programación de producción

	AS-IS	TO-BE	Reducción
Exceso de programación de producción	17.16%	11.61%	-5.55%

3.2.3 Plan de requerimiento de materiales

El objetivo del plan de requerimiento de materiales (MRP), es aumentar el índice de rotación de materiales asegurando que los materiales necesarios estén disponibles para la producción y tratando de mantener los niveles adecuados de stock.

Figura 11. Actividades para la implementación del plan de requerimiento de materiales

N°	ACTIVIDADES	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?
1	Definir la lista de materiales (BOM)	Jairo Corilla	29/09/2024	Desarrollar la lista de materiales y conusmos que requiere la fabricación de un ladrillo
2	Definir la situación de inventarios	Jairo Corilla	30/09/2024	Definir con planeamiento y almacén el inventario de cada insumo que se utiliza en el ladrillo.
3	Definir stock de seguridad y tiempo de abastecimiento	Jairo Corilla	1/10/2024	Establecer en el plan el stock de seguridad u tiempo de abastecimiento en base a planeamiento.
4	Desarrollar la explosión de materiales	Jairo Corilla	2/10/2024	Realizar la explosión de materiales del ladrillo indicando la cantidad requerida por semana como otros datos relevantes.
5	Evaluar resultados	Jairo Corilla	5/10/2024	Realizar el costeo de la implementación y el As is vs To be

En la siguiente tabla vemos los resultados de la reducción del índice de rotación, asimismo, en el anexo 9 se ve el detalle de saldos e ingresos que implico la implementación de MRP.

Tabla 9.

As Is vs To Be de Índice de rotación

	AS-IS	TO-BE	Reducción
Índice de rotación	0.63	1.56	147%

3.2.4 Estandarización

Después de haber detallado las actividades que se han mejorado se procederá a ejecutar la documentación correspondiente mediante la implementación de la estandarización de las actividades y seguiremos los siguientes pasos:

1) Planear: En esta primera fase se planificará los puntos y pautas a seguir para la implementación de la estandarización de los procesos en estudio las cuales fueron:

- Método inadecuado de colocación de alambre (Anexo 10)
- Método inadecuado de mezcla de materia prima (Anexo 11)
- Método inadecuado de control de calidad (Anexo 12)

Se planteo realizar manual de procedimiento y perfil del empleado como solución.

2) Preparar: En esta etapa se elaborará el manual de procedimiento y perfil de empleado de manera detallada, para que esta les permita realizar cualquier revisión del proceso a ejecutar.

3) Documentar y capacitar: En este paso al tener los documentos preparados se documentarán para cuando un nuevo colaborador ingresa puede conocer el método de trabajo adecuado. Asimismo, se capacitará al personal de producción

4) Implementar: La implementación se detallará en el siguiente diagrama de Gantt el cual tiene una duración de 63 días.

5) Entrenar: En este paso se entrenará al personal en el nuevo procedimiento a fin de poder subsanar todas las dudas que tengan. Asimismo, cerciorarnos que esté cumpliendo adecuadamente el manual del nuevo procedimiento.

6) Revisar y monitorear: En este paso se monitoreará todo el proceso de estandarización con el fin de tener una mejora continua en el proceso.

3.3 Diseño de Indicadores

Para evaluar el proyecto se proponen los siguientes indicadores:

Figura 12.

Ficha de indicador de sobreproducción




FICHA INDICADOR		
Indicador: Porcentaje de sobreproducción		
Utilizado en la gestión para: Producción		
Expresión de calculo y/o descripción de la forma de obtenerlo: (Producción Ejecutada/Demanda del cliente) - 1 x 100%		Unidad de Medida: %
Dónde se obtiene: Final del proceso	¿Cuándo se obtiene? En el momento del termino de la orden de producción	
Fuente de la información: Producción		
Resultado planificado: 0%		
Objetivo: Indicar el porcentaje de sobreproducción con respecto a la demanda		
Registro y formatos Formato para registrar la producción por cada periodo para ser comparada con la demanda.		
Nivel de Referencia:		
	0% - 5%	
	5% - 10%	
	10%-15%	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023

Figura 13.

Ficha de indicador de rotación de inventario




FICHA INDICADOR		
Indicador: Rotación de inventario		
Utilizado en la gestión para: Planeamiento		
Expresión de calculo y/o descripción de la forma de obtenerlo: (Costo de materia prima consumida/(Inventario inicial + Inventario Final/2)		Unidad de Medida: -
Dónde se obtiene: Final del proceso	¿Cuándo se obtiene? En el momento del termino de la orden de producción	
Fuente de la información: Planeamiento		
Resultado planificado: 100%		
Objetivo: Indicar el índice de rotación de insumos		
Registro y formatos Kardex de los productos		
Nivel de Referencia:		
	3 - 4	
	1 - 2	
	>=0	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023

Figura 14. *Ficha de indicador de disponibilidad*







FICHA INDICADOR		
Indicador: Disponibilidad		
Utilizado en la gestión para: Producción		
Expresión de cálculo y/o descripción de la forma de obtenerlo: (Tiempo de proceso / Tiempo neto operativo) x 100		Unidad de Medida: Porcentaje
¿Dónde se obtiene?: Durante el proceso	¿Cuándo se obtiene? En el transcurso de la orden de producción	
Fuente de la información: Producción		
Resultado planificado: 100%		
Objetivo: Medir el aprovechamiento del tiempo que se tuvo durante el proceso		
Registro y formatos		
Formato de tiempo de producción		
Nivel de Referencia:		
	95% - 100%	
	90% - 95%	
	85% - 90%	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023

Figura 15.

Ficha de indicador de calidad

FICHA INDICADOR		
Indicador: Calidad		
Utilizado en la gestión para: Producción		
Expresión de cálculo y/o descripción de la forma de obtenerlo: (Unidades defectuosas / Unidades producidas) x 100		Unidad de Medida: Porcentaje
¿Dónde se obtiene?: Durante el proceso	¿Cuándo se obtiene? En el transcurso de la orden de producción	
Fuente de la información: Producción		
Resultado planificado: 100%		
Objetivo: Mide el grado de confiabilidad del proceso		
Registro y formatos		
Informe de unidades defectuosas		
Nivel de Referencia:		
	95% - 100%	
	90% - 95%	
	85% - 90%	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023	Fecha: Diciembre 2023

3.4 Consideraciones para la implementación:

3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos.

Se presenta el presupuesto de recursos:

Figura 16.

Presupuesto de recursos

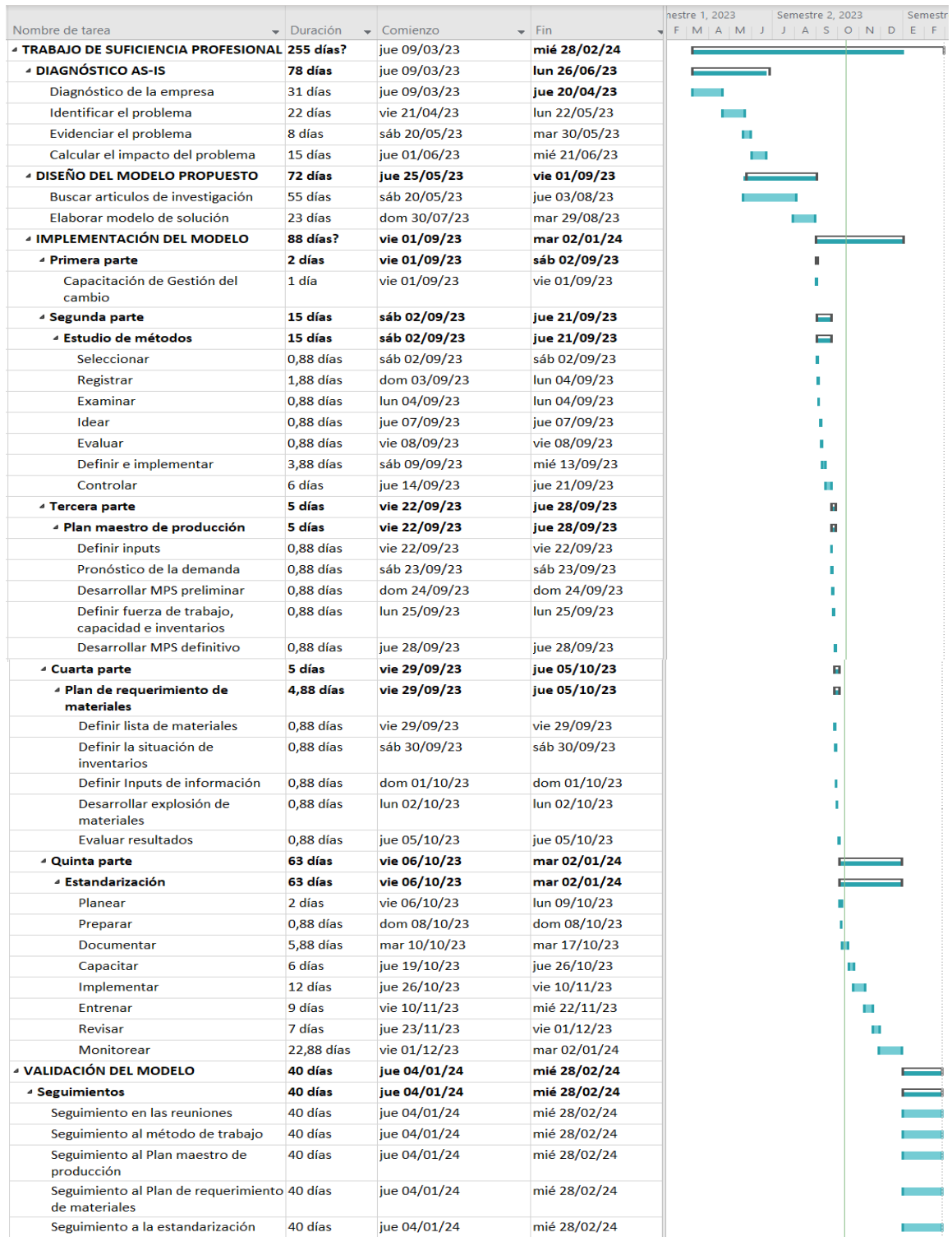
Nombre de tarea	Recurso de trabajo	Costo
PROYECTO PROFESIONAL		S/ 607,500.00
DIAGNÓSTICO AS-IS		S/ 39,000.00
Diagnóstico de la empresa	Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 8,000.00
Identificar el problema	Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 9,000.00
Evidenciar el problema	Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 7,000.00
Calcular el impacto del problema	Gerente de producción	S/ 15,000.00
DISEÑO DEL MODELO PROPUESTO		S/ 11,000.00
Buscar articulos de investigación	Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 1,000.00
Elaborar modelo de solución	Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 10,000.00
IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO		S/ 461,500.00
Primera parte		S/ 17,500.00
Capacitación de Gestión del cambio	Gerente General - Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 17,500.00
Segunda parte		S/ 104,500.00
Estudio de métodos		S/ 104,500.00
Seleccionar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 14,000.00
Registrar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 17,500.00
Examinar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 15,000.00
Idear	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 14,000.00
Evaluar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 16,000.00
Definir e implementar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 14,500.00
Controlar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción y coción	S/ 13,500.00
Tercera parte		S/ 88,000.00
Plan maestro de producción		S/ 88,000.00
Definir inputs	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 18,000.00
Pronóstico de la demanda	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 15,000.00
Desarrollar MPS preliminar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 18,000.00
Definir fuerza de trabajo, capacidad e inventarios	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 19,000.00
Desarrollar MPS definitivo	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 18,000.00
Cuarta parte		S/ 87,400.00
Plan de requerimiento de materiales		S/ 87,400.00
Definir lista de materiales	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción	S/ 16,100.00
Definir la situación de inventarios	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción	S/ 17,300.00
Definir Inputs de información	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción	S/ 16,500.00
Desarrollar explosión de materiales	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción	S/ 18,500.00
Evaluar resultados	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de producción	S/ 19,000.00
Quinta parte		S/ 164,100.00
Estandarización		S/ 164,100.00
Planear	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 19,500.00
Preparar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 18,000.00
Documentar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 24,000.00
Capacitar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 19,500.00
Implementar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 25,400.00
Entrenar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 18,900.00
Revisar	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 18,000.00
Monitorear	Lider de Proyecto 1 y 2 - Gerente de coción	S/ 20,800.00
VALIDACIÓN DEL MODELO		S/ 96,000.00
Seguimientos		S/ 96,000.00
Seguimiento en las reuniones	Asistente administrativa	S/ 14,000.00
Seguimiento al método de trabajo	Gerente General - Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 20,500.00
Seguimiento al Plan maestro de producción	Gerente General - Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 20,500.00
Seguimiento al Plan de requerimiento de materiales	Gerente General - Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 20,500.00
Seguimiento a la estandarización	Gerente General - Lider de Proyecto 1 y 2	S/ 20,500.00

3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo.

Se presenta el diagrama de Gantt del diseño propuesto:

Figura 17.

Cronograma de desarrollo



4 RESULTADOS DEL PROYECTO

La propuesta desarrollada en este capítulo, que incluye las herramientas de ingeniería de método, MRP y MPS, será validada en el capítulo 4. Además, se presentará la evaluación económica para demostrar la factibilidad del proyecto y su relevancia en el sector construcción.

4.1 Validación funcional

Se presentarán indicadores para ayudar a medir el impacto objetivo del proyecto actual. Los colores rojo, amarillo y verde se utilizarán en la tabla para mostrar el nivel de cumplimiento de la meta proyectada.

Figura 18.

Matriz de indicadores

Indicador	Unidad	Verde	Amarillo	Rojo	Valor Actual	Valor proyecta	Valor obtenido
Porcentaje de sobreproducción	%	< 0%-5% >	< 5%-10% >	< 10%-15% >	17.16%	10.00%	9.50%
Rotación de inventario	Unidad	< 3-4 >	< 1-2 >	< 0-1 >	0.63	1.56	1.8
Disponibilidad	%	< 95%-100% >	< 90%-95% >	< 85%-90% >	89%	95%	95%
Calidad	%	< 95%-100% >	< 90%-95% >	< 85%-90% >	92%	96%	95%

Como se muestra en la tabla, después de la implementación, el porcentaje de sobreproducción y el índice de rotación llegaron a los valores proyectados. Así como, los indicadores de disponibilidad y calidad están con un valor verde es decir óptimo.

4.1.1 Simulación de Estudio de métodos

La simulación en Arena Simulación es el método de validación de la herramienta Estudio de métodos. La simulación As-Is vs To-be se presenta a continuación.

Tabla 10.

As Is vs To Be Simulación

PROCESO	TIEMPO (Min)			
	ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN	DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO REDUCIDO	%
Preparación de mezcla	73.58	47.77	25.81	35%
Colocación de Alambre	59.51	34.47	25.05	42%

4.1.1.1 Proceso de preparación de mezcla

Para este proceso se tomó 10 muestras de cada una de las actividades (ver anexo 13), el resultado de las muestras son las siguientes:

Figura 19.

Resultado de simulación del proceso de preparación de mezcla - Antes

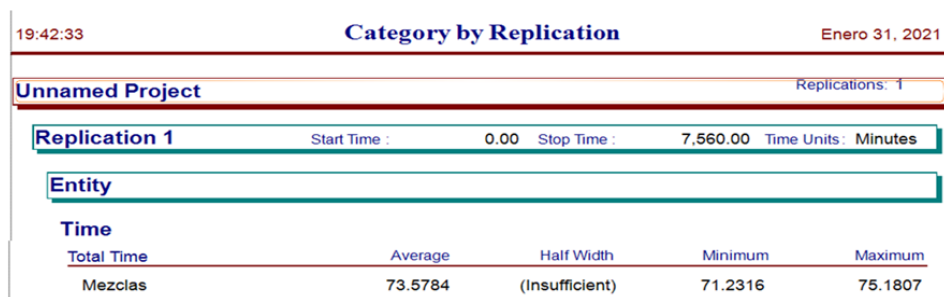
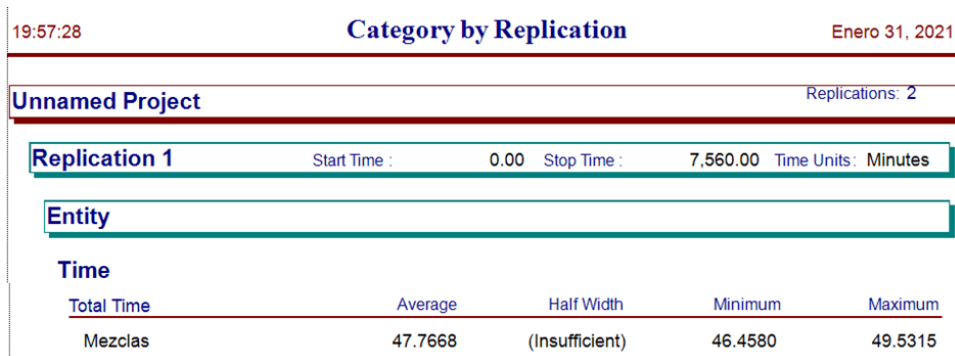


Figura 20.

Resultado de simulación del proceso de preparación de mezcla - Despues



4.1.1.2 Proceso de colocación de alambre

Se realizo la simulación del proceso (ver anexo 14) el cual se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 21.

Resultado de simulación del proceso de colocación de alambre - Antes

20:24:09 **Category by Replication** Enero 31, 2021

Unnamed Project Replications: 2

Replication 1 Start Time : 0.00 Stop Time : 7,560.00 Time Units : Minutes

Entity

Time

Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Cambios	49.5114	(Insufficient)	47.6958	50.4506

Figura 22.

Resultado de simulación del proceso de colocación de alambre - después

20:38:54 **Category by Replication** Enero 31, 2021

Unnamed Project Replications: 2

Replication 1 Start Time : 0.00 Stop Time : 7,560.00 Time Units : Minutes

Entity

Time

Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Cambios	34.4654	(Insufficient)	33.0182	35.6858

4.1.1.3 Proceso de muestreo de calidad

Se realizó la simulación del proceso (ver anexo 15) el cual se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 23.

Resultado de simulación del proceso de muestreo de calidad – Antes

21:02:26 **Category by Replication** Enero 31, 2021

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time : 0.00 Stop Time : 7,560.00 Time Units : Minutes

Entity

Time

Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Número de inspecciones	247.06	(Insufficient)	245.79	248.32

Figura 24.

Resultado de simulación del proceso de muestreo de calidad – despues

21:16:59 **Category by Replication** Enero 31, 2021

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time : 0.00 Stop Time : 7,560.00 Time Units: Minutes

Entity

Time

Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Número de inspecciones	196.66	(Insufficient)	196.39	196.94

4.2 Evaluación del impacto económico

4.2.1 Flujo de Caja

Para evaluar el impacto, se realizó una proyección de facturación tomando en cuenta los 12 últimos bimestres, lo que permitirá la elaboración del flujo de caja proyectado. Utilizamos el método Winters, que obtuvo un MAPE de 1.60, que es aceptable según la teoría. Luego, realizaremos un flujo de caja proyectado para evaluar los beneficios del proyecto.

Figura 25.

Flujo de caja del proyecto

FLUJO DE CAJA CON PROYECTO						
	0	1	2	3	4	5
-Ingresos		8,615,411	9,364,342	10,113,272	10,862,203	11,611,133
-Costo de Venta		5,169,247	5,618,605	6,067,963	6,517,322	6,966,680
Materia Prima Directa		1,550,774	1,685,582	1,820,389	1,955,197	2,090,004
Mano de Obra Directa		1,033,849	1,123,721	1,213,593	1,303,464	1,393,336
Servicios Directos		1,033,849	1,123,721	1,213,593	1,303,464	1,393,336
Otros Costos indirectos		1,550,774	1,685,582	1,820,389	1,955,197	2,090,004
-Utilidad Bruta		3,446,164	3,745,737	4,045,309	4,344,881	4,644,453
		-	-	-	-	-
-Gastos Administrativos		1,455,064	1,581,552	1,708,040	1,834,527	1,961,015
Sueldo y salarios		-	-	-	-	-
Otros Gastos		-	-	-	-	-
-Gastos de Venta		972,811	1,055,455	1,124,100	1,214,744	1,285,389
Sueldo y salarios		642,770	698,645	754,520	810,396	866,271
Gastos de Desarrollo		75,479	80,119	70,759	83,400	76,040
Gastos de Comercialización		254,562	276,691	298,820	320,949	343,078
-Utilidad Operativa		1,018,289	1,108,729	1,213,169	1,295,610	1,398,050
		-	-	-	-	-
-Gastos Financieros		538,463	585,271	632,080	678,888	725,696
-Utilidad Antes de Impuesto		479,826	523,458	581,090	616,722	672,354
		-	-	-	-	-
-Impuesto Renta (29.5 %)		141,549	154,420	171,422	181,933	198,344
-Utilidad Neta		338,277	369,038	409,668	434,789	474,010

-Inversión del proyecto		- 607,500				
Ahorro en mano de obras		22,574.40	22,574.40	22,574.40	22,574.40	22,574.40
Ahorro en Sobreproducción	5.55%	200,825.23	218,282.80	235,740.38	253,197.95	270,655.52
Ahorro en Costo de almacenamiento		58,382.05	58382.0482	58382.0482	58382.0482	58382.0482
Ahorro total		281,782	299,239	316,697	334,154	351,612

Flujo de caja del proyecto		- 607,500	12,559	668,277	726,365	768,943	825,622
-----------------------------------	--	------------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------

En el flujo de caja, observamos la inversión de S/607,500.00, el cual es cubierto en el primer año. Como se muestra el ahorro total asciende a S/ 1,583,484.00 durante 5 años el cual incrementara la rentabilidad de la empresa.

4.2.2 Indicador de rentabilidad

El flujo de caja del proyecto debe analizarse en tres escenarios: optimista, realista y optimista para determinar el impacto del proyecto. Se examinarán también los indicadores financieros como el TIR, el VAN y el COK. Estos son los tres escenarios que se presentarán durante los próximos cinco años:

Figura 26 Flujo de caja con escenarios

%	Flujo de caja del proyecto	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
30%	Pesimista	- 607,500	8,791	467,794	508,456	538,260	577,935
	Realista	- 607,500	12,559	668,277	726,365	768,943	825,622
30%	Optimista	- 607,500	16,326	868,760	944,275	999,626	1,073,308

Para el escenario pesimista y optimista se redujo y aumento 30% respectivamente, se puede observar que en ambos escenarios la inversión es cubierta el primer año.

A continuación, se presenta los indicadores financieros de los 3 escenarios:

Figura 27.

Indicadores financieros del proyecto según escenarios

Escenarios	VAN	TIR	BENEFICIO / COSTO
Pesimista	369,100	45%	1.61
Realista	787,642	63%	2.30
Optimista	1,206,185	78%	2.99
VAN esperado	787,642		

Como se muestra en la figura anterior, en los tres escenarios el VAN es superior a 1. Por otro lado, para el análisis se utilizó un COK del 25 % y podemos ver que el TIR es superior.

En resumen, en todos los escenarios presentados, el proyecto es viable. En el escenario pesimista, cada sol invertido genera un beneficio de 0.61 soles, mientras que en el escenario realista, cada sol invertido genera un beneficio de 1.30 soles y en el escenario optimista, cada sol invertido genera un beneficio de 1.99 soles.

4.3 Evaluación del impacto no económico

4.3.1 Impacto tecnológico

La empresa será más competitiva si desarrolla tecnología para optimizar desde las operaciones hasta los trabajos administrativos, ya que tendrá toda la información necesaria para tomar decisiones de alto nivel en menos tiempo. Es importante destacar que, si bien la implementación de tecnologías de automatización o gestión de datos (ERP) tiene un costo elevado, permitirá obtener datos de manera rápida y eficiente para realizar pronósticos de demanda y planos de requerimiento de materiales.

4.3.2 Impacto legal

No hubo ningún impacto legal en la ejecución del proyecto porque, aunque los trabajadores trabajaron más horas para resolver pedidos no conformes, no pudieron exceder las horas establecidas en la Ley N° 29783, la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, el DS 024. - 2010 del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4.3.3 Impacto legal

El objetivo principal del modelo implementado es reducir el porcentaje de producto no conforme y la sobreproducción producida durante el proceso de fabricación. Sin embargo, para lograr este objetivo, es necesario un cambio cultural, por lo que se implementó el plan de sensibilización. La cual incluye técnicas y capacitaciones para que los empleados comprendan que estos cambios son necesarios para producir trabajo de alta calidad. Para mejorar su disposición al cambio y sentirse parte de una implementación exitosa, se deben tomar medidas.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para finalizar el proyecto de investigación presentado, se presentarán las conclusiones de las diferentes secciones del trabajo:

- Se determinó la productividad de los años 2018 y 2019 para medir la empresa donde dio como resultado 0.014 y 0.010 respectivamente. Es decir, hubo una disminución de 28.51% de la productividad lo cual estaría generando un sobre costo de 446,704.81 soles.
- Para determinar las causas de la baja productividad se realizó un análisis identificando las 7 mudas de la empresa. Donde dio como resultado que la muda de sobreproducción estaría generando un sobre costo de 143,476.02 soles, la muda de transporte 4,516.97 soles, la muda de espera 5,017.81 soles, la muda defecto 243,750.66 soles, la muda de inventario 24,432.83 soles, la muda de movimientos 13,862.40 soles y la muda de sobre proceso 11,648.12 soles.
- Se realizó un análisis de Pareto de la evaluación económica de las 7 mudas de la empresa donde resultó que el 80% del problema se debe a las mudas de sobreproducción y defecto, la cual se priorizaron para el análisis de causa raíz.
- Se realizó la metodología de los 5 por qué para determinar la causa raíz de la muda de defectos, la cual se observó que el resultado del análisis fue inadecuado método de colocación de alambre, inadecuado método de formulación de consumos y método de muestreo ineficientes.

- Se realizó la metodología de los 5 por qué para determinar la causa raíz de la muda de sobreproducción, la cual se observó que el resultado del análisis fue inadecuado plan de inventario y exceso de programación de producción.
- Para partir con el modelo de propuesta para la mejora de las causas raíz se trabajó con 8 pasos de Kotter el cual nos ayudó a implementar las herramientas de ingeniería de métodos, MPS, MRP y estandarización.
- Con la herramienta de ingeniería de métodos se mejoraron los procesos de: preparación de mezcla de 68 a 44 minutos, colocación de alambre de 45 a 31 minutos y muestreo de calidad del producto de 229 a 164 minutos.
- Con la herramienta de MPS (Plan maestro de producción) mediante un análisis de pronóstico Winter con MAPE de 13% se mejoró el exceso de programación de 17.16% a 11.61%.
- Con la herramienta MRP (Plan de requerimiento de materiales) se mejoró la planificación de necesidades de insumos generando un incremento en el índice de rotación de inventario de 0.63 a 1.56.
- Se realizaron simulaciones en el programa Arena a los procesos de preparación de mezcla, colocación de alambre y muestreo de calidad con una reducción de 35%, 30% y 20% de minutos respectivamente.
- Se realizó la evaluación económica de la inversión presentando 3 escenarios: pesimista, realista y optimista; los cuales arrojaron una TIR de 45%, 63% y 78% respectivamente. Asimismo, un VAN pesimista, realista y optimista de 367'980, 786'042 y 1'204'105 soles respectivamente.

Referencias

- Baum, E. (2017) GKSPL Estiate, Pakistan: Estimate based on CIWCE report Lahore, Bangladesh & China: ESMAP & World Bank Report, *Vietnam: Ministry of Construction Vietnam*. <https://www.hablakilns.com/the-brick-industry/the-brick-market/>
- Pacheco, W. (2020). Entre la formalidad y la autoconstrucción: la creciente demanda de ladrillos en el sector. *Revista Perú Construye*. <https://peruconstruye.net/2018/11/16/entre-la-formalidad-y-la-autoconstruccion-la-creciente-demanda-de-ladrillos-en-el-sector/>
- Wahid, Z. & Che Daud, MR (2020). ESTUDIO DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE OPERACIONES MANUALES EN FÁBRICA DE SALSAS DE SOJA. *Revista de ingeniería IIUM*, 21 (1), 202–211. <https://doi.org/10.31436/iiumej.v21i1.1237>
- Milnea, R.; Mahapatraa, S. & Wang, C.(2015) Optimizing planned lead times for enhancing performance of MRP systems. *International Journal of Production Economics*, 167, pp. 220-231. <http://www.sciencedirect.com/upc.remotexs.xyz/science/article/abs/pii/S0925527315001656>
- Bartnicka, J., Kabiesz, P. & Kaźmierczak, J. (2020). Standardization of human activities as the component of a workflow efficiency model – a research experiment from a meat producing plant. *Production Engineering Archives*, 26(2) 73-77. <https://doi.org/10.30657/pea.2020.26.15>
- Rusli, MHM, Jaffar, A., Kasolang, S. & Kayat, SM (2020). "AHP-QFD en la evaluación del resultado de eventos gemba kaizen" . <https://doi.org/10.1088/1757-899x/834/1/012061>
- Najmeh Madadi, & Kuan Yew Wong, "Un modelo de planificación de producción agregada difusa multiobjetivo que considera la capacidad real y la calidad de los productos", *Problemas matemáticos en ingeniería*, vol. 2014, artículo ID 313829, 15 páginas, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/313829>
- Rosero-Mantilla, C., Sánchez-Sailema, M., Sánchez-Rosero, C., & Galleguillos-Pozo, R. (2017). Aggregate production planning, casestudy in a medium-sized industry of the rubber production line in Ecuador. *IOP conference series. Materials science and engineering*, 212, 012018. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/212/1/012018>
- Almazrouee, A. I., Almeshal, A. M., Almutairi, A. S., Alenezi, M. R., & Alhajeri, S. N. (2020). Long-term forecasting of electrical loads in Kuwait using Prophet and Holt–Winters models. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 10(16), 5627. <https://doi.org/10.3390/app10165627>
- Mascarenhas, RF; Pimentel, C & Rosa, MJ (2019). The way lean starts – a different approach to introduce lean culture and changing process with people’s involvement. *Procedia Manufacturing*. 38, pp. 948-956. <http://www.sciencedirect.com/upc.remotexs.xyz/science/article/pii/S2351978920301797>
- Jahan, M. & Doggett, A. (2015). A Study on the Students' Perceptions of the Applicability of Lean Principles at Universities. *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*, pp. 1-17. <http://web.b.ebscohost.com/upc.remotexs.xyz/ehost/detail/detail?vid=17&sid=fe41c842->

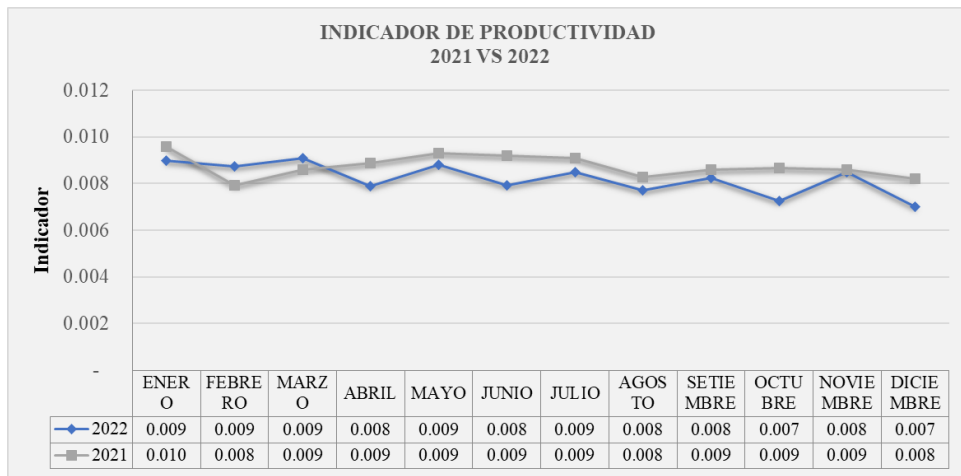
[723d-48f1-92a6-cbd4f6279ab6%40pdc-v-
sessmgr06&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=116024875&db=asn](https://www.mdpi.com/2071-1050/7/6/7866/htm)

- Hashemi, A.; Cruickshank, H. & Cheshmehzangi, A. (2015). Environmental Impacts and Embodied Energy of Construction Methods and Materials in Low-Income Tropical Housing. *Sustainability*. 7. <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/6/7866/htm>
- Hammann, C.; Krause, C. & Feldhütter, A. (2020) Evaluation of algorithmic, textual and pictorial forms of representation of standard operating procedures for error reduction in complex systems, *Heliyon*, 6, 2, <http://www.sciencedirect.com/upc.remotexs.xyz/science/article/pii/S2405844020301365>
- Baeza Serrato, R. (2016). REDUTEX: a hybrid push–pull production system approach for reliable delivery time in knitting SMEs. *Production Planning & Control*, 27(4), 263–279. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1120362>
- Imetieg, A. & Lutovac, M. (2015). Project scheduling method with time using MRP system - a case study: construction project in Libya. *European Journal of Applied Economics*. 12 (1), pp. 58-66. <http://web.a.ebscohost.com/upc.remotexs.xyz/ehost/detail/detail?vid=3&sid=621096b8-2e2c-4403-847d-1db68f636fbf%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=121392387&db=bsu>
- Manohar H M & S Appaiah (2017) Stabilization of FIFO system and Inventory Management. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 04 (6). pp. 5631. <http://web.b.ebscohost.com/upc.remotexs.xyz/ehost/detail/detail?vid=20&sid=20cd0358-6566-4c19-a60f-24a115ba3cce%40pdc-v-sessmgr05&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=141846199&db=egs>
- López, A.; González, I. & Sanz, A (2015) Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities. *Procedia Engineering*, 132, pp. 23-30. <http://www.sciencedirect.com/upc.remotexs.xyz/science/article/pii/S187770581504374X>
- Deuse, J.; Dombrowski, U.; Nöhring, F.; Mazarov, J. & Dix, Y. (2020) Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0. *International Journal of Engineering Business Management*. 12, pp. 1-9. <http://web.b.ebscohost.com/upc.remotexs.xyz/ehost/detail/detail?vid=4&sid=fe41c842-723d-48f1-92a6-cbd4f6279ab6%40pdc-v-sessmgr06&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=145322904&db=bsu>
- Ebrahimi, A.; Kia, R.; Komijan, & Alireza R. (2016). Solving a mathematical model integrating unequal-area facilities layout and part scheduling in a cellular manufacturing system by a genetic algorithm. *SpringerPlus*; 5 (1), pp. 1-29. <http://search.proquest.com/upc.remotexs.xyz/agriculturejournals/docview/1846964764/30A5EC9BAF954C67PQ/1?accountid=43860>

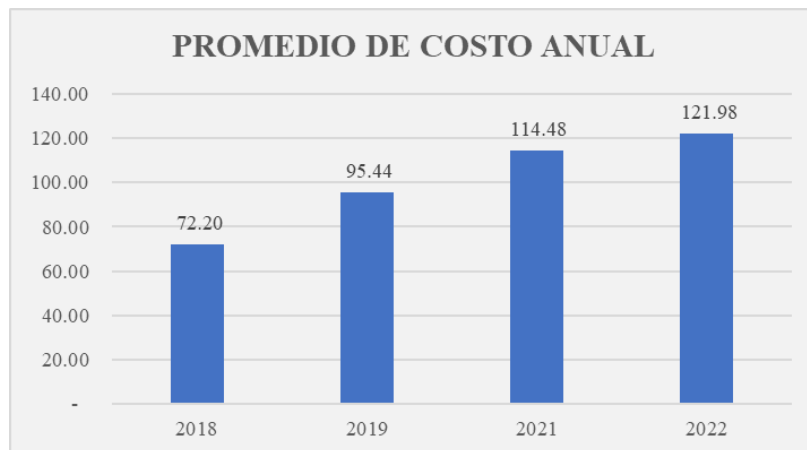
- Gračanina, D.; Ćirića, D.a; Lalića, B.; Ćurčića, J. & Tasića, N. (2019). The impact of lean improvements on cost-time profile. *Procedia Manufacturing*. 38, pp. 316-323. <http://www.sciencedirect.com.upc.remotexs.xyz/science/article/pii/S2351978920300421>
- Grondys, K. (2015) Issues of safety stock management of spare parts in industrial companies. *International Journal of Arts & Sciences*; 8, (4), pp. 553-559. <http://search.proquest.com.upc.remotexs.xyz/agriculturejournals/docview/1764368341/fulltextPDF/DE638894ABFD4CA2PQ/1?accountid=43860>
- Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study, *Procedia Engineering*, 41, pp. 1727-1734 <http://www.sciencedirect.com.upc.remotexs.xyz/science/article/pii/S1877705812027750>
- Red de ladrilleras (2018) *Estadísticas*. <http://www.redladrilleras.net/estadisticas/>
- Rao, G. V. Punna; Nallusamy, S.; Chakraborty, P. & Muralikrishna, S. (2020) Study on Productivity Improvement in Medium Scale Manufacturing Industry by Execution of Lean Tools. *International Journal of Engineering Research in Africa*; 48, pp. 193-207. <http://web.b.ebscohost.com.upc.remotexs.xyz/ehost/detail/detail?vid=12&sid=56876a99-6346-4b8a-913f-23a0fd86ceca%40pdc-v-sessmgr05&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=143628403&db=aps>
- Rosa, C.; Silvaa, F. J. G. & Pinto Ferreira, L.(2017) Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive industry. *Procedia Manufacturing*. 11 pp. 1035 – 1042.
- Rozman, Č.; Hühner, M.; Kolenko, M.; Tojnko, S.; & Unuk, T. (2015). Apple Variety Assessment with Analytical Hierarchy Process. *Erwerbs - Obstbau*; 57 (2), pp. 97-104. <http://search.proquest.com.upc.remotexs.xyz/agriculturejournals/docview/2259201228/6AA442089C704F43PQ/8?accountid=43860>
- Smith, M.; Hargroves, K.; Stasinopoulos y Stephens, R.; Desha, C.; & Hargroves, S. (2007). Energy Transformed: Sustainable Energy Solutions for Climate Change Mitigation Chapter 5 Part 5.2 Opportunities for Energy Efficiency in Manufacturing Industries.
- Sousa, S.; Rodrigues, N. & Nunes, E. (2017) Application of SPC and Quality Tools for Process Improvement. *Procedia Manufacturing*. 11, pp. 1215-1222. <http://www.sciencedirect.com.upc.remotexs.xyz/science/article/pii/S2351978917304559>
- Subhaa, R.; Jawahar, N. & Ponnambalam, S. (2019) An improved design for cellular manufacturing system associating scheduling decisions. *Sadhana*. 44 (7), pp. 1-15. <http://web.a.ebscohost.com.upc.remotexs.xyz/ehost/detail/detail?vid=23&sid=621096b8-2e2c-4403-847d-1db68f636fbf%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=137473165&db=asn>

Anexo(s)

Anexo 1: Productividad



Anexo 2: Promedio de costo anual



Anexo 3: DAP de preparación de mezcla

ACTUAL

LATERCER		LABOR FORTES FUERZA QUE UNE Y AYUDA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE MEZCLA							
CÓDIGO	LA BRC DE GUMHP-DG-2018-002 <th colspan="4">RESUMEN</th>			RESUMEN							
VERSIÓN	VI <th>ACTIVIDAD</th> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td>			ACTIVIDAD		CANTIDAD					
DIAGRAMA	N°1			Operación		6					
OBJETO	LADRILLO CERÁMICO			Inspección		1					
MÉTODO	ACTUAL			combinado		1					
LUGAR	UNIDAD DE NEGOCIO HUACHIPA			demora		1					
DESARROLLO	MIGUEL PINEDA			transporte		2					
REVISADO				Almacén		0					
APROBADO				TOTAL		11					
FECHA				OPERACION	INSPECCION	OPERACION COMBINADA	DEMORA	TRANSPORTE	ALMACÉN	TIEMPOS MIN	OBSERVACIONES
1	Revisa que la máquina este con combustible									6.00	
2	Enciende la maquinaria									5.00	
3	Maneja hasta el almacén de Materia Prima									7.00	
4	extrae la materia prima									2.00	
5	Maneja hasta la zona de mezcla									5.00	
6	revuelve la Materia Prima que extrajo									7.00	
7	Abastace a la tolva									8.00	
8	Espere de confirmación de extrusión									10.00	
9	Reverificar la consistencia del mezclado									3.00	
10	Conseguir mezclado									7.00	
11	Reabastecer a la tolva									8.00	
Total										68.00	

PROPUESTO

LATERCER		LABOR FORTES FUERZA QUE UNE Y AYUDA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE MEZCLA							
CÓDIGO	LATERCER-GUMHP-DG-2018-002 <th colspan="4">RESUMEN</th>			RESUMEN							
VERSIÓN	VI <th>ACTIVIDAD</th> <td></td> <td>CANTIDAD</td> <td></td>			ACTIVIDAD		CANTIDAD					
DIAGRAMA	N°1			Operación		4					
OBJETO	LADRILLO CERÁMICO			Inspección		0					
MÉTODO	ACTUAL			combinado		2					
LUGAR	UNIDAD DE NEGOCIO HUACHIPA			demora		0					
DESARROLLO	MIGUEL PINEDA			transporte		2					
REVISADO				Almacén		0					
APROBADO				TOTAL		8					
FECHA				OPERACION	INSPECCION	OPERACION COMBINADA	DEMORA	TRANSPORTE	ALMACÉN	TIEMPOS MIN	OBSERVACIONES
1	Encender y verificar que la maquinaria tenga combustible									8.00	
2	Programación de fórmula de mezcla a preparar									7.00	
3	Maneja hasta el almacén de MP									7.00	
4	extrae la materia prima									2.00	
5	Maneja hasta la zona de mezcla									5.00	
6	revuelve la MP que extrajo									7.00	
7	Abastace a la tolva									8.00	
Total										44.00	

Anexo 4: DAP de preparación de colocación de alambres

ACTUAL

LATERGER		FORTES		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESOS DE COLOCACION DE ALAMBRES							
LATERGER-GUMH-P-DG-2018-002		RESUMEN									
VERSION	VI	ACTIVIDAD				CANTIDAD					
OBJETO	LADRILLO CERAMICO	Operación									
METODO	ACTUAL	Inspeccion									
LUGAR	UNIDAD DE NEGOCIO HUACHIPA	combinado									
DESARROLI	MIGUEL PINEDA	demora									
REVISADO		transporte									
APROBADO		Almacén									
FECHA		TOTAL									
NUMERO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	OPERACION	INSPECCION	OPERACION COMBINADA	DEMORA	TRANSPORTE	ALMACEN	TIEMPOS M	OBSERVACIONES		
1	Revisar los restos de alambre roto		●					5.00			
2	Limpia r restos de alambre	●						6.00			
3	Verificar cantidad de restos a cortar		●					3.00			
4	Cortar alambres de rollo	●						11.00			
5	Sujetar alambres a la máquina	●						3.00			
6	Cortar excedentes del alambre	●						4.00			
7	Realizar prueba de sujeción del alambre	●						8.00			
8	Reajustar alambre a la máquina	●						4.00			
9	Restablecer producción	●						1.00			
Total								45.00			

PROPUESTO

LATERGER		FORTES		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESOS DE COLOCACION DE ALAMBRES							
LATERGER-GUMH-P-DG-2018-002		RESUMEN									
VERSION	VI	ACTIVIDAD				CANTIDAD					
OBJETO	LADRILLO CERAMICO	Operación									
METODO	ACTUAL	Inspeccion									
LUGAR	UNIDAD DE NEGOCIO HUACHIPA	combinado									
DESARROLI	MIGUEL PINEDA	demora									
REVISADO		transporte									
APROBADO		Almacén									
FECHA		TOTAL									
NUMERO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	OPERACION	INSPECCION	OPERACION COMBINADA	DEMORA	TRANSPORTE	ALMACEN	TIEMPOS M	OBSERVACIONES		
1	Medir alambres a Cortar (según especificación)	●						5.00			
2	Verificar cantidad de restos a cortar		●					3.00			
3	Cortar alambres de rollo	●						11.00			
4	Sujetar alambres a la máquina	●						3.00			
5	Realizar prueba de sujeción del alambre	●						8.00			
6	Restablecer producción	●						1.00			
Total								31.00			

Anexo 5: DAP de muestreo de calidad del producto

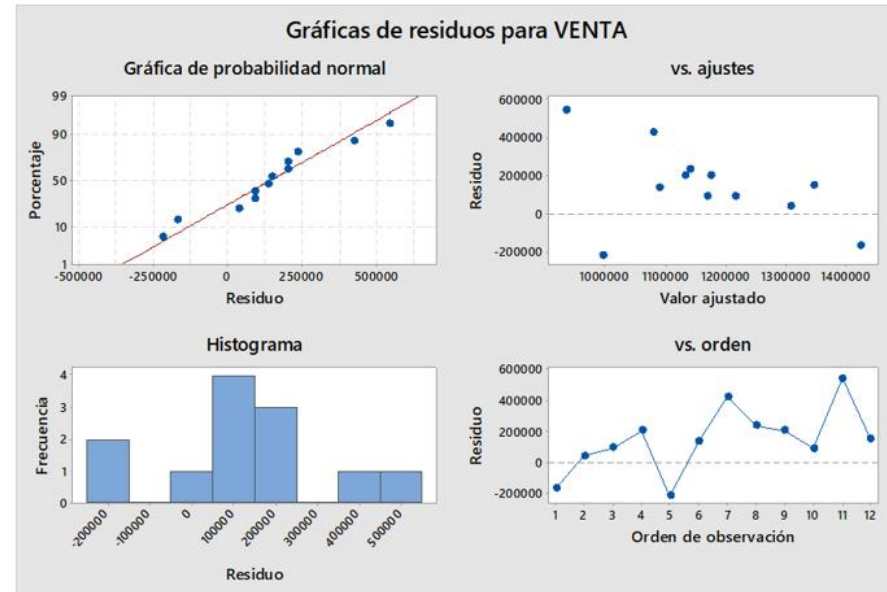
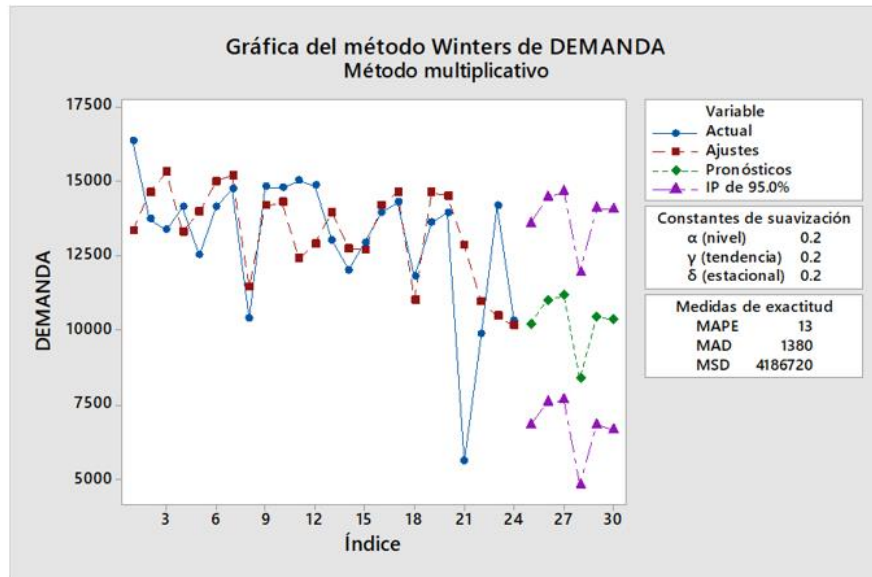
ACTUAL

LAVARCOER		FORTES		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE MUESTREO DE CALIDAD DE PRODUCTO					
CÓDIGO	LATERCER-GUMH-P-DG-2018-002	RESUMEN		ACTIVIDAD	CANTIDAD				
VERSION	V1			Operación	7				
DIAGRAMA	Nº 1			Inspección	16				
OBJETO	LADRILLO CERÁMICO			combinado	0				
METODO	ACTUAL			TOTAL	23				
LEGAR	UNIDAD DE NEGOCIO HUACHIPA								
FECHA									
Nº DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	MATERIA	TRANSPORTE	ALMACÉN	TIEMPO MIN	OBSERVACIONES
1	Toma de muestra de Materia prima							10.00	
2	Colocar la muestra en la termobalanza (medidor de humedad)							15.00	
3	Revisar que el porcentaje de humedad no mayor a 2%							7.00	
4	Revisión de mezcla en tolva							5.00	
5	Revisar la computadora de los alimentadores del molino							5.00	
6	revisar la frecuencia de la dosificación							5.00	
7	Revisar el nivel de la computadora de finos (tamizado)							7.00	
8	revisar la frecuencia de la dosificación							6.00	
9	Revisar la amasadora 1, los llaves de agua estén abiertas							7.00	
10	Toma de muestra de mezcla 1							10.00	
11	Colocar la muestra en la termobalanza (medidor de humedad)							15.00	
12	Revisar que el porcentaje de humedad este en 11%							6.00	
13	amasadora 2 momento revisar lubricación de aceite en la mezcla							5.00	
14	Amasadora 3 siteo, revisar la humectación de la mezcla							7.00	
15	Toma de muestra de mezcla 1							10.00	
16	Colocar la muestra en la termobalanza (medidor de humedad)							15.00	
17	Revisar que el porcentaje de humedad este en 11%							7.00	
18	Revisar la cámara de vacío, nivel de la cámara de vacío no este lleno, debajo del							6.00	
19	Revisar el HMI de la extrusora, la frecuencia del motor de la bomba(2), nivel de tanque agua(2) amperaje de cada una de las amasadoras (todos los motores)							5.00	
20	toma de muestra con penetrometro la dureza del material, no mayor a 3.5 kg/cm2							12.00	
21	Revisión de sellado de logos en el material							6.00	
22	Revisar la maquina robot kuka 1 presión de aire 3.5 bares							6.00	
23	Revisar la maquina robot kuka 2 presión de aire 4.5 bares							7.00	
24	Revisar la programación según material							6.00	
25	Revisar sensores estan funcionando							7.00	
26	Revisar que estén los alambres de manera correcta y templada							6.00	
27	Revisión de la curva de presión y humedad							5.00	
28	En cocción, se revisa la temperatura de la chimenea, el encendido de los quemadores, la revisión del pulso del vapor (3 pulsos)							5.00	
29	revisar la curva de temperatura 86.5 °c							5.00	
30	mantener la temperatura del seteo (set up)							5.00	
31	Temperatura de la zona enfriamiento (la curva este en el seteo, mantener)							6.00	
Total									229.00

PROPUESTO

LAVARCOER		FORTES		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE MUESTREO DE CALIDAD DE PRODUCTO					
CÓDIGO	LATERCER-GUMH-P-DG-2018-002	RESUMEN		ACTIVIDAD	CANTIDAD				
VERSION	V1			Operación	7				
DIAGRAMA	Nº 1			Inspección	16				
OBJETO	LADRILLO CERÁMICO			combinado	0				
METODO	ACTUAL			TOTAL	23				
LEGAR	UNIDAD DE NEGOCIO HUACHIPA								
DESARROLLO	MIGUEL PINEDA								
FECHA									
NUMERO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	OPERACIÓN COMBINADA	MATERIA	TRANSPORTE	ALMACÉN	TIEMPO MIN	OBSERVACIONES
1	Toma de muestra de Materia prima							10.00	
2	Colocar la muestra en la termobalanza (medidor de humedad)							15.00	
3	Revisar que el porcentaje de humedad no mayor a 2%							7.00	
4	Revisar la computadora de todos los alimentadores de molino							5.00	
5	revisar la frecuencia de la dosificación							5.00	
6	Revisar las llaves de agua estén abiertas							5.00	
7	Toma de muestra de mezcla 1							10.00	
8	Colocar la muestra en la termobalanza (medidor de humedad)							15.00	
9	Revisar que el porcentaje de humedad este en 11%							7.00	
10	amasadora 2 momento revisar lubricación de aceite en la mezcla							10.00	
11	Revisar la cámara de vacío, nivel de la cámara de vacío no este lleno, debajo del sensor							6.00	
12	Revisar el HMI de la extrusora, la frecuencia del motor de la bomba(2), nivel de tanque agua(2) amperaje de cada una de las amasadoras (todos los motores)							5.00	
13	Revisión de sellado de logos en el material							6.00	
14	Revisar la maquina robot kuka 1 presión de aire 3.5 bares							6.00	
15	Revisar la maquina robot kuka 2 presión de aire 4.5 bares							7.00	
16	Revisar la programación según material							6.00	
17	Revisar sensores estan funcionando							7.00	
18	Revisar que estén los alambres de manera correcta y templada							6.00	
19	Revisión de la curva de presión y humedad							5.00	
20	En cocción, se revisa la temperatura de la chimenea, el encendido de los quemadores, la revisión del pulso del vapor (3 pulsos)							5.00	
21	revisar la curva de temperatura 86.5 °c							5.00	
22	mantener la temperatura del seteo (set up)							5.00	
23	Temperatura de la zona enfriamiento (la curva este en el seteo, mantener)							6.00	
Total									164.00

Anexo 6: Método Winters



Anexo 7: Pronóstico de Venta

Año	MES	PERIODO	DEMANDA	PRODUCCIÓN REAL	PRONÓSTICO
2018	ENERO	1	16,370.36	15,403.18	13349.46
2018	FEBRERO	2	13,748.17	14,494.83	14637.61
2018	MARZO	3	13,382.61	17,194.60	15308.86
2018	ABRIL	4	14,141.05	16,759.92	13324.89
2018	MAYO	5	12,542.20	16,514.25	13976.98
2018	JUNIO	6	14,165.36	17,264.66	15008.83
2018	JULIO	7	14,743.04	16,086.89	15205.34
2018	AGOSTO	8	10,408.94	12,979.01	11457.72
2018	SETIEMBRE	9	14,828.32	17,142.32	14184.36
2018	OCTUBRE	10	14,782.20	15,669.17	14297.90
2018	NOVIEMBRE	11	15,035.48	16,745.80	12414.04
2018	DICIEMBRE	12	14,876.34	16,028.98	12910.99
2019	ENERO	13	13,031.17	15,518.44	13965.81
2019	FEBRERO	14	12,039.66	13,370.70	12747.05
2019	MARZO	15	12,959.05	15,068.22	12723.22
2019	ABRIL	16	13,959.61	15,075.03	14184.71
2019	MAYO	17	14,311.59	16,095.13	14652.56
2019	JUNIO	18	11,807.78	16,038.29	11028.46
2019	JULIO	19	13,611.81	15,528.77	14631.91
2019	AGOSTO	20	13,964.31	15,626.54	14530.55
2019	SETIEMBRE	21	5,628.05	9,389.87	12858.46
2019	OCTUBRE	22	9,891.61	10,586.87	10978.00
2019	NOVIEMBRE	23	14,183.26	13,231.73	10485.45
2019	DICIEMBRE	24	10,319.51	15,187.07	10170.04

Anexo 8: % Exceso de programación

AÑO	DEMANDA	PRODUCCIÓN REAL	PRONÓSTICO
2019	145,707	170,717	152,956
% Exceso De Programación	-	17.16%	4.97%

Anexo 9: Índice de rotación

AS-IS					Índice de rotación
	Inventario Inicial	Ingresos	Salidas	Inventario Final	
Materia Prima	S/ 5,247,631.00	S/ 3,691,037.00	S/ -	S/ 6,470,489.00	0.63
TO BE					Índice de rotación
	Inventario Inicial	Ingresos	Salidas	Inventario Final	
Materia Prima	S/ 1,981,680.00	S/ 2,990,065.93	S/ -	S/ 1,855,673.12	1.56

Anexo 10: Manual de Procedimiento Colocación de alambres

 Edición 01	PROCEDIMIENTO	CODIGO: LATERCER-GD-SGC-PR-2020-001
	COLOCACIÓN DE ALAMBRES	FECHA: 02/11/2020 PAGINA: 1 DE 16

1. PROCEDIMIENTO: COLOCACIÓN DE ALAMBRES

Código: LATERCER-SGC-PR-2020-001

Elaboración:	Revisión:
Nombre: Maryuri Delgado Sipion	Representante:
Fecha: 02/11/2020	Fecha:
Firmas:	Firmas:
Aprobación:	
Representante:	
Fecha:	
Firma:	

LATERCER-GD-SGC-PR-2020-001
Procedimiento para la colocación de alambres

 Edición 01	PROCEDIMIENTO	CODIGO: LATERCER-GD-SGC-PR-2020-001
	COLOCACIÓN DE ALAMBRES	FECHA: 02/11/2020 PAGINA: 2 DE 16

1. OBJETIVO:

El presente procedimiento de la colocación de alambres tiene como finalidad definir la estructura y los lineamientos de la actividad a realizar para el cambio del suministro para la continuación de la operación de la máquina y esta pueda seguir el proceso de la fabricación de ladrillos, posibilitando así la estandarización de su presentación, facilitando su comprensión a todo nivel de la organización.

2. FUNCION PRINCIPAL:

El operario tiene como función de realizar de manera adecuada la colocación de los alambres, para que esta no genere paradas de las maquinarias al realizar un alto nivel de cambio del suministro.

3. DESCRIPCION DE FUNCIONES:

- Medir alambres a Cortar (según especificación)
- Verificar cantidad de retazos a cortar
- Cortar alambres de rollo
- Sujetar alambres a la máquina
- Realizar prueba de sujeción del alambre
- Restablecer producción

4. RESPONSABILIDAD DE SUPERVISION:

- Gerente del área de formado
- Jefe de Turno del área de Formado

LATERCER-GD-SGC-PR-2020-001
Procedimiento para la colocación de alambres

Anexo 11: Manual procedimiento Mezcla de Materia Prima

 Edición 01	PROCEDIMIENTO	CODIGO: LATERCER-GD-SGC-PR-2020-003
	PREPARACION DE MECLA MATERIA PRIMA	FECHA: 02/11/2020 PAGINA: 1 DE 16

1. PROCEDIMIENTO: PREPARACION DE MECLA MATERIA PRIMA

Código: LATERCER-SGC-PR-2020-003

Elaboración:	Revisión:
Nombre: Maryuri Delgado Sipion	Representante:
Fecha: 02/11/2020	Fecha:
Firmas:	Firmas:
Aprobación:	
Representante:	
Fecha:	
Firma:	

LATERCER-GD-SGC-PR-2020-003
Procedimiento para la preparación de Mezcla de materia prima
Edición 01 – 02/11/2020

 Edición 01	PROCEDIMIENTO	CODIGO: LATERCER-GD-SGC-PR-2020-003
	PREPARACION DE MECLA MATERIA PRIMA	FECHA: 02/11/2020 PAGINA: 2 DE 16

1. OBJETIVO:

El presente procedimiento de preparación de mezcla de materia prima tiene como finalidad definir la estructura y los lineamientos de la actividad a realizar para el inicio del comienzo del proceso productivo de la fabricación de ladrillos, posibilitando así la estandarización de su presentación, facilitando su comprensión a todo nivel de la organización.

2. FUNCION PRINCIPAL:

El operario tiene como función de realizar de manera adecuada el mezclado de materia prima, evitando así los problemas que puedan presentarse en la producción de los ladrillos cerámicos.

3. DESCRIPCION DE FUNCIONES:

- Encender y verificar que la máquina este encendida
- Programación de formula de mezcla a preparar
- Maneja hasta el almacén de materia prima
- Extrae la materia prima
- Revuelve la materia prima que extrajo
- Abastece a la tolva
-

4. RESPONSABILIDAD DE SUPERVISION:

- Gerente del área de formado
- Jefe de Turno del área de Formado

LATERCER-GD-SGC-PR-2020-003
Procedimiento para la preparación de Mezcla de materia prima
Edición 01 – 02/11/2020

Anexo 12: Manual de Procedimiento Muestreo y control de calidad

 Edición 01	PROCEDIMIENTO	CODIGO: LATERCER-GD-SGC-PR-2020-002
	MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD	FECHA: 02/11/2020
		PAGINA: 1 DE 16

 Edición 01	PROCEDIMIENTO	CODIGO: LATERCER-GD-SGC-PR-2020-002
	MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD	FECHA: 02/11/2020
		PAGINA: 2 DE 16

1. PROCEDIMIENTO: MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD

Código: LATERCER-SGC-PR-2020-002

Elaboración:	Revisión:
Nombre: Maryuri Delgado Sipion	Representante:
Fecha: 02/11/2020	Fecha:
Firmas:	Firmas:
Representante:	Aprobación:
Fecha:	
Firma:	

LATERCER-GD-SGC-PR-2020-002
 Procedimiento para el muestreo y control de calidad
 Edición 01 – 02/11/2020

1. OBJETIVO:

El presente procedimiento del muestreo y control de calidad tiene como finalidad definir la estructura y los lineamientos de la actividad a realizar para asegurar la calidad, resistencia y presencia de los ladrillos cerámicos, posibilitando así la estandarización de su presentación, facilitando su comprensión a todo nivel de la organización.

2. FUNCION PRINCIPAL:

El operario tiene como función de realizar de manera adecuada el muestreo y control de calidad, para que esta tenga los resultados esperados para su distribución.

3. DESCRIPCION DE FUNCIONES:

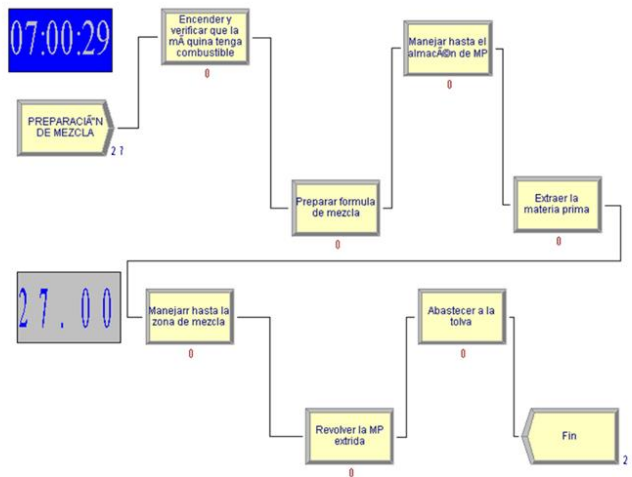
- Toma de muestras en las diferentes estaciones de trabajo ya consignadas.
- Revisión del funcionamiento correcto de las maquinarias
- Revisión de las tolvas y molinos de finos
- Revisión de temperatura del horno
- Aseguramiento del funcionamiento de los sensores.

4. RESPONSABILIDAD DE SUPERVISION:

- Gerente de aseguramiento y calidad
- Jefe de Turno del área de Formado

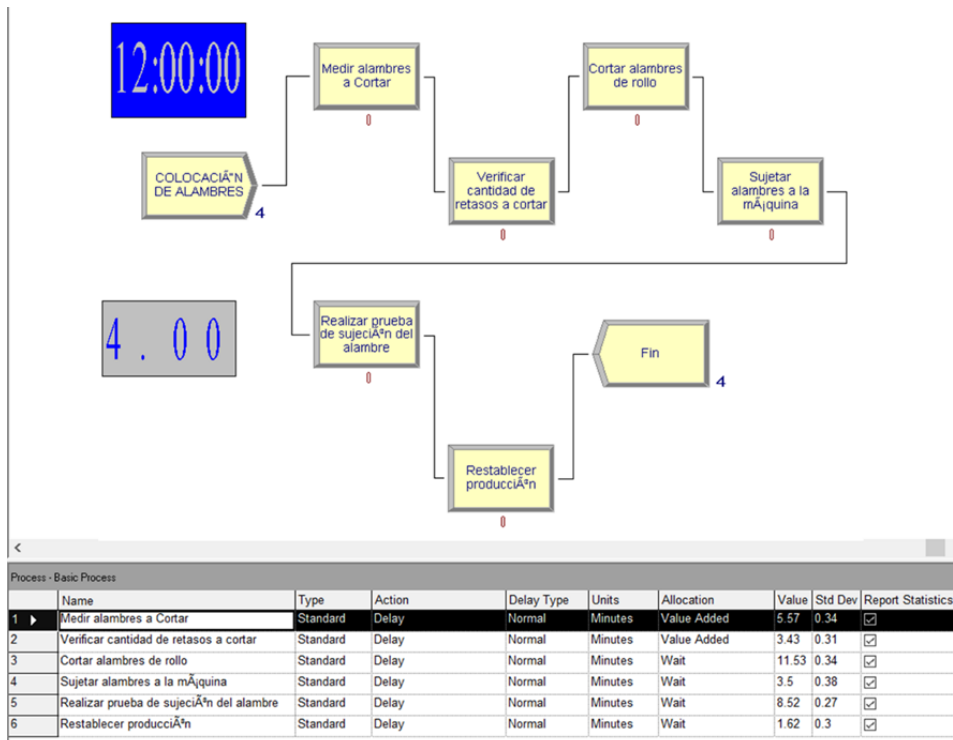
LATERCER-GD-SGC-PR-2020-002
 Procedimiento para el muestreo y control de calidad
 Edición 01 – 02/11/2020

Anexo 13: Tobe Simulación de Preparación de Mezcla



Process - Basic Process									
	Name	Type	Action	Delay Type	Units	Allocation	Value	Std Dev	Report Statistics
1	Encender y verificar que la mA quina tenga combustible	Standard	Delay	Normal	Minutes	Value Added	8.46	0.25	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Preparar formula de mezcla	Standard	Delay	Normal	Minutes	Value Added	7.56	0.28	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Manejar hasta el almacén de MP	Standard	Delay	Normal	Minutes	Wait	7.27	0.25	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Extraer la materia prima	Standard	Delay	Normal	Minutes	Wait	2.65	0.33	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Manejarr hasta la zona de mezcla	Standard	Delay	Normal	Minutes	Wait	5.63	0.31	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Revolver la MP extrida	Standard	Delay	Normal	Minutes	Wait	7.51	0.29	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Abastecer a la tolva	Standard	Delay	Normal	Minutes	Wait	8.53	0.35	<input checked="" type="checkbox"/>

Anexo 14: To be Simulación de colocación de alambre



Anexo 15 Tobe Simulación de Proceso de muestreo de calidad

