



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CERÁMICOS
LAMBAYEQUE S.A.C. CHICLAYO 2017**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autores:

**Racchumí Villegas Juan Manuel
Ramos Montenegro Treisy Anabel**

Asesor:

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

Línea de Investigación:

Ingeniería de procesos productivos

Pimentel – Perú

Año 2018

PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CERÁMICOS LAMBAYEQUE S.A.C. CHICLAYO 2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto

Presidente del jurado de tesis

Mg. Supo Rojas Dante Godofredo

Secretario del jurado de tesis

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

Vocal del jurado de tesis

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada en primer lugar a Dios quien guía mi camino día a día, a mis padres por ser pacientes y apoyarme en cada paso que doy en mi vida profesional, a mis hermanos quienes con su experiencia me ayudaron a seguir adelante frente a los obstáculos que se presentaban.

Racchumí Villegas, Juan Manuel

Esta investigación está dedicada primeramente a Dios, a mis padres, hermanos, porque siempre estuvieron a mi lado apoyándome día a día, motivándome a seguir adelante y superarme, mi éxito será dedicado a ellos.

Ramos Montenegro, Treisy Anabel

Agradecimiento

Un sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación de esta investigación.

Un reconocimiento especial a nuestros guías de tesis el Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto y el Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto, a ambos por compartir sus conocimientos para la realización de este trabajo.

Racchumí Villegas, Juan Manuel

Agradezco a Dios por permitirme estar con vida y poder llevar acabo mi tesis, también agradezco a mis padres por su apoyo incondicional tanto económicamente y moralmente. A los ingenieros por sus conocimientos brindados durante toda la carrera en especial a mi asesor metodológico Manuel Vásquez Coronado por su apoyo constante en la carrera y en el desarrollo de la tesis y por los conocimientos brindados.

Ramos Montenegro, Treisy Anabel

PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CERÁMICOS LAMBAYEQUE S.A.C. CHICLAYO 2017

PLANNING AND CONTROL OF PRODUCTION TO IMPROVE PRODUCTIVITY IN THE COMPANY CERÁMICOS LAMBAYEQUE S.A.C. CHICLAYO 2017

Racchumí Villegas Juan Manuel¹

Ramos Montenegro Treisy Anabel²

Resumen

El presente trabajo de investigación se ha realizado en la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C.; la cual se encuentra ubicada en el Km. 777 de la Panamericana norte en Lambayeque; se dedica a la producción de ladrillos en 6 presentaciones distintas. Su línea de producción está afectada por la gran cantidad de mermas que se ocasiona al momento de realizar la carga y descarga del mismo producto en proceso, por lo tanto, no se logra producir lo que realmente debe ser, como claro ejemplo tenemos al producto pandereta que puede llegar a producir 210 millares de ladrillos diarios, pero solo produce en promedio 197 millares diarios. El tipo de ladrillo King Kong estándar se podría producir hasta 189 millares diarios, pero solo se produce en promedio 177 millares diarios. Además, el número de trabajadores en el área de formado es muy inestable debido a las frecuentes faltas injustificadas y personal poco motivado. Por estas razones se propone planificar y controlar la producción con herramientas y técnicas necesarias para superar dicha problemática y mejorar la productividad.

La aplicación de investigación, podría incrementar la productividad de 0.98 a 1.04; se propone que 5 operarios pasen a realizar la carga de producto en proceso, de este modo pueda también disminuir las mermas ya que se realizaría un trabajo más ligero con más personas a la hora de trasladar el producto en proceso hacia otra área.

Con la realización de esta propuesta se obtiene un beneficio – costo de 1.49 lo cual se puede decir que por cada S/. 1.00 que la empresa invierte se obtiene como ganancia S/. 0.49.

Palabras claves: mantenimiento, planificar, controlar, mermas, productividad.

¹ Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: viracchumiju@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9531-7902>

² Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: rmontenegrotrei@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6410-2872>

Abstract

The present research work has been carried out in the company Cerámicos Lambayeque S.A.C .; which is located at Km. 777 of the Panamericana Norte in Lambayeque; is engaged in the production of bricks in 6 different presentations. Its production line is affected by the large amount of waste that is caused when carrying out the loading and unloading of the same product in process, therefore, it is not possible to produce what it really should be, as a clear example we have the product tambourine that can produce 210 thousand bricks per day, but only produces an average of 197 thousands daily. The standard King Kong brick type could be produced up to 189 thousands daily, but only an average of 177 thousand daily are produced. In addition, the number of workers in the training area is very unstable due to frequent unjustified absences and poorly motivated personnel. For these reasons it is proposed to plan and control production with tools and techniques necessary to overcome this problem and improve productivity.

The research application could increase productivity from 0.98 to 1.04; It is proposed that 5 workers go to load the product in process, in this way can also reduce the losses because it would perform a lighter job with more people at the time of moving the product in process to another area.

With the realization of this proposal you get a benefit - cost of 1.49 which can be said that for every S/. 1.00 that the company invests is obtained as profit S/. 0.49.

Keywords: *maintenance, planning, control, waste, productivity.*

ÍNDICE

Resumen	5
Abstract	6
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Trabajos previos	15
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.3.1. Productividad	17
1.3.2. Planificación y control de la producción	20
1.4. Formulación del problema	34
1.5. Justificación e importancia del estudio	34
1.6. Hipótesis	34
1.7. Objetivos	34
1.7.1. Objetivo general	34
1.7.2. Objetivos específicos	35
II. MATERIAL Y MÉTODO	36
2.1. Tipo y diseño de investigación	37
2.2. Población y muestra	37
2.3. Variables y operacionalización	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	40
2.5. Procedimientos de análisis de datos	40
2.6. Aspectos éticos	40
2.7. Criterios de rigor científico	41
III. RESULTADOS	42
3.1. Diagnóstico de la empresa	43
3.1.1. Información general	43

3.1.2.	Descripción del proceso productivo o de servicio	44
3.1.3.	Análisis de la problemática	51
3.1.4.	Situación actual de la variable dependiente	57
3.2.	Propuesta de Investigación	61
3.2.1.	Fundamentación	61
3.2.2.	Objetivos de la propuesta	61
3.2.3.	Desarrollo de la propuesta	62
3.2.4.	Productividad de la propuesta	127
3.2.5.	Beneficio-Costo	131
3.3.	Discusión de resultados	132
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
4.1.	Conclusiones	134
4.2.	Recomendaciones	134
	REFERENCIAS	135
	ANEXOS	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable dependiente	38
Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente	39
Tabla 3 Diagrama de análisis de proceso	47
Tabla 4 Descuento de mermas a la producción de pandereta	51
Tabla 5 Descuento de mermas de producción del King Kong Estándar	51
Tabla 6 Descuento de mermas de producción del King Kong Tipo IV	52
Tabla 7 Descuento de mermas de producción del Techo 12	52
Tabla 8 Descuento de mermas de producción del techo 15	52
Tabla 9 Descuento de mermas de producción del Súper King Kong	53
Tabla 10 Ventas del año 2015-2016	54
Tabla 11 Ventas del año 2015-2016	55
Tabla 12 Porcentajes de Ventas	56
Tabla 13 Producción pandereta	58
Tabla 14 Producción King Kong estándar	59
Tabla 15 Promedio móvil simple de Pandereta año 2015-a	62
Tabla 16 Promedio móvil simple de Pandereta año 2016-a	63
Tabla 17 Promedio móvil simple de Pandereta año 2015-b	64
Tabla 18 Promedio móvil simple de Pandereta año 2016-b	65
Tabla 19 Promedio móvil simple de Pandereta año 2015-c	66
Tabla 20 Promedio móvil simple de Pandereta año 2016-c	67
Tabla 21 Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2015-a	68
Tabla 22 Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2016-a	69
Tabla 23 Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2015-b	70
Tabla 24 Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2016-b	71
Tabla 25 Suavización exponencial de Pandereta año 2015-a	72
Tabla 26 Suavización exponencial de Pandereta año 2016-a	73
Tabla 27 Suavización exponencial de Pandereta año 2015-b	74
Tabla 28 Suavización exponencial de Pandereta año 2016-b	75
Tabla 29 Suavización exponencial de Pandereta año 2015-c	76
Tabla 30 Suavización exponencial de Pandereta año 2016-c	77
Tabla 31 Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2015-a	78
Tabla 32 Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2016-a	79

Tabla 33	Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2015-b	80
Tabla 34	Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2016-b	81
Tabla 35	Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2015-c	82
Tabla 36	Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2016-c	83
Tabla 37	Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2015-a	84
Tabla 38	Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2016-a	85
Tabla 39	Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2015-b	86
Tabla 40	Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2016-b	87
Tabla 41	Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2015-a	88
Tabla 42	Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2016-a	89
Tabla 43	Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2015-b	90
Tabla 44	Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2016-b	91
Tabla 45	Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2015-c	92
Tabla 46	Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2016-c	93
Tabla 47	Resumen promedio móvil simple	94
Tabla 48	Resumen promedio móvil ponderado	94
Tabla 49	Resumen suavización exponencial	94
Tabla 50	Pronósticos de Pandereta año 2017	96
Tabla 51	Pronósticos de Estándar año 2017	96
Tabla 52	Demanda pronosticada de Pandereta	97
Tabla 53	Estrategia Caza variando la fuerza laboral	98
Tabla 54	Costo de la primer estrategia de Pandereta	99
Tabla 55	Estrategia Caza con el mismo número de trabajadores	101
Tabla 56	Costo de la segunda estrategia de Pandereta	102
Tabla 57	Estrategia caza de producción estable	103
Tabla 58	Costo de la tercera estrategia de Pandereta	104
Tabla 59	Demanda pronosticada de King Kong Estándar	104
Tabla 60	Estrategia Caza variando la fuerza laboral	105
Tabla 61	Costo de la primera estrategia King Kong Estándar	106
Tabla 62	Estrategia Caza con el mismo número de trabajadores	108
Tabla 63	Costo de la segunda estrategia de King Kong Estándar	109
Tabla 64	Estrategia caza sin inventario inicial	110
Tabla 65	Costo de la tercera estrategia King Kong Estándar	111

Tabla 66	Costos totales de las estrategias	111
Tabla 67	Plan maestro de Pandereta 2017-a	113
Tabla 68	Plan maestro de Pandereta 2017-b	113
Tabla 69	Plan maestro de Pandereta 2017-c	114
Tabla 70	Plan maestro de King Kong Estándar 2017-a	114
Tabla 71	Plan maestro de King Kong Estándar 2017-b	115
Tabla 72	Plan maestro de King Kong Estándar 2017-c	115
Tabla 73	Desviación estándar pandereta	116
Tabla 74	Desviación estándar King Kong estándar	117
Tabla 75	Demanda del segundo semestre de Pandereta	118
Tabla 76	Demanda del segundo semestre de King Kong Estándar	119
Tabla 77	Toneladas de materia prima por tipo de ladrillo	120
Tabla 78	Porcentajes de materia prima de Pandereta	121
Tabla 79	Porcentajes de materia prima de King Kong Estándar	121
Tabla 80	Totales de toneladas en materia prima	121
Tabla 81	Plazos de entrega de los materiales	122
Tabla 82	MRP	123
Tabla 83	Total de demanda después de la propuesta	127
Tabla 84	Personal en la empresa	127
Tabla 85	Producción pandereta	128
Tabla 86	Producción King Kong estándar	128
Tabla 87	Productividad mensual	129
Tabla 88	Producción con la propuesta	130
Tabla 89	Productividad mensual con la propuesta	130
Tabla 90	Beneficio de la propuesta	131
Tabla 91	Costo de la propuesta	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de planeación empresarial.	21
Figura 2: Relación de pronóstico, producción e inventarios.	22
Figura 3: Proceso de planificación, programación y control de producción.	23
Figura 4: Sistema de pronóstico.	25
Figura 5: Representación del control de calidad de productos.	30
Figura 6: Representación del control de calidad del proceso.	31
Figura 7: Entradas y salidas del MRP.	31
Figura 8: Ejemplo de BOM con tijeras.	32
Figura 9: Organigrama de la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C.	43
Figura 10: Diagrama de operaciones	46
Figura 11: Pandereta	48
Figura 12: King Kong Estándar	49
Figura 13: King Kong Tipo IV	49
Figura 14: Techo 12	49
Figura 15: Techo 15	50
Figura 16: Súper King Kong	50
Figura 17: Diagrama de Pareto de los tipos de ladrillo	56
Figura 18: Diagrama de Ishikawa	60
Figura 19: Pronóstico de Pandereta	95
Figura 20: Pronóstico de King Kong Estándar	95
Figura 21: Lista de materiales de Pandereta	119
Figura 22: Lista de materiales de King Kong Estándar	120
Figura 23: Modelo de control en producción	125
Figura 24: Modelo de control en recursos de materia prima	126
Figura 25: Productividad	129
Figura 26: Productividad con la propuesta	130
Figura 27: Salida del producto en proceso en formado	140
Figura 28: Carga de producto en proceso	140
Figura 29: Descarga del producto en proceso en pampa	140
Figura 30: Producto secando en pampa	140

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En un artículo realizado por Miranda y Toirac (2010) mencionan que muchas de las industrias nacionales de República Dominicana desconocen los indicadores clave que inciden en su desarrollo, tales como, valor agregado y productividad del trabajo y del capital. Las empresas dominicanas no han logrado alcanzar niveles significativos de presencia internacional, se ha limitado su crecimiento por lo que estas empresas requieren de grandes esfuerzos para mantenerse en el mercado internacional.

El trabajador es parte fundamental de una empresa por lo cual como menciona el artículo realizado por Cuesta (2008) que en Cuba el poco conocimiento de los trabajadores en la realización de distintos trabajos hace que la empresa tenga un índice de productividad bajo ante las demás empresas.

En el estudio realizado en Catalunya se informa que en la década de los veinte, la empresa Ford Motor dejó de ser la empresa líder en el sector automovilístico estadounidense por dos motivos fundamentales; por la feroz competencia que encontró en la otra empresa gigante del sector, la General Motor; y por su lentitud de reflejos a la hora de adoptar la práctica, común en las otras compañías de lanzar nuevos modelos cada año, lo que causó que Ford se vea como un modelo obsoleto. Su baja productividad y gran descenso en ventas obligaron a Ford suspender la producción del modelo Ford T. (Pérez, 2011).

En una entrevista de la periodista Guardia (2016) hacia el director de Manpower Group Perú Lizárraga explica que la falta de personal adecuado en una organización hace que se tenga una merma entre 10% a 15% de su productividad. Menciona también que la escasez de gerentes no es por sectores productivos sino por competencias, ya que ahora se requieren profesionales con habilidades blandas, es decir, con capacidad para trabajar en equipo y liderarlo, con inteligencia emocional.

Ruiz, Palomino, Zambrano y Llap (2006) afirman que el problema de una baja productividad en San Martín de Porres se debe a enfermedades o problemas por las que esté

pasando el trabajador, esto afecta directamente a la productividad ya que su rendimiento en el trabajo que realice sería menos eficiente de lo normal.

Hoy en día la productividad es un tema que preocupa a todas las empresas de Lambayeque ya que en muchas de sus áreas presentan problemas que afectan directa o indirectamente a otra que se relacionan entre sí, en el área productiva se producen muchos desperdicios, lo que ocasionan mermas, tiempos improductivos, sobreproducción, parada de máquinas, además de la ineficiencia de los operarios debido a que no están capacitados correctamente.

Cerámicos Lambayeque S.A.C. en la que se realizó la siguiente investigación, es una empresa lambayecana dedicada a la fabricación y comercialización de ladrillos. Como muchas empresas de este sector, presenta problemas en el proceso productivo, tales como parada de máquinas por falta de mantenimiento, lo que ocasiona tiempos muertos, así como también hace que no se cumpla con algunos pedidos a tiempo; la falta de personal y el poco cuidado que se tiene en el traslado de productos en proceso hace que exista mermas y la productividad por lo tanto es baja. Esto representa un gran problema ya que no sólo es producto terminado con fallas, sino también equivale a gran cantidad de dinero perdido.

1.2. Trabajos previos

Los autores Arévalo y Sánchez (2012) en su investigación realizada en Bogotá, titulada “Diseño de un sistema de planeación, programación y control de la producción para la empresa, plásticos Silvatrim de Colombia S.A.” tuvieron como objetivo diseñar un sistema de planeación y control de la producción de la empresa, identificando todas y cada una de las variables implicadas en el proceso productivo. La metodología que usaron fue información del sector productivo de plásticos, recopilación de datos técnicos de la planta de producción, análisis de operaciones y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción adaptable de manera genérica a las empresas dedicadas a la actividad objeto de estudio. Teniendo como resultados la mejora y crecimiento constante del proceso productivo.

El estudio “Propuesta de un sistema de planeación y control de la producción en la empresa de calzado MACH” realizada por Cusco (2013), en el país de Ecuador tiene como

objetivo proponer un sistema de planeación y control de la producción con el beneficio de llevar a un desarrollo sostenible en el tiempo. Utilizó una observación estructurada, un estudio de campo y un tratamiento de los datos, se realizaron formatos para la toma de tiempos, diagramas padre-hijo y hojas de ruta de los productos analizados. Tuvo como resultados un orden de los datos, consiguiendo información importante, se determinó el comportamiento de la demanda, una estructura de plan agregado, plan maestro, identificación de la capacidad de la planta y como realizar un control de la planta.

Lamas (2015) hizo una investigación en Lima con el título “propuesta para mejorar la planificación y control de la producción en una empresa de confección textil”, donde menciona que debido al entorno competitivo tiene como objetivo reducir o eliminar el porcentaje de pedidos retrasados en su entrega y el tiempo promedio de demora. Utilizó el método para toma de tiempos como resultado se tuvo una mayor eficiencia en la determinación de la cantidad de máquinas/operarios y la entrega justo a tiempo.

Los autores Pacheco y Mozo (2016) en su investigación realizada en Trujillo, titulada “propuesta de mejora del sistema de planificación y control de la producción mensual de azúcar de la empresa Cartavio S.A.A.” tuvieron como objetivo una mejora en la elaboración del plan mensual de producción de azúcar y plan mensual de requerimiento de insumos, materiales y embalajes para la producción. El método que se empleó fue un plan de requerimiento de materiales (MRP) dando como resultado la mejora de la proyección mensual y mejora del porcentaje de cumplimiento de estos planes lo cual influyó en la toma de decisiones asertivas.

Moya (2014) hizo una investigación en Chiclayo con el título “Planificación y control de la producción para incrementar la productividad en la empresa del norte Lambayeque”, tuvo como objetivo el diagnóstico de los actuales problemas de producción. Diseñó un sistema de planificación y control de la producción, para mejorar la productividad, la eficiencia en los procesos de elaboración, para desarrollarse en el tiempo adecuado además que se planificó el uso eficiente de la materia prima y el oportuno control de los procesos.

Con el título de: “Planificación y control de la producción para aumentar la productividad en la empresa de productos de limpieza KRYZZAL”, realizada por Romero

(2016) tuvo como objetivo determinar las cantidades a producir, los retrasos de llegada de materia prima. Como método planifica y controla la producción. Teniendo como resultados una mejora de la productividad laboral la cual aumentó de 38 a 46 unidades/hora-hombre en la producción de lejía de 500g así mismo el cuello de botella en la lejía de 1kg disminuyó de 2,99 min a 2,57 min por producto, además con la inversión y las ganancias se obtuvo un costo beneficio de S/. 2,45.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Productividad

Definición

Como mencionan los autores Domínguez y Choque (2015) la productividad es el uso eficiente de los recursos o también entendido como hacer más productos con menos insumos.

“Productividad es la relación entre cierta producción y ciertos insumos. Productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se ha combinado y utilizado los recursos”. (Lefcovich, 2009, p.6).

Jiménez, Castro y Brenes (2009) mencionan que la productividad mide el rendimiento de trabajo de las máquinas, operarios y materiales, con relación de la producción total entre todos los insumos que son utilizados.

Importancia de incrementar la productividad

Bain (1985) afirma que la realización de la productividad en el ámbito laboral puede llegar a la optimización de todos los recursos empleados para la producción.

Tipos de productividad

La definición de la productividad puede llegar a ser distinta para cada profesional, por lo cual los autores Domínguez y Choque (2015) plantean la definición de los tipos de productividad las cuales son:

a) Productividad parcial: es la relación de la cantidad de producto terminado entre un solo insumo utilizado el cual puede ser mano de obra, materia prima u otros.

b) Producto o factor total: es la producción neta o total menos los servicios como mano de obra y capital.

c) Productividad total: es la relación de la producción total entre la suma de todos los insumos utilizados para la obtención de los productos terminados.

Recursos disponibles en la productividad

Para el cálculo de la productividad es necesario conocer lo que interviene para la creación de un producto, para lo cual los autores Domínguez y Choque (2015) afirman lo siguiente:

a) Materiales: entre los materiales que intervienen para la fabricación de un producto se encuentran:

- **Materias primas:** elemento necesario que interviene directamente en la producción y puede decirse que se transforma para brindar un producto final.

- **Insumos:** elemento que al igual que la materia prima también interviene directamente con la realización de un producto final, solo que no es visible fácilmente, estos pueden ser energía eléctrica, agua u otros.

- **Materiales indirectos:** no son parte del producto final, pero son requeridos para complementar el objetivo en un producto.

b) Mano de obra: es la fuerza laboral que se requiere para la creación de un producto y generar valor agregado al mismo, son quienes hacen el trabajo de transformar la materia prima, la mano de obra se puede clasificar como directa e indirecta.

c) Capital: son los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso de fabricación de un producto, estos pueden ser la inversión, edificios, capital de operaciones, etc.

d) Tecnología o capacidad empresarial: es el factor que genera el proceso productivo, donde se implantan distintas funciones para generar el producto final.

Medida de la productividad

Jiménez, Castro y Brenes (2009) afirman que la productividad se define como la relación entre insumos y producción, en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad

de producto. Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera, taller o que fabrique un conjunto homogéneo de productos. Para el cálculo de la productividad consideran la siguiente fórmula.

$$Productividad = \frac{\text{número de unidades producidas}}{\text{insumos empleados}}$$

La productividad de múltiples factores también se le conoce como productividad de factor total según la información de Heizer & Render (2009), incluye todos los insumos o entradas como se muestra a continuación:

$$Productividad = \frac{\text{salidas}}{\text{mano de obra} + \text{material} + \text{energía} + \text{capital} + \text{otros}}$$

Medidas parciales de productividad

Horngren, Foster & Datar (2007) mencionan a la productividad de una manera individual, lo que permite conocer la relación que tiene la producción con cada insumo utilizado, la productividad como razón se muestra a continuación:

$$Productividad\ parcial = \frac{\text{cantidad de producción elaborada}}{\text{cantidad de insumo usado}}$$

Eficiencia real de producción

En la industria actual es imprescindible contar con una herramienta para determinar en relación al producto generado o servicio ofrecido, el rendimiento obtenido de los equipos durante el proceso productivo, la afectación positiva o negativa a la disponibilidad de los equipos, entidades o elementos que intervienen en el proceso y finalmente evalúan el nivel de satisfacción del cliente. (Montero, Días, Guevara, Cepeda, Barrera, 2013, p.26).

Para un mejor entendimiento matemático de la eficiencia real los autores describen cada factor que la compone de la siguiente manera:

a) Disponibilidad de planta: “se define en términos matemáticos como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente en un periodo de tiempo

establecido. La disponibilidad depende de la confiabilidad y la mantenibilidad”. (Montero et al., 2013, p.31).

$$\%Disponibilidad = \frac{\text{tiempo de trabajo programado} - \text{paradas}}{\text{tiempo de trabajo programado}}$$

b) Rendimiento de equipos: “el rendimiento refleja la producción de la máquina, comparado con lo que teóricamente podría haber producido (es decir, la producción que se debería obtener si la máquina funcionara a la velocidad máxima teórica durante el tiempo de funcionamiento actual”. (Montero et al., 2013, p.31).

$$\%Rendimiento \text{ de equipos} = \frac{\text{rendimiento nominal}}{\text{rendimiento real}} \times 100$$

c) Calidad de proceso: “el indicador de calidad refleja los productos buenos que se han obtenido, comparado con el total de productos que se han fabricado”. (Montero et al., 2013, p.31).

$$\%calidad \text{ de proceso} = \frac{\text{cantidad de unid. conformes}}{\text{cantidad de unid. totales producidas o extraídas}} \times 100$$

1.3.2. Planificación y control de la producción

Definición de planificación

De una manera simple como mencionan los autores Domínguez y Choque (2015) afirman que la planificación es la previsión de los requerimientos necesarios para generar un producto o servicio.

Según lo mencionado por Pinto (2012) en el blog Electro industria afirma que la planificación es organizar los distintos insumos empleados para la producción, y así obtener un mejor resultado en tiempo y costo.

“La planeación puede definirse como un proceso anticipatorio para destinar recursos (dinero, máquinas, personas y tiempo) para el logro de fines determinados”. (Castro, 2009, p.20).

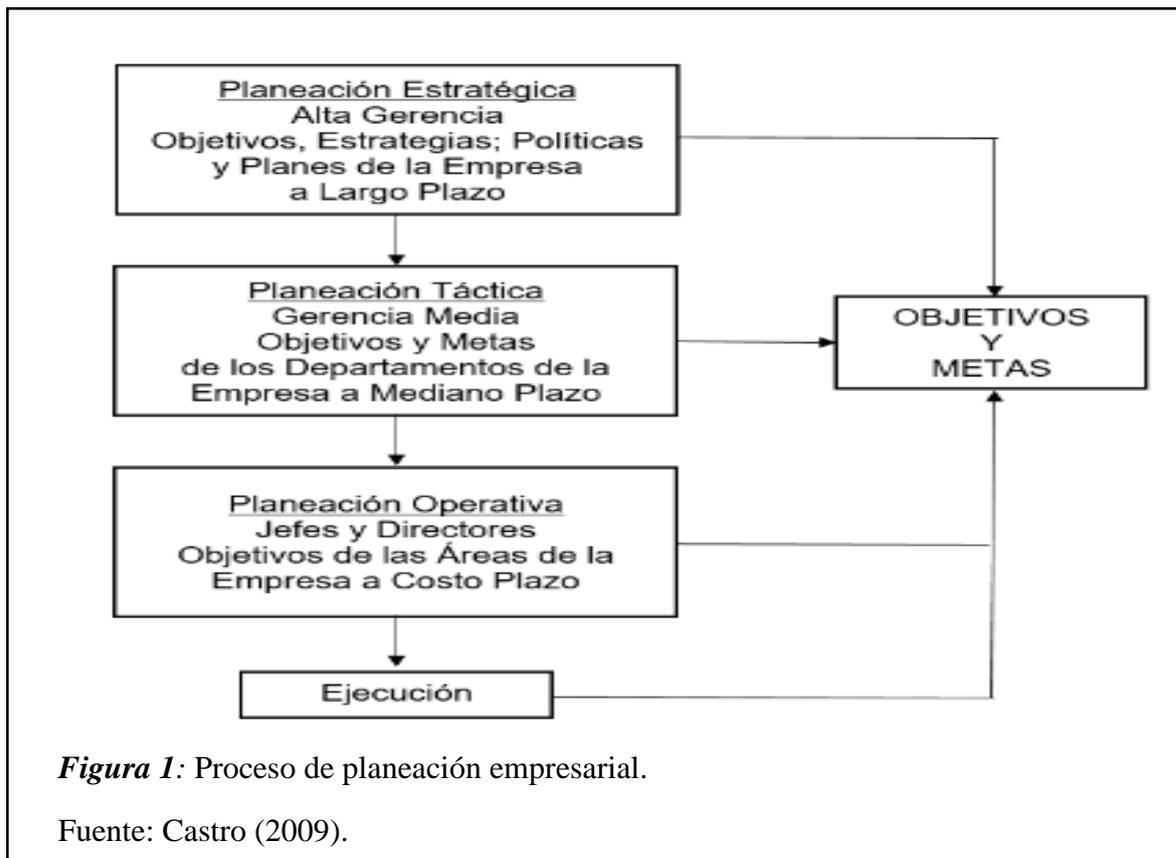
El autor Castro (2009) también menciona las tres categorías del proceso de planeación:

a) La planeación estratégica: en esta parte es donde se define los objetivos, metas y los planes a largo plazo de la empresa.

b) La planeación táctica: es donde se realiza una planeación de los recursos a utilizar como son las máquinas, trabajadores, tiempo y dinero; mayormente es realizado de 3 a 18 meses en el futuro para cada área de la empresa.

c) La planeación operativa: en esta etapa se concretan los planes anteriormente mencionados y en el cual los jefes de cada área son los que toman las decisiones e informan sobre lo que se tiene que producir.

Para un mejor entendimiento de lo que menciona el autor Castro se presenta la Figura 1.



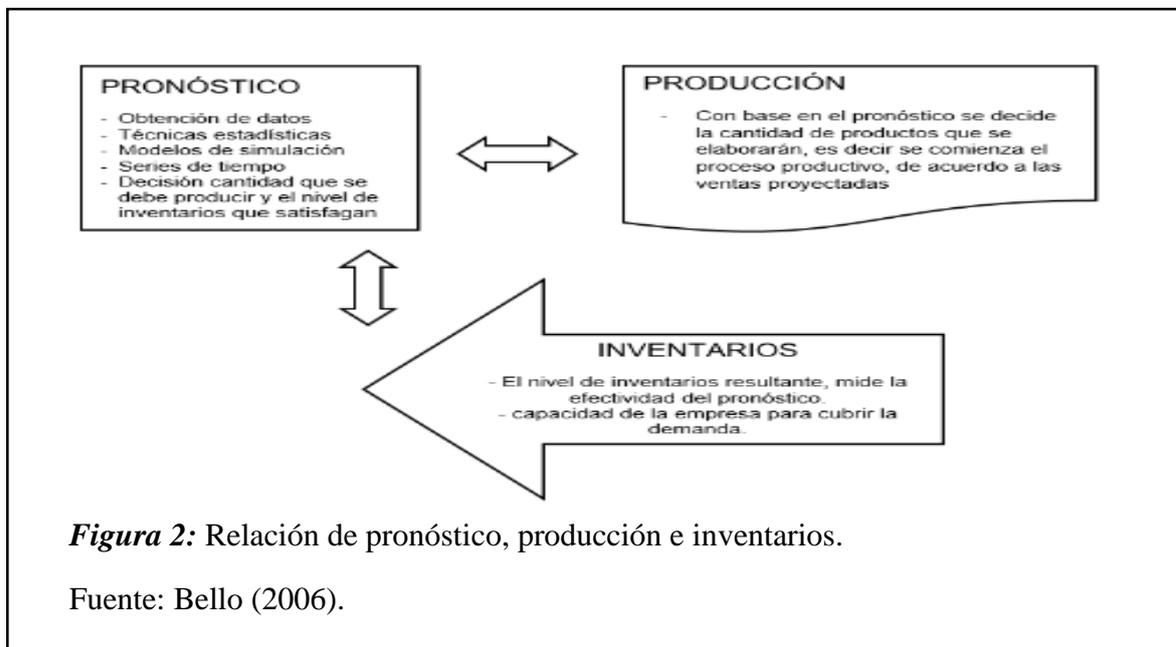
El autor Bello (2006) menciona que la planeación es prever los recursos necesarios para cumplir con los objetivos o metas planteadas por la organización.

Plan de producción

El autor Bello (2009) menciona que el plan de producción debe proporcionar las cantidades de recursos necesarios con un costo mínimo para poder cumplir con la demanda antes prevista, teniendo en cuenta la producción, inventarios, productos en proceso y terminados.

También menciona los pasos para el plan de producción los cuales son:

- Proyección del pronóstico.
- Desarrollo ordenado del proceso.
- Cálculo del tiempo medio del grupo por unidad de producto.
- Tiempo medio por puesto de trabajo.
- Producción real (hora, día, semana y mes).
- Nivel de inventarios, materia prima, producto en proceso y producto final.
- Porcentaje de horas extras máximas permitidas.
- Jornada laboral, turnos de trabajo.
- Horas disponible año, según calendario laboral.



Definición de control

Los autores Domínguez Y Choque (2015) mencionan que el control es la supervisión y la corrección de la producción después de haber hecho un análisis.

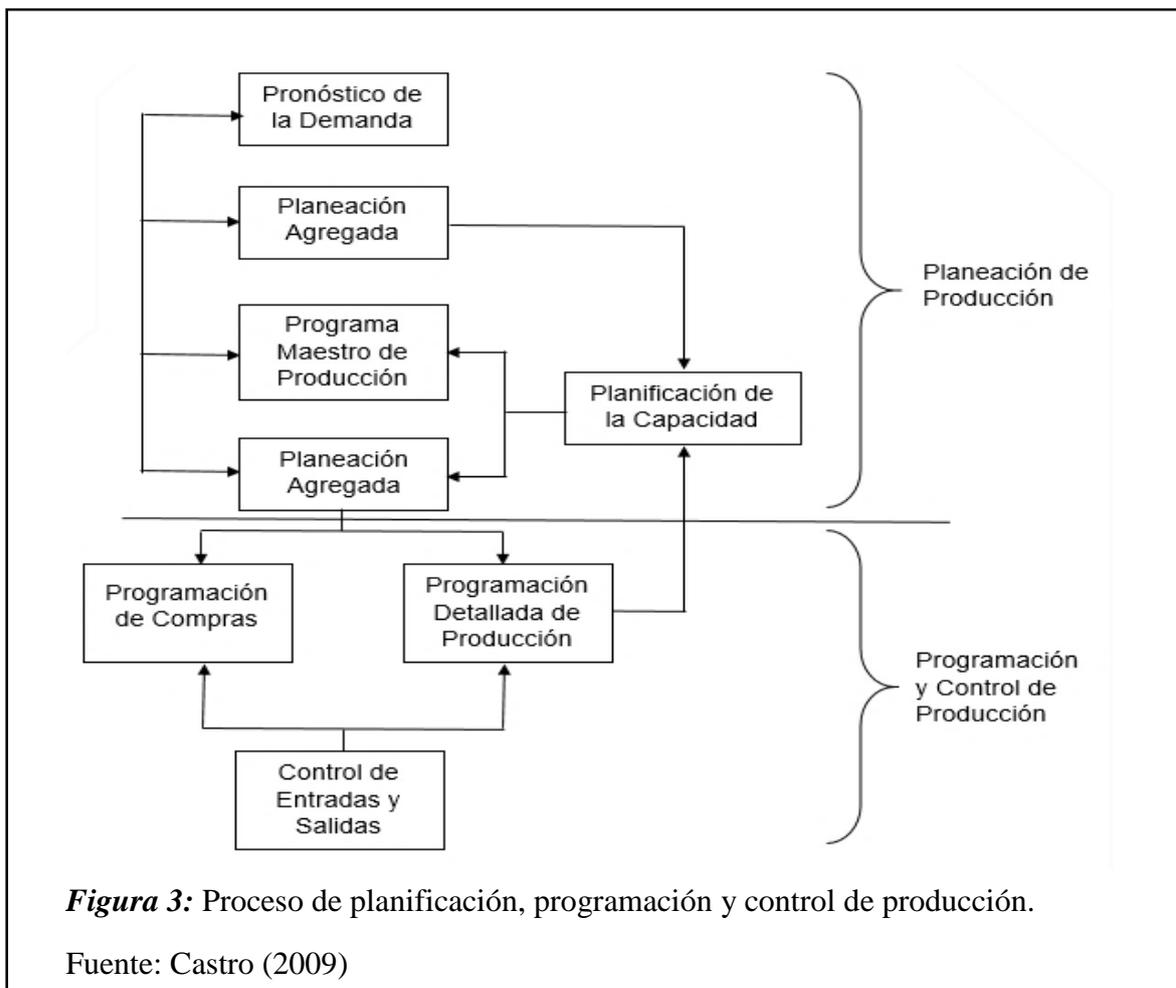
Planificación y control de la producción

Como mencionan los autores Domínguez y Choque (2015) la planificación y control de la producción es proyectar, prever y coordinar los recursos necesarios para obtener un producto de calidad en menos de tiempo y menos costo, para lograr una mejora de la productividad.

También dan a conocer el porque es importante aplicar el PCP:

- a) Establece qué, cuándo y cuánto producir.
- b) Determina necesidades y disponibilidades de la capacidad.
- c) Define cantidades correctas de recursos necesarios para producir.
- d) Establece tiempos de recepción de materiales.
- e) Uso apropiado de equipos y de planta.
- f) Determina niveles de inventario apropiado.
- g) Seguimiento de materiales, personal, pedidos, etc.
- h) Determina correctamente actividades de producción.
- i) Proporciona información sobre cantidades físicas y monetarias de producción.

El autor Castro (2009) menciona los pasos a seguir para una buena planificación y control de la producción como se muestra en la Figura 3.



Demanda

El autor Bello (2006) afirma que la demanda es una cantidad determinada de un bien o servicio en un determinado tiempo futuro en que los consumidores desean adquirir.

Factores de la demanda

La demanda cumple con siguientes factores que son mencionados por Bello (2006):

- a) Capacidad de compra: niveles de ingreso del sector.
- b) Voluntad de compra: necesidades del mercado.
- c) Interrelación: en este factor esta la sustentación (igualar consumo anterior) y demostración (adquirir bienes superiores a su nivel).
- d) Influencia de periodos anteriores.

Clases de demanda

Para poder entender las distintas clases de demanda se debe conocer primero los siguientes parámetros mencionados por Bello (2006).

Comportamiento: es la relación de datos históricos en diferentes periodos de tiempo, por lo cual muchas veces presentan variaciones y pueden presentar distintos comportamientos. (Bello, 2006)

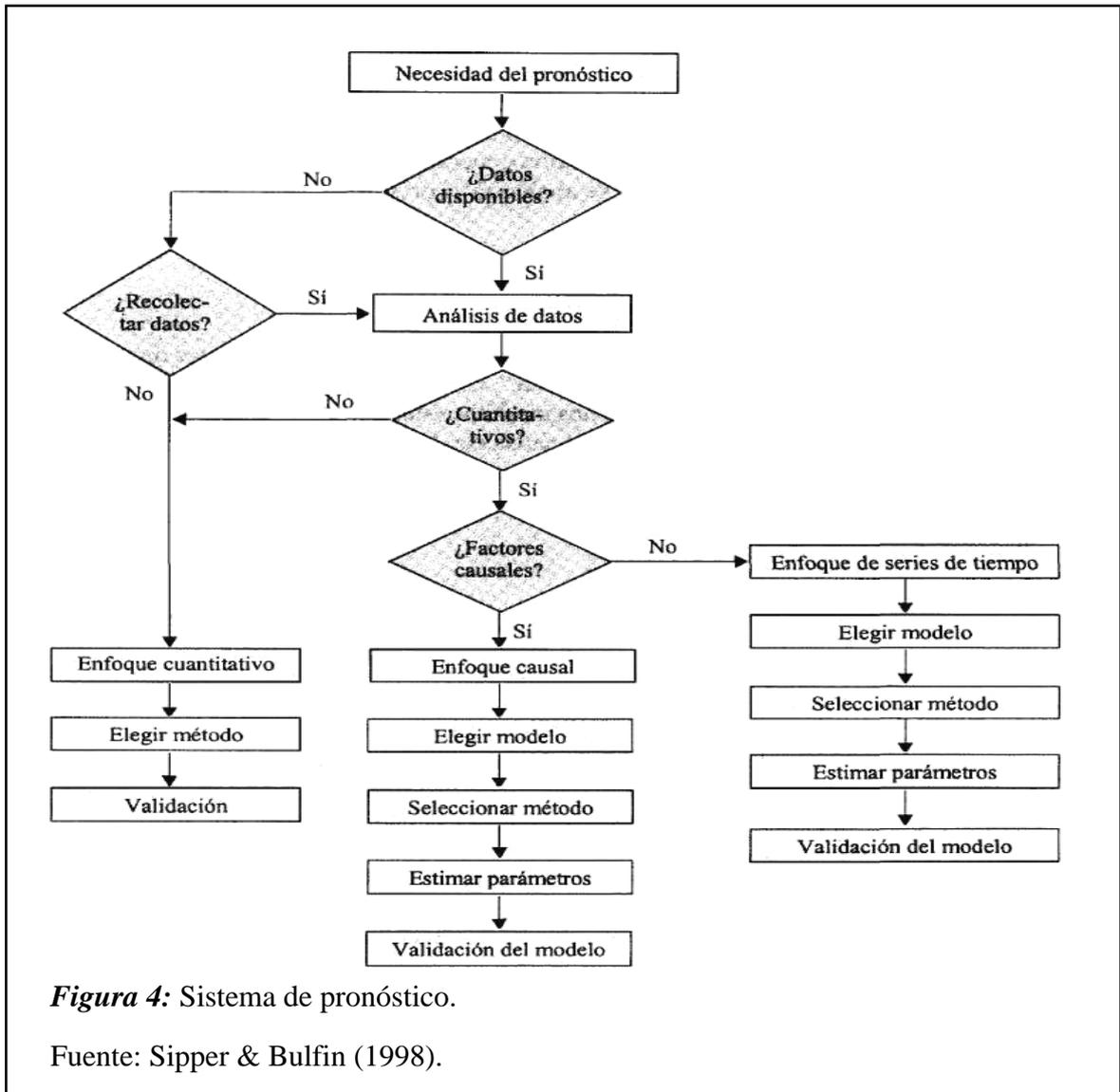
Tendencia: esto ocurre cuando los datos observados durante un tiempo definen una forma ascendente o descendente. (Bello, 2006).

Ciclo: son cambios donde se puede presentar tendencia ascendente y descendente en algunos meses de un año. (Bello, 2006).

Pronóstico

Según el autor Castro (2009) el pronóstico es el empleo del método científico para realizar una estimación de un evento futuro.

Los autores Sipper & Bulfin (1998) que utiliza el término pronosticar para hacer referencia a un método y no a una simple adivinanza de lo que pasará a futuro, y se grafica en la Figura 4.



“La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro.” (Chapman, 2006, p.17).

Objetivo de pronosticar

El objetivo o meta principal de pronosticar como lo mencionan los autores Sipper y Bulfin (1998) es brindar una información con mucha exactitud, tiempo y costo razonable.

Características fundamentales de los pronósticos

El autor Chapman (2006) menciona algunas características de los pronósticos los cuales son:

a) Los pronósticos casi siempre son incorrectos: se relaciona con la capacidad o inventario de la empresa y su registro de datos para saber con más exactitud el tamaño del error del pronóstico.

b) Los pronósticos son más precisos para grupos o familias de artículos: es más conveniente pronosticar en grupos o familias, ya que muchas veces los pronósticos por productos individuales llegan a ser cancelados.

c) Los pronósticos son más precisos cuando se hacen para periodos cortos: los pronósticos en un periodo corto son y tienen más confiabilidad, lo que no sucede mucho con aquellos que extienden demasiado su periodo de pronóstico.

Modelos de series de tiempo para patrones estables

El autor Castro (2009) menciona que estos modelos cumplen un patrón de comportamiento estable, es decir la variación entre ellos no es muy grande; para ello menciona los siguientes modelos:

Promedio móvil simple

El autor Castro (2009) menciona que este también es conocido como pronóstico ingenuo, que determina la proyección de un periodo cualquiera con datos anteriores; el promedio móvil simple toma cierta cantidad de datos históricos constantes y los promedia para obtener un dato proyectado para un periodo posterior, para un mejor entendimiento matemático se presenta la fórmula de este modelo:

$$F_t = \frac{D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n}}{n}$$

En donde:

F_t = Pronóstico para el periodo t

D_{t-1} = Dato histórico del periodo pasado t-1

D_{t-2} = Dato histórico del periodo t-2

D_{t-n} = Dato histórico del periodo pasado t-n

n = Número de periodos a promediar

Promedio móvil ponderado

Según el autor Castro (2009) este modelo es muy distinto al promedio móvil simple ya que le asigna la misma importancia a cada pronóstico, en este modelo ocurre diferente ya que se le asigna un valor de importancia diferente a cada dato histórico siempre y cuando la suma de estos valores de importancia sume 1; se representa con la siguiente fórmula matemática:

$$F_t = w_1D_{t-1} + w_2D_{t-2} + \dots + w_nD_{t-n}$$

En donde

w_t = Ponderación dada a la demanda del periodo t-1

w_2 = Ponderación dada a la demanda del periodo t-2

w_n = Ponderación dada a la demanda del periodo t-n

n = Número de periodos a promediar

Suavización exponencial

A diferencia del modelo promedio móvil ponderado el autor Castro (2009) menciona que la suavización exponencial toma no solo el dato de la demanda sino también un dato pronosticado de un periodo anterior, y que a la vez incluyen un valor de importancia tal como en el promedio móvil ponderado, para una mejor expresión matemática se presenta la siguiente fórmula:

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

Plan agregado

Según el autor Bello (2006) la planeación agregada es un proceso que tiene como meta el conocer y determinar un plan de producción para poder cumplir con la demanda de los clientes, este plan agregado es de 3 a 18 meses por lo tanto es a mediano plazo.

Aspectos claves de la planeación de la demanda

Para la realización de una planeación agregada se deben considerar varios aspectos como lo menciona Bello (2006) los cuales son:

Administración de la demanda

En este apartado es donde se define los requerimientos necesarios para poder cumplir con la demanda, se debe tener en cuenta los pedidos pendientes, los pedidos de carácter urgente, así como también para publicidad y promociones.

Unidades agregadas

Se define como aquellas unidades que serán agregadas para poder desarrollar algún plan, se puede decir que la cantidad de productos demandados se pueden convertir a horas demandadas para producir.

Capacidad disponible

Se puede definir como la cantidad de un producto o servicio que puede producir la empresa en cierto periodo de tiempo, o también con el tiempo disponible para producir en un periodo de tiempo determinado.

Costos relevantes

Como se conoce la planeación agregada trata de cumplir la demanda con un eficiente uso de los recursos, en este caso con el menor costo posible, para ello es necesario conocer los costos posibles que intervinieran en la realización de un plan agregado, los cuales son:

a) Costo de producción en tiempo normal: son aquellos costos que intervienen a la hora de producir un producto en tiempo normal, los cuales son materiales, mano de obra directa o indirecta y otros costos que intervengan directamente a producir una unidad.

b) Costo de producción en tiempo extra: esto implica cuando se trabaja fuera de la hora normal de trabajo lo cual incluye un costo superior al de una jornada normal.

c) Costos de producción subcontratada: es el costo que se realiza al pagar una adquisición de un producto final a un proveedor externo.

d) Costo de contratación: se realiza cuando es necesaria aumentar la capacidad de producción en mano de obra y el costo no solo es por contrato sino también incluye las pruebas de selección, las capacitaciones entre otros.

e) Despido: así como se necesita aumentar la capacidad de producción también ocurre el caso que se necesite reducir, para ello se lleva a cabo los despidos que son el pago de

liquidación del trabajador, esto puede afectar a la productividad de la empresa por lo que se puede generar desmotivaciones entre los demás trabajadores de la empresa.

f) Costos de manejo de inventarios: estos son realizados a los empleados que manejan el almacén y todo aquello que intervenga en el mismo como pueden ser montacargas, bandas transportadoras, entre otras; o también si es que no es almacén propio se paga por arriendo de uno.

g) Costos por pedidos pendientes o faltantes: estos costos son necesarios cuando no se cuenta con la cantidad necesaria para poder cubrir la demanda y se tienen que realizar cambios apresurados en los equipos.

h) Costos por tiempos ociosos: estos costos ocurren cuando existe equipos o personal que se encuentran inactivos durante la producción, y por lo cual se paga un salario innecesario porque no se encuentran cumpliendo con la producción. (Bello, 2006).

Plan maestro de producción

El plan maestro de producción según Companys & Fonollosa (2017) se realiza de acuerdo a los problemas que tenga la empresa donde se realizará dicho plan, además del sistema productivo considerado, se tendrá una visión más extensa del punto con el que iniciaremos a información comercial relativa a pedidos y previsiones.

Para un mejor desarrollo plan maestro es necesario conocer la cantidad de inventario en almacén para poder saber cuánto más es necesario para poder cumplir la demanda por lo tanto se dice que:

“Los inventarios son el conjunto de todos aquellos productos, que independientemente de su grado de acabado y su finalidad, se utilizan o resultan en los procesos productivos. Los inventarios en la producción tienen una doble misión”. (Terlevich, 2000, p.30).

Control de calidad en el proceso productivo

El autor Terlevich (2000) menciona que, para tener un buen control de calidad en el producto, debe existir una buena relación entre el cliente y el proceso productivo; para ello se debe conocer lo siguiente:

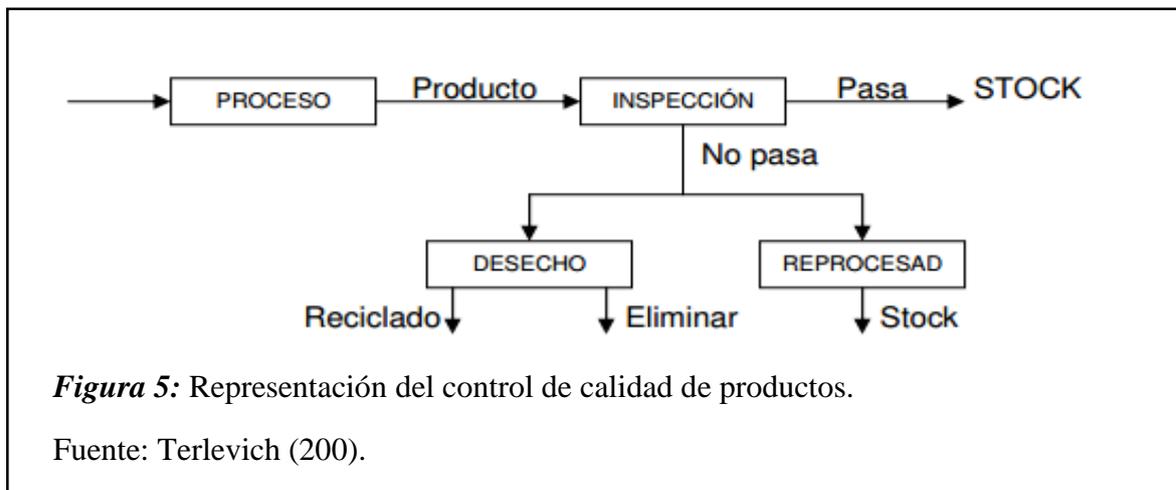
- El cliente establece las necesidades.
- Ingeniería prepara el diseño y define especificaciones.

- Operaciones fabrica el producto.
- Control de calidad evalúa lo conseguido.
- El cliente juzga los resultados y redefine aspectos del producto, comenzando nuevamente el ciclo.

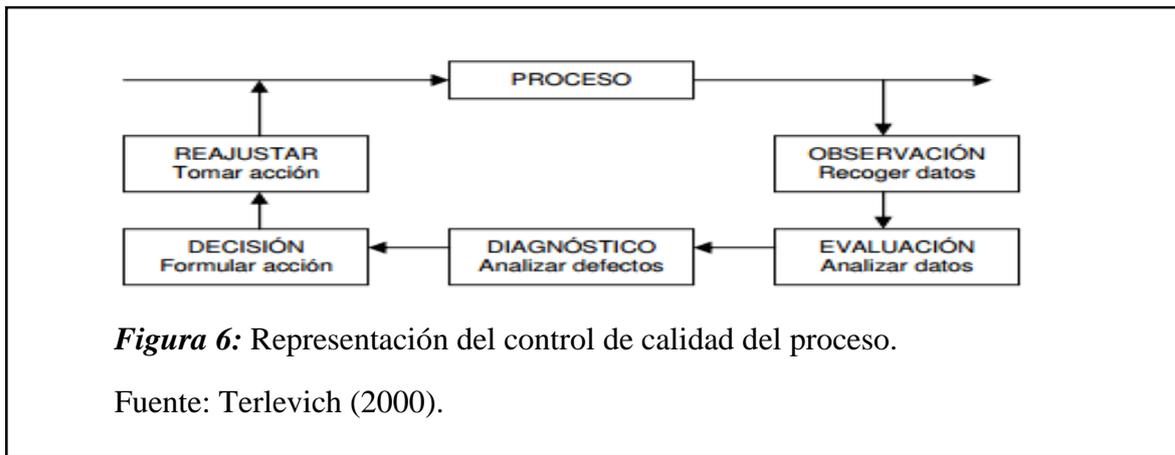
La calidad en los sistemas de producción

El autor Terlevich (2000) afirma que para un buen control de calidad existen dos formas de lograrlo las cuales son:

- **Control de calidad en los productos:** al referirse de productos de calidad no solamente se habla de productos terminados si no de todas las fases que intervienen en su producción desde la materia prima hasta las herramientas, cuando el producto ya está terminado veremos si cumple con los estándares de calidad si esta pasa o no, de cumplir el producto la calidad deseada será válido y el producto rechazado puede volver a reprocesar por lo cual será desechado, para lo cual se represente en la Figura 5.



- **Control de calidad del proceso:** en esta parte se menciona que no solo se trata de descartar o no un producto sino evaluar el proceso desde el inicio o transformación de la materia prima, para ello se considera como primer paso recolectar datos para saber si se debe mejorar la calidad, el segundo es diagnosticar las causas que tendría el cambio de la calidad y por último modificar el proceso para la obtención el producto con la calidad deseada, esto puede ser representado como muestra la Figura 6.

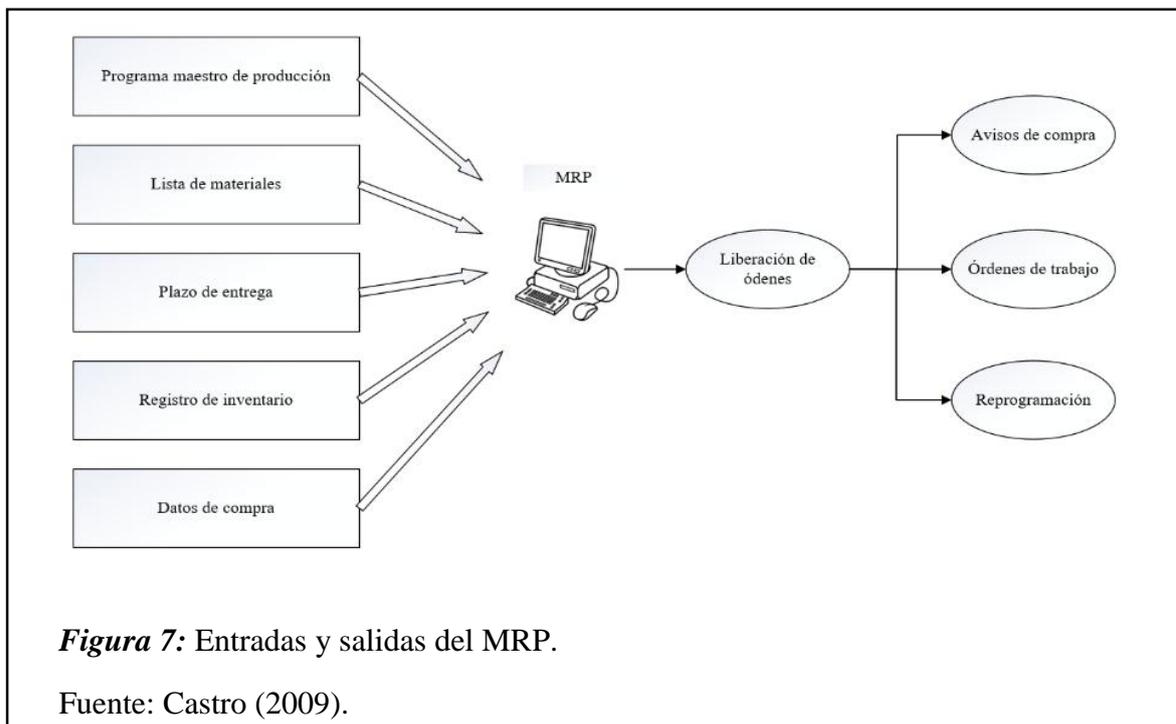


Plan de requerimiento de materiales

Es un sistema computarizado diseñado para la planeación y control de producción y de los inventarios, el cual permite determinar cuándo y cuánto es necesario producir o fabricar los diferentes componentes que hacen parte de artículos finales o subensambles principales basados en un plan o programa maestro de producción. (Castro, 2009, p.185).

Entradas del MRP

“Es un sistema de información computarizado diseñado para el manejo de órdenes de compra y de fabricación de inventarios de demanda dependiente”. (Castro, 2009, p. 187).



Como se puede observar en la Figura 7, para poder realizar un buen MRP se requiere obtener la siguiente información:

a) **Programa maestro de producción:** o también conocido como plan maestro, se realiza para cada artículo a producir y el tiempo en semanas, lo que es muy distinto al plan agregado que proyecta la demanda por familias de productos y es realizado de 3 a 18 meses.

b) **Lista de materiales (BOM):** en esta parte se determina los materiales necesarios para producir un artículo o producto, es decir cada componente necesario para formar el producto final, para un mejor entendimiento se muestra la siguiente Figura 8 con un ejemplo básico de la realización de una tijera.

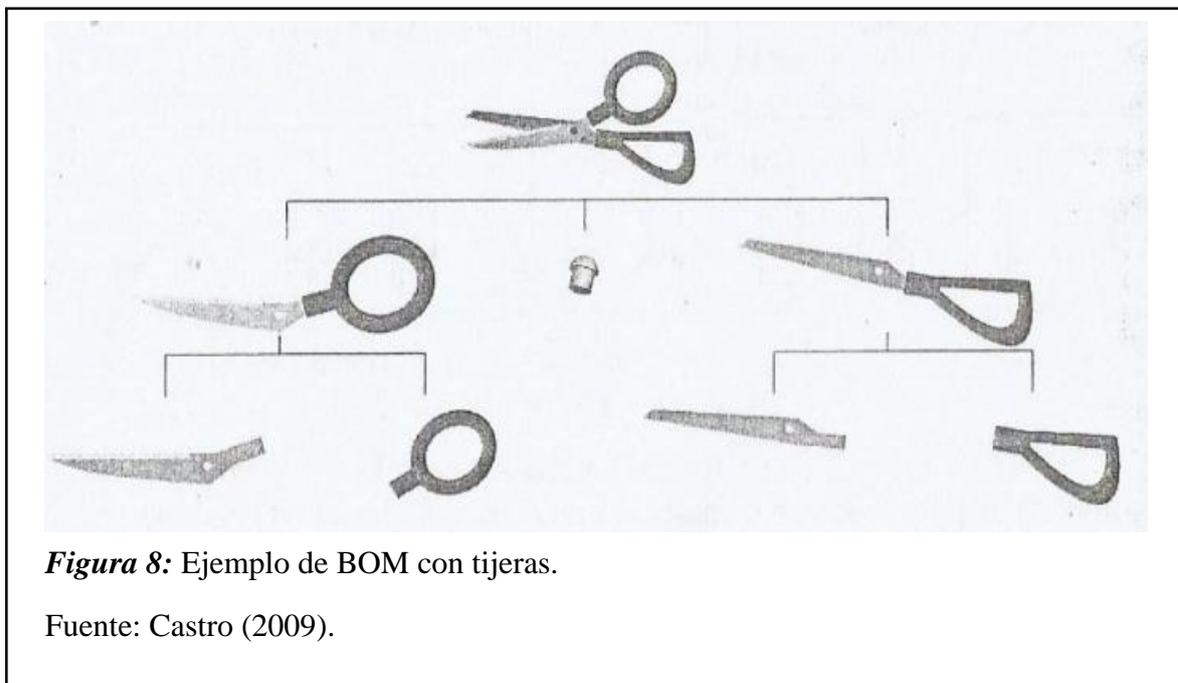


Figura 8: Ejemplo de BOM con tijeras.

Fuente: Castro (2009).

c) **Plazos de entrega (Lead Time):** son los tiempos necesarios o que se requieren para producir o para la compra y recepción de materiales, en otras palabras, el plazo de entrega es la sumatoria de los tiempos de toda actividad para producir la orden.

d) **Registro de inventarios:** en esta parte es necesario tener el registro actualizado y conforme de todos los materiales para la fabricación de los productos, estos pueden ser tanto materia prima como productos terminados.

e) **Datos de compras:** son datos necesarios que se obtienen al momento de realizar compras o pedidos que llegarán en un periodo determinado y estarán disponibles para ese periodo en el momento de producir.

Diagrama de Pareto

Como menciona Angel (2011) es una representación gráfica donde se presenta en forma ordenada el grado de importancia que tienen los distintos factores evaluados.

¿Para qué sirve el Diagrama de Pareto?

Angel (2011) el objetivo del Diagrama de Pareto es el identificar los "pocos vitales" o ese 20% de tal manera que la acción correctiva que se tome, se aplique dónde nos produzca un mayor beneficio.

Ishikawa

Angel (2011) diagrama que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas. El Diagrama Causa - Efecto es una técnica de análisis en la resolución de problemas.

Según el Instituto uruguayo de normas técnicas (2009) menciona que es un gráfico que es usado para detectar posibles causas que llevan a ciertos efectos, los cuales pueden ser controlados.

Definición de términos

Planificación: es la realización de proyecciones para conocer la demanda y cantidad a producir para cumplir con la misma.

Control: Supervisión y verificación de que se cumpla lo proyectado y gestionado anteriormente.

Producción: actividad destinada a la fabricación, elaboración y obtención de bienes y servicios.

Productividad: medida para conocimiento si la empresa está siendo eficiente o no con el trabajo realizado.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo mejorar la productividad en la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C. Chiclayo 2017 mediante la planificación y control de la producción?

1.5. Justificación e importancia del estudio

La presente investigación se realizó porque en la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C. no se proyecta correctamente su nivel de producción para el cumplimiento de los pedidos, por falta de mantenimiento de las máquinas es que ocurren muchas horas muertas en el proceso de producción, tienen gran cantidad de operarios en un proceso donde no interviene mucho la mano de obra, ocurre también a veces la falta de materia prima y otros insumos no son suficientes para atender el proceso productivo; tampoco se programa la producción necesaria ya que se hace de una manera empírica por lo que algunas veces no tienen suficiente producto terminado para poder cumplir su demanda ocasionando incumplimiento en la atención a sus cliente. Además, no existe un control eficiente del proceso productivo que garantice la calidad de los productos.

La propuesta planteada ayudará a mejorar la productividad de la empresa haciéndola más competitiva en el mercado. La investigación buscó proyectar adecuadamente y con más certeza el nivel y la calidad de la producción evitando mermas, con lo que se beneficiará económicamente la organización y tendrá clientes satisfechos.

1.6. Hipótesis

La planificación y control de la producción permitirá a mejorar la productividad de la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C. Chiclayo – 2017.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Diseñar la planificación y control de la producción para mejorar la productividad de la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C.

1.7.2. Objetivos específicos

- a) Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C.
- b) Evaluación de las herramientas de diagnóstico para la detección de los problemas.
- c) Pronosticar la demanda para el segundo semestre del año 2017.
- d) Proponer un plan agregado, plan maestro y un plan de requerimiento de materiales.
- e) Evaluar la variación de la productividad actual de la empresa.
- f) Evaluar el beneficio costo de la propuesta.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue aplicada y descriptiva. Aplicada porque se recurrió a las enseñanzas adquiridas durante toda la carrera estudiada para la resolución de problemas, así como en un marco calificado teórico y como menciona Mohammad (2005) quién también afirma que esta investigación ayuda en la toma de decisiones y en establecer estrategias.

Fue descriptiva porque se analizaron y llevaron a una forma más fácil para la obtención de datos y como menciona Hernández (2014) la investigación descriptiva trata de especificar las características o propiedades de personas, procesos u objetos que puedan someterse a un análisis, de una manera más específica mide o recoge información sobre las variables de una manera individual o conjunta.

El diseño de investigación fue no experimental cuantitativa por lo que se observa y analiza las variables independientes y su efecto que tiene ante las otras variables, pero no se manipula a ellas o se realiza un cambio, tal como menciona Hernández (2014).

2.2. Población y muestra

En la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C.; se consideró como población y muestra los procesos productivos de la misma.

2.3. Variables y operacionalización

Variable dependiente

Mejora de la productividad de la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C. Chiclayo 2016.

Tabla 1

Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Dimensiones	Indicador	Técnicas	Instrumentos
Productividad	Recursos humanos	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{horas hombres}}$	Análisis documentario	Guía de análisis documentario
	Materia prima	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{toneladas de MP}}$	Análisis documentario	Guía de análisis documentario

Fuente: Elaboración propia

Variable independiente

Planificación y control de la producción.

Tabla 2

Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Planificación y control de la producción	Planificación	Plan agregado de producción propuesto	Análisis documental	Guía de análisis documental
		Plan maestro de producción propuesto	Análisis documental	Guía de análisis documental
		Plan de requerimiento de materiales propuesto	Análisis documental	Guía de análisis documental
	Control	Aseguramiento de la calidad	Observación directa Análisis documental	Guía de observación Guía de análisis documental

Fuente: Elaboración propia

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Para obtener los datos confiables y válidos necesarios para poder cumplir los objetivos propuestos se usaron las siguientes técnicas de recojo de datos:

Técnica de análisis documental

La autora Clauso (1993) afirma que la técnica de análisis documental está destinado a la obtención de información de documentos recuperados o brindados por la empresa.

Técnica de observación directa

El autor Hernández (2014) menciona que la técnica de observación consiste en el registro de situaciones que pueden ser analizadas visualmente y registrarlas de manera valida y confiable. Se utilizó esta técnica para recoger información directa en las sucesivas visitas a la empresa.

La validación es la afirmación de que un documentos o instrumento puede ser aplicado y como menciona Hernández (2014) puede ayudar a medir la relación que tiene la variable dependiente con la variable independiente, y a su vez resulte que la obtención de resultados tenga un alto porcentaje de confiabilidad para que la medición de la variable sea más precisa.

2.5. Procedimientos de análisis de datos

Para la realización de los cálculos que se obtendrán después de la recolección de datos se utilizarán los programas Microsoft Excel

2.6. Aspectos éticos

Los criterios que se tomarán en cuenta serán:

- Confidencial: se protegerá la información brindada de la empresa, así como los que ayudaron a la obtención de los datos.
- Originalidad: se citarán las fuentes bibliográficas de la información recolectada, para demostrar la inexistencia de plagio.
- Veracidad: la información será verdadera y a su vez se cuidará su confidencialidad.

2.7. Criterios de rigor científico

- Validez: se validarán los instrumentos de recolección de datos con la ayuda de expertos.

- Confiabilidad: se realizarán los cálculos estadísticos de acuerdo a lo obtenido en los instrumentos de recolección de datos.

III. RESULTADOS

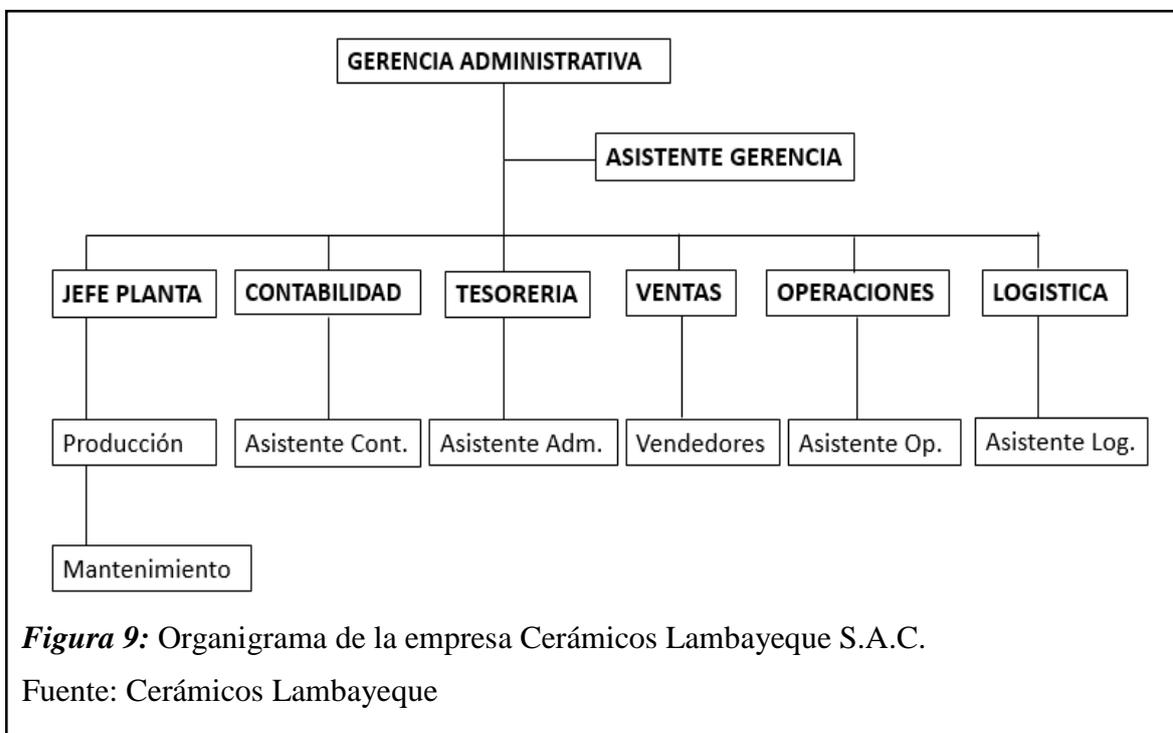
3.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1. Información general

Es una joven y sólida empresa en el sector de elaboración de ladrillos para toda la comunidad, apostando por el futuro de sus productos con la mayor calidad posible y la completa satisfacción de sus clientes, ofrecen sus productos al mercado bajo un estricto control de calidad, precios competitivos y optima atención a sus clientes, está respaldada por el grupo Induamérica del cual son integrantes.

Organigrama

La estructura orgánica de la empresa se muestra en la Figura 9.



Misión

Fabricar y comercializar ladrillos teniendo a la calidad como el valor principal de nuestros procesos. Para los beneficios de nuestros clientes y colaboradores.

Visión

Ser reconocida como la mejor empresa de ladrillos del norte del Perú.

3.1.2. Descripción del proceso productivo o de servicio

Proceso de producción en el área de formado

Todos los tipos de ladrillos pasan por el mismo proceso de formado el cual se describe a continuación:

- a) **Tolva:** se coloca la mezcla preparada.
- b) **Molino:** la materia prima es molida y refinada, ya sea para cualquier tipo de formato.
- c) **Zaranda:** es el proceso por el cual da pase a la materia prima que paso conforme el proceso anterior del molino y lo que no es retornado para una segunda pasada por el molino.
- d) **Amasador:** proceso por el cual van pasando ingrediente refinados a través de un circuito por aspiración de agua, entre 20 y 25% por cada 100 kg de estos insumos van mezclándose a traves de movimientos giratorios.
- e) **Laminador:** después de haber salido la mezcla del amasado, pasa por unos rodillos que hacen fricción de la masa para convertirlas en láminas delgadas.
- f) **Extrusora:** la masa ya laminada es acumulada, para luego ingresar a la extrusora donde se encarga de quitarle por completo el vacío mediante la succión que realiza la bomba de vacío para que de este modo la masa que sale de la extrusora, quede compacta y moldeada.
- g) **Cortadora:** la masa de la extrusora pasa por la cortadora donde esta se encarga de cortar dependiendo del formado del ladrillo que se está produciendo en el momento.

Proceso de producción en el área de secado

a) **Tendido:** el ladrillo es trasladado a la ´pampa, en donde se coloca el ladrillo por columnas y filas, se extienden plásticos en la superficie del material para protegerlo de incrustaciones de pequeñas piedras, deformidades, etc. Además, se tapa con esteras para poder proteger del sol y viento, también para evitar una contracción rápida que pueda ocasionar una reacción (fisuras) o elevados índices de mermas.

Es el proceso de secado un proceso en el cual el material producido pasa por un lapso de tiempo en donde el ladrillo se seca, eliminando el 75% de agua, que se le adicionó en la etapa de formado, este periodo de tiempo varía según el formato, se mantiene en reposo entre 5 a 6 días, en donde se retira la primera estera(transversal), para luego ser canteado.

b) **Canteo:** proceso en donde pasa a ser el seleccionado el ladrillo, en el cual interviene mano de obra, cuya función es separar la merma (fisuras, deforme, corte, etc.), del ladrillo

que está en condiciones óptimas para ser trasladado a los hornos, para el secado total luego de ser canteado se debe esperar un lapso de tiempo según el formato.

Proceso de producción en el área de quema

a) Carga: el material listo seco en pampa, es cargado y transportado a los hornos para la quema respectiva, y dicho trabajo es realizado por cuadrillas de asentadores.

Este trabajo es controlado por el número de viajes que se realiza cada cuadrilla y el pago, es calculado al equivalente en tn por cada uno de los formatos cargados.

b) Descarga: el material programado que ha sido quemado y no despachado del horno por el área de ventas, es procedido a ser descargado y transportado a los diferentes almacenes de producto terminado donde es debidamente seleccionado (almacén de primera, almacén de segunda, merma).

Diagrama de operaciones (DOP)

El DOP a continuación representa la producción diaria por turno.

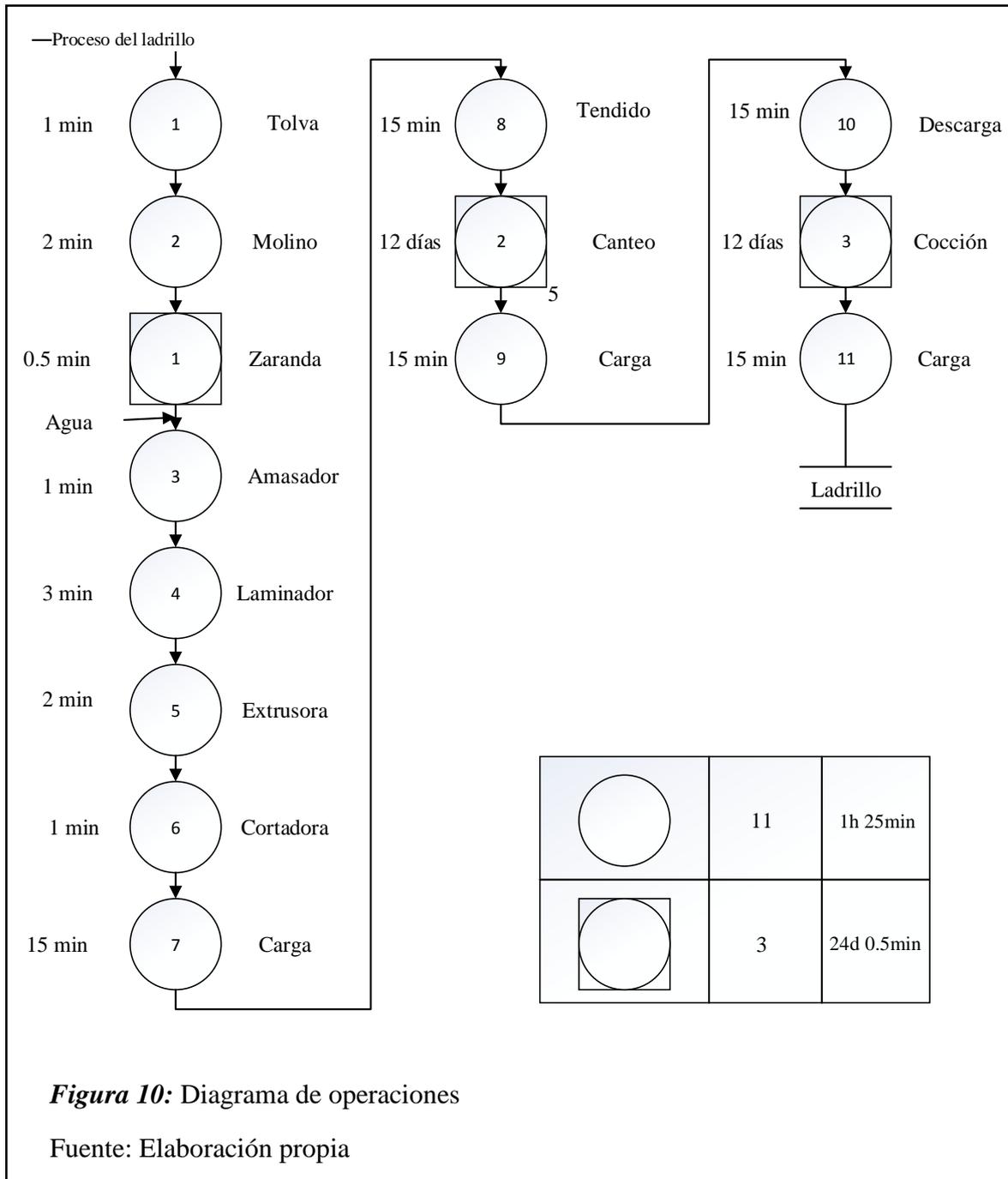


Figura 10: Diagrama de operaciones

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de análisis de proceso (DAP)

Tabla 3

Diagrama de análisis de proceso

Descripción de los eventos	●	■	→	◐	▼	Tiempo	Observaciones
Primero se recepciona la materia prima(caolín, tierra negra, tierra amarilla)							
Se traslada a la tolva toda esta materia prima						15 min	
Tolva						1 min	
Luego de eso se pasa por la zaranda y se hace una inspección para que pase al siguiente proceso						0.5 min	
Pasa por el amasador						1 min	
Laminador						3 min	
La extructora						2 min	
Luego por la cortadora						1 min	
Luego se traslada hacia secado.						15 min	
Tendido						15 min	
Luego de eso se hace una inspección y se cuenta cuales están en buen estado y						12 días	
Luego se traslada a horno						15 min	
Cocción						12 días	
Se traslada almacen.						15 min	
Almacen							

Fuente: Elaboración propia

Máquinas

Todos los tipos de ladrillos pasan por el mismo proceso de formado el cual se describe a continuación:

- a) **Tolva:** se coloca la mezcla preparada.
- b) **Molino:** la materia prima es molida y refinada, ya sea para cualquier tipo de formato.
- c) **Zaranda:** es el proceso por el cual da pase a la materia prima que paso conforme el proceso anterior del molino y lo que no es retornado para una segunda pasada por el molino.
- d) **Amasador:** proceso por el cual van pasando ingrediente refinados a través de un circuito por aspiración de agua, entre 20 y 25% por cada 100 kg de estos insumos van mezclándose a través de movimientos giratorios.
- e) **Laminador:** después de haber salido la mezcla del amasado, pasa por unos rodillos que hacen fricción de la masa para convertirlas en láminas delgadas.
- f) **Extrusora:** la masa ya laminada es acumulada, para luego ingresar a la extrusora donde se encarga de quitarle por completo el vacío mediante la succión que realiza la bomba de vacío para que de este modo la masa que sale de la extrusora, quede compacta y moldeada.
- g) **Cortadora:** la masa de la extrusora pasa por la cortadora donde esta se encarga de cortar dependiendo del formado del ladrillo que se está produciendo en el momento.

Productos

Pandereta

Los ladrillos pandereta no pueden soportar mucho peso, por ello son ampliamente utilizados en edificaciones altas, como sistema de vigas y columnas, la pandereta necesita un mayor tarrajeo su peso es de 1.8kg.



King Kong estándar

Es un ladrillo estructural para hacer muros portantes (aquellos que soportan carga de techos y esfuerzos laterales, así como para pared) su peso es de 2.8kg.

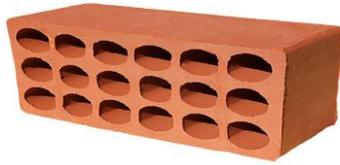


Figura 12: King Kong Estándar

Fuente: Cerámicos Lambayeque

King Kong tipo IV

Es un ladrillo estructural para hacer muros portantes y también es uno de los productos que más se vende en la empresa su peso es de 3.8kg.



Figura 13: King Kong Tipo IV

Fuente: Cerámicos Lambayeque

Techo 12

Alta resistencia. En la edificación de viviendas, edificios para techos aligerado y cargas menores con un peso de 6.5kg.



Figura 14: Techo 12

Fuente: Cerámicos Lambayeque

Techo 15

Para losas de techos aligerados y tiene un peso de 7.5kg.



Súper King Kong

Uno de los productos que se utiliza para pared y tiene un peso de 8.5kg.



3.1.3. Análisis de la problemática

Mermas en la producción

Los porcentajes de mermas en cada área del proceso es dado por el jefe de planta de la empresa, esto representa a las mermas ocasionadas por los operarios de carga y descarga.

Pandereta

Tabla 4

Descuento de mermas a la producción de pandereta

Turno día 114 millares	2% merma en secado	$114 \times 0.98 = 111.72$
	1% merma carga al horno	$111.72 \times 0.99 = 110.60$
	3% merma quema	$110.60 \times 0.97 = \mathbf{107.28}$
Turno noche 96 millares	2% merma en secado	$96 \times 0.98 = 94.08$
	1% merma carga al horno	$94.08 \times 0.99 = 93.14$
	3% merma quema	$93.14 \times 0.97 = \mathbf{90.34}$

Fuente: Elaboración propia.

King Kong estándar

Tabla 5

Descuento de mermas de producción del King Kong Estándar

Turno día 97 millares	3% merma en secado	$97 \times 0.97 = 94.09$
	1% merma carga al horno	$94.09 \times 0.99 = 93.15$
	2% merma quema	$93.15 \times 0.98 = \mathbf{91.29}$
Turno noche 92 millares	3% merma en secado	$92 \times 0.97 = 89.24$
	1% merma carga al horno	$89.24 \times 0.99 = 88.35$
	2% merma quema	$88.35 \times 0.98 = \mathbf{86.58}$

Fuente: Elaboración propia

King Kong tipo IV

Tabla 6

Descuento de mermas de producción del King Kong Tipo IV

Turno día 65 millares	3% merma en secado	$65 \times 0.97 = 63.05$
	1% merma carga al horno	$63.05 \times 0.99 = 62.42$
	2% merma quema	$62.42 \times 0.98 = \mathbf{61.17}$
Turno noche 60 millares	3% merma en secado	$60 \times 0.97 = 58.2$
	1% merma carga al horno	$58.2 \times 0.99 = 57.62$
	2% merma quema	$57.62 \times 0.98 = \mathbf{56.47}$

Fuente: Elaboración propia

Techo 12

Tabla 7

Descuento de mermas de producción del Techo 12

Turno día 32 millares	15% merma en secado	$32 \times 0.85 = 27.2$
	3% merma carga al horno	$27.2 \times 0.97 = 26.38$
	5% merma quema	$26.38 \times 0.95 = \mathbf{25.06}$
Turno noche 32 millares	15% merma en secado	$32 \times 0.85 = 27.2$
	3% merma carga al horno	$27.2 \times 0.97 = 26.38$
	5% merma quema	$26.38 \times 0.95 = \mathbf{25.06}$

Fuente: Elaboración propia

Techo 15

Tabla 8

Descuento de mermas de producción del techo 15

Turno día 28 millares	15% merma en secado	$28 \times 0.85 = 23.8$
	3% merma carga al horno	$23.8 \times 0.97 = 23.08$
	5% merma quema	$23.08 \times 0.95 = \mathbf{21.91}$
Turno noche 26 millares	15% merma en secado	$26 \times 0.85 = 22.1$
	3% merma carga al horno	$22.1 \times 0.97 = 21.44$
	5% merma quema	$21.44 \times 0.95 = \mathbf{20.37}$

Fuente: Elaboración propia

Súper King Kong

Tabla 9

Descuento de mermas de producción del Súper King Kong

Turno día 18 millares	3% merma en secado	$18 \times 0.97 = 17.46$
	1% merma carga al horno	$17.46 \times 0.99 = 17.29$
	2% merma quema	$17.29 \times 0.98 = \mathbf{16.94}$
Turno noche 17 millares	3% merma en secado	$17 \times 0.97 = 16.49$
	1% merma carga al horno	$16.49 \times 0.99 = 16.33$
	2% merma quema	$16.33 \times 0.98 = \mathbf{16}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Ventas del año 2015-2016

	Meses	Pandereta	King Kong Estándar	King Kong Tipo IV
2015	Enero	1250	1035	425
	Febrero	1236	980	380
	Marzo	1320	1120	490
	Abril	1245	960	750
	Mayo	1420	1230	865
	Junio	1350	1420	466
	Julio	1410	1325	560
	Agosto	1325	860	430
	Setiembre	1420	1135	425
	Octubre	1380	920	200
	Noviembre	1236	1000	180
	Diciembre	1390	1320	350
2016	Enero	1530	1120	240
	Febrero	1320	940	200
	Marzo	920	1100	620
	Abril	1425	1220	530
	Mayo	1245	1300	480
	Junio	2000	1650	250
	Julio	1325	1265	375
	Agosto	1520	970	460
	Setiembre	1425	1110	280
	Octubre	1320	1234	270
	Noviembre	1120	1120	525
	Diciembre	1025	950	430

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Ventas del año 2015-2016

	Meses	Techo 12	Techo 15	Súper King Kong
2015	Enero	120	45	35
	Febrero	95	62	15
	Marzo	83	35	0
	Abril	112	26	23
	Mayo	92	33	0
	Junio	115	50	33
	Julio	86	28	40
	Agosto	80	43	0
	Setiembre	120	70	50
	Octubre	110	43	12
	Noviembre	76	35	55
	Diciembre	65	40	25
2016	Enero	112	35	16
	Febrero	126	46	25
	Marzo	200	28	0
	Abril	120	64	60
	Mayo	78	53	67
	Junio	45	15	0
	Julio	96	35	16
	Agosto	110	58	27
	Setiembre	85	36	0
	Octubre	80	32	67
	Noviembre	100	27	14
	Diciembre	80	48	38

Fuente: Elaboración propia

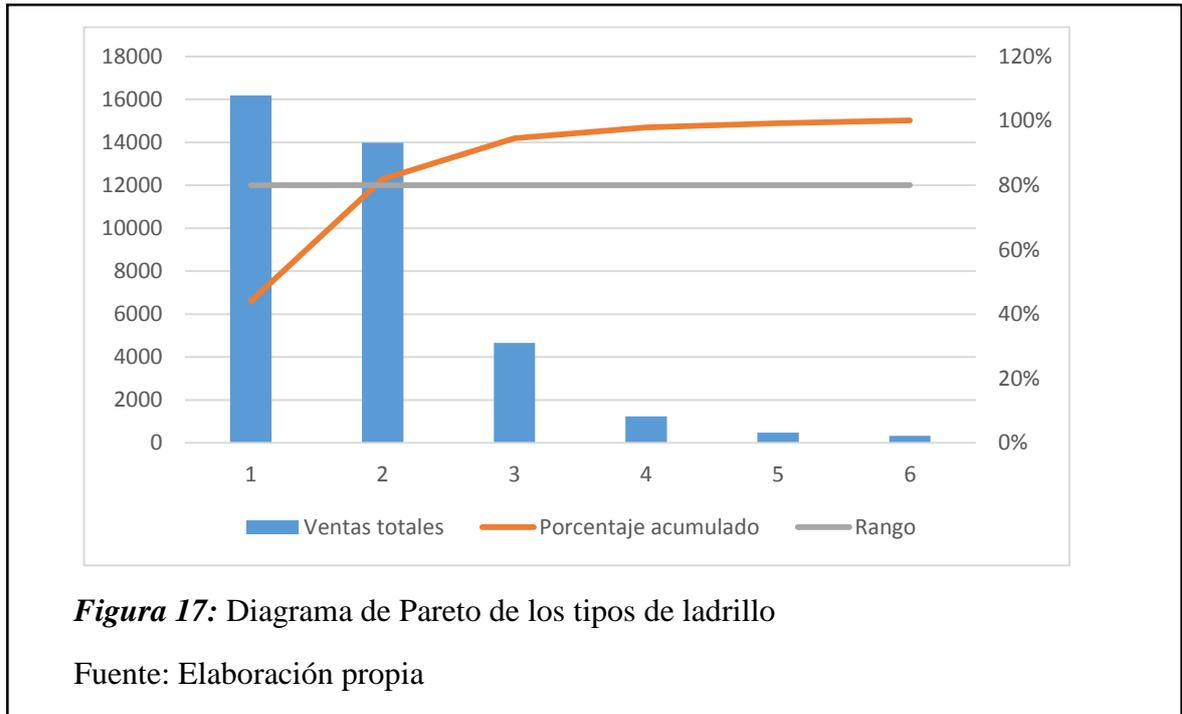
Para poder conocer los tipos de ladrillos con más demanda se realizará un diagrama de Pareto con los datos de la demanda total de cada uno de los productos.

Tabla 12

Porcentajes de Ventas

	Pandereta	King Kong Estándar	King Kong Tipo IV	Techo 12	Techo 15	Súper King Kong	Total
Ventas totales	16175	13979	4660	1232	477	330	36853
Porcentaje	44%	38%	13%	3%	1%	1%	100%
Porcentaje acumulado	44%	82%	95%	98%	99%	100%	

Fuente: Elaboración propia



En la Figura 17 se puede apreciar que los tipos de ladrillo pandereta y King Kong estándar representan un 81% de las demandas totales, es decir que gran parte de las ganancias son gracias a estos productos por lo cual se realizará la planificación y control de estos.

3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

Productividad de mano de obra y materia prima

$$\text{Productividad horas – hombre} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas hombre}}$$

$$\text{Productividad materia prima} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{toneladas de materia prima}}$$

Pandereta

$$\text{Producción por mes} = (107.28 + 90.34)\text{millares/día} \times 7\text{días/mes}$$

$$\text{Producción por mes} = 1383\text{millares/mes}$$

$$\text{Productividad horas hombre} = \frac{107.28 \text{ millares}}{192 \text{ horas hombre}} = 0.559 \text{ millares/hr hombre}$$

$$\text{Productividad horas hombre} = \frac{90.34 \text{ millares}}{192 \text{ horas hombre}} = 0.471 \text{ millares/hr hombre}$$

$$\text{Productividad materia prima} = \frac{107.28 \text{ millares}}{205.2 \text{ tn MP}} = 0.52 \text{ millares/tn MP}$$

$$\text{Productividad materia prima} = \frac{90.34 \text{ millares}}{172.8 \text{ tn MP}} = 0.52 \text{ millares/tn MP}$$

King Kong estándar

$$\text{Producción por mes} = (91.29 + 86.58)\text{millares/día} \times 6\text{días/mes}$$

$$\text{Producción por mes} = 1067\text{millares/mes}$$

$$\text{Productividad horas hombre} = \frac{91.29 \text{ millares}}{192 \text{ horas hombre}} = 0.475 \text{ millares/hr hombre}$$

$$\text{Productividad horas hombre} = \frac{86.58 \text{ millares}}{160 \text{ horas hombre}} = 0.451 \text{ millares/hr hombre}$$

$$\text{Productividad materia prima} = \frac{91.29 \text{ millares}}{271.6 \text{ tn MP}} = 0.34 \text{ millares/tn MP}$$

$$\text{Productividad materia prima} = \frac{86.58 \text{ millares}}{257.6 \text{ tn MP}} = 0.34 \text{ millares/tn MP}$$

Productividad general

Tabla 13
Producción pandereta

Mes	Ventas	Pandereta		
		Traslado a		
		Quema 3%	horno 1%	Secado 2%
Enero	1530	1575.9	1591.659	1623.49
Febrero	1320	1359.6	1373.196	1400.66
Marzo	920	947.6	957.076	976.22
Abril	1425	1467.75	1482.4275	1512.08
Mayo	1245	1282.35	1295.1735	1321.08
Junio	2000	2060	2080.6	2122.21
Julio	1325	1364.75	1378.3975	1405.97
Agosto	1520	1565.6	1581.256	1612.88
Setiembre	1425	1467.75	1482.4275	1512.08
Octubre	1320	1359.6	1373.196	1400.66
Noviembre	1120	1153.6	1165.136	1188.44
Diciembre	1025	1055.75	1066.3075	1087.63
Total (M)	16175			17163.39
Total de MP (Tn)				30894.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14
Producción King Kong estándar

King Kong estándar				
Mes	Ventas	Traslado a		
		Quema	horno	Secado
		2%	1%	3%
Enero	1120	1142.4	1153.824	1188.44
Febrero	940	958.8	968.388	997.44
Marzo	1100	1122	1133.22	1167.22
Abril	1220	1244.4	1256.844	1294.55
Mayo	1300	1326	1339.26	1379.44
Junio	1650	1683	1699.83	1750.82
Julio	1265	1290.3	1303.203	1342.30
Agosto	970	989.4	999.294	1029.27
Setiembre	1110	1132.2	1143.522	1177.83
Octubre	1234	1258.68	1271.2668	1309.40
Noviembre	1120	1142.4	1153.824	1188.44
Diciembre	950	969	978.69	1008.05
Total (M)	13979			14833.20
Total de MP (Tn)				41532.96

Fuente: Elaboración propia

$$Productividad = \frac{(16175 \times S/.450) + (13979 \times S/.610)}{(70 \times S/.1100 \times 12) + (30894.1 \times S/.210) + (41532.96 \times S/.210)}$$

$$Productividad = \frac{S/. 15805940}{S/. 16133682.6} = 0.98$$

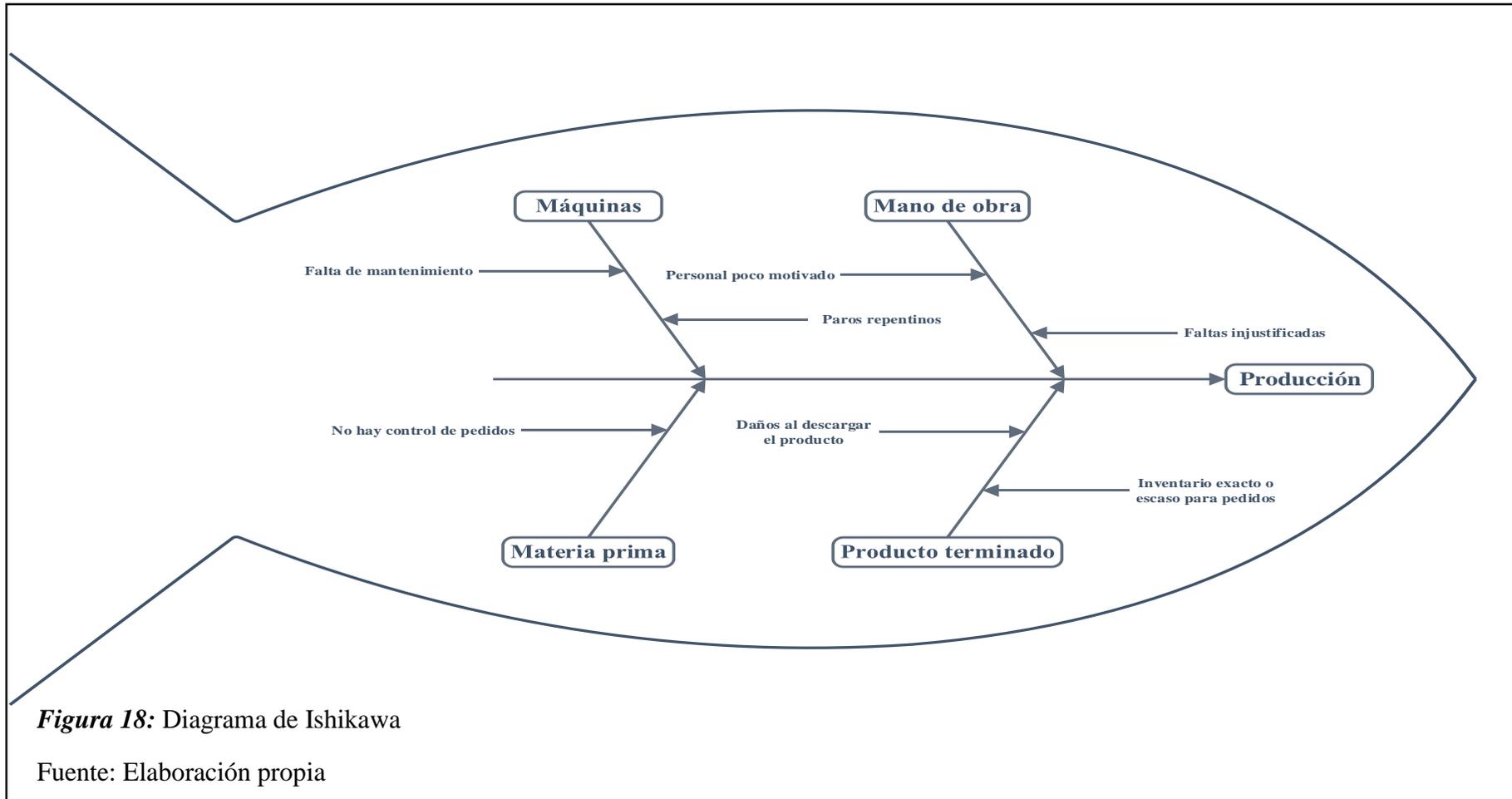


Figura 18: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

3.2. Propuesta de Investigación

3.2.1. Fundamentación

El propósito de la investigación es mejorar la productividad de la producción de ladrillos en la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C.; A través de la planificación y control de la producción.

La planificación y control de la producción no solo mejora la productividad de mano de obra, también hace un uso eficiente de la materia prima, una proyección de cuando es necesario pedirla para poder cumplir con las demandas proyectadas y entregar los pedidos a tiempo contando con una buena calidad en la fabricación de los productos.

3.2.2. Objetivos de la propuesta

a) Pronosticar la demanda para el segundo semestre del año 2017 y el primer semestre del año 2018 con los modelos de series de tiempo.

b) Realizar los distintos modelos de plan agregado de producción, y así conocer la cantidad necesaria de trabajadores para los tipos de ladrillos.

c) Proponer un plan maestro de producción para conocimiento de cuando es necesario realizar un pedido de producción.

d) Proponer un plan de requerimiento de materiales con las semanas programadas en el plan maestro y con las cantidades necesarias del producto y sus respectivas materias primas.

e) Realizar un análisis beneficio costo para comprobar la factibilidad de la propuesta planteada.

3.2.3. Desarrollo de la propuesta

Pronósticos Pandereta

Tabla 15

Promedio móvil simple de Pandereta año 2015-a

Meses	Pandereta		n=2		n=3		n=4	
	Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	1	1250						
Febrero	2	1236						
Marzo	3	1320	1243	77				
Abril	4	1245	1278	33	1269	24		
Mayo	5	1420	1283	138	1267	153	1263	
Junio	6	1350	1333	18	1328	22	1305	
Julio	7	1410	1385	25	1338	72	1334	
Agosto	8	1325	1380	55	1393	68	1356	
Setiembre	9	1420	1368	53	1362	58	1376	
Octubre	10	1380	1373	8	1385	5	1376	
Noviembre	11	1236	1400	164	1375	139	1384	
Diciembre	12	1390	1308	82	1345	45	1340	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Promedio móvil simple de Pandereta año 2016-a

Meses	Pandereta		n=2		n=3		n=4	
	Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1530	1313	217	1335	195	1357	174
Febrero	14	1320	1460	140	1385	65	1384	64
Marzo	15	920	1425	505	1413	493	1369	449
Abril	16	1425	1120	305	1257	168	1290	135
Mayo	17	1245	1173	73	1222	23	1299	54
Junio	18	2000	1335	665	1197	803	1228	773
Julio	19	1325	1623	298	1557	232	1398	73
Agosto	20	1520	1663	143	1523	3	1499	21
Setiembre	21	1425	1423	3	1615	190	1523	98
Octubre	22	1320	1473	153	1423	103	1568	248
Noviembre	23	1120	1373	253	1422	302	1398	278
Diciembre	24	1025	1220	195	1288	263	1346	321
				164		163		162

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Promedio móvil simple de Pandereta año 2015-b

Meses		n=5		n=6		n=7		
		Error		Error		Error		
		Pronóstico	Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1						
	Febrero	2						
	Marzo	3						
	Abril	4						
	Mayo	5						
	Junio	6	1294	56				
	Julio	7	1314	96	1304	107		
	Agosto	8	1349	24	1330	5	1319	6
	Setiembre	9	1350	70	1345	75	1329	91
	Octubre	10	1385	5	1362	18	1356	24
	Noviembre	11	1377	141	1384	148	1364	128
	Diciembre	12	1354	36	1354	37	1363	27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Promedio móvil simple de Pandereta año 2016-b

Meses	n=5		n=6		n=7		
	Error		Error		Error		
	Pronóstico	Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1350	180	1360	170	1359	171
Febrero	14	1391	71	1380	60	1384	64
Marzo	15	1371	451	1379	459	1372	452
Abril	16	1279	146	1296	129	1314	111
Mayo	17	1317	72	1304	59	1314	69
Junio	18	1288	712	1305	695	1295	705
Julio	19	1382	57	1407	82	1404	79
Agosto	20	1383	137	1373	148	1395	125
Setiembre	21	1503	78	1406	19	1394	31
Octubre	22	1503	183	1490	170	1409	89
Noviembre	23	1518	398	1473	353	1466	346
Diciembre	24	1342	317	1452	427	1422	397
			170		176		172

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Promedio móvil simple de Pandereta año 2015-c

Meses		n=8		n=9		n=10		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1						
	Febrero	2						
	Marzo	3						
	Abril	4						
	Mayo	5						
	Junio	6						
	Julio	7						
	Agosto	8						
	Setiembre	9	1320	101				
	Octubre	10	1341	39	1331	49		
	Noviembre	11	1359	123	1345	109	1336	100
	Diciembre	12	1348	42	1345	45	1334	56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Promedio móvil simple de Pandereta año 2016-c

Meses	n=8		n=9		n=10		
	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1366	164	1353	177	1350	180
Febrero	14	1380	60	1385	65	1371	51
Marzo	15	1376	456	1373	453	1378	458
Abril	16	1315	110	1326	99	1328	97
Mayo	17	1328	83	1327	82	1336	91
2016 Junio	18	1306	694	1318	682	1319	681
Julio	19	1383	58	1383	58	1387	62
Agosto	20	1394	126	1377	143	1377	143
Setiembre	21	1411	14	1408	17	1391	34
Octubre	22	1398	78	1412	92	1410	90
Noviembre	23	1398	278	1389	269	1403	283
Diciembre	24	1423	398	1367	342	1362	337
			176		179		190

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2015-a

Meses	Pandereta	n=2		n=3		n=4		
		Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto
Enero	1	1250						
Febrero	2	1236						
Marzo	3	1320	1241	79				
Abril	4	1245	1292	47	1280	35		
Mayo	5	1420	1270	150	1269	152	1266	154
Junio	6	1350	1362	12	1345	5	1329	21
Julio	7	1410	1373	37	1356	54	1347	63
Agosto	8	1325	1390	65	1392	67	1378	53
Setiembre	9	1420	1353	67	1358	63	1365	55
Octubre	10	1380	1388	8	1387	7	1383	3
Noviembre	11	1236	1393	157	1384	148	1384	148
Diciembre	12	1390	1284	106	1315	75	1325	65

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2016-a

Meses	Pandereta		n=2		n=3		n=4	
	Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1530	1339	191	1337	193	1345	185
Febrero	14	1320	1483	163	1434	114	1414	94
Marzo	15	920	1390	470	1402	482	1389	469
Abril	16	1425	1053	372	1155	270	1209	216
Mayo	17	1245	1257	12	1239	6	1263	18
Junio	18	2000	1305	695	1251	749	1242	759
Julio	19	1325	1748	423	1653	328	1551	226
Agosto	20	1520	1550	30	1537	17	1522	2
Setiembre	21	1425	1455	30	1535	110	1530	105
Octubre	22	1320	1457	137	1440	120	1491	171
Noviembre	23	1120	1355	235	1388	268	1392	272
Diciembre	24	1025	1187	162	1238	213	1281	256
				166		165		167

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2015-b

	Meses	n=5		n=6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1				
	Febrero	2				
	Marzo	3				
	Abril	4				
	Mayo	5				
	Junio	6	1317	33		
	Julio	7	1336	74	1327	83
	Agosto	8	1368	43	1357	32
	Setiembre	9	1360	60	1356	64
	Octubre	10	1383	3	1377	3
	Noviembre	11	1382	146	1382	146
	Diciembre	12	1335	55	1340	50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Promedio móvil ponderado de Pandereta año 2016-b

	Meses	n=5		n=6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2016	Enero	13	1347	183	1350	180
	Febrero	14	1407	87	1399	79
	Marzo	15	1383	463	1382	462
	Abril	16	1232	193	1251	174
	Mayo	17	1281	36	1287	42
	Junio	18	1257	743	1271	729
	Julio	19	1494	169	1469	144
	Agosto	20	1475	45	1446	74
	Setiembre	21	1521	96	1488	63
	Octubre	22	1495	175	1494	174
	Noviembre	23	1434	314	1445	325
	Diciembre	24	1301	276	1344	319
			168		175	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Suavización exponencial de Pandereta año 2015-a

Meses	Pandereta	α			α			α	
		0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	Error	
	Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto		
2015	Enero	1	1250	1250	0	1250	0	1250	0
	Febrero	2	1236	1250	14	1250	14	1250	14
	Marzo	3	1320	1249	71	1247	73	1246	74
	Abril	4	1245	1256	11	1262	17	1268	23
	Mayo	5	1420	1255	165	1258	162	1261	159
	Junio	6	1350	1271	79	1291	59	1309	41
	Julio	7	1410	1279	131	1303	107	1321	89
	Agosto	8	1325	1292	33	1324	1	1348	23
	Setiembre	9	1420	1295	125	1324	96	1341	79
	Octubre	10	1380	1308	72	1343	37	1365	15
	Noviembre	11	1236	1315	79	1351	115	1369	133
	Diciembre	12	1390	1307	83	1328	62	1329	61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Suavización exponencial de Pandereta año 2016-a

Meses	Pandereta	α		α		α		
		0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	Error	
	Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Absoluto	
Enero	13	1530	1315	215	1340	190	1348	182
Febrero	14	1320	1337	17	1378	58	1402	82
Marzo	15	920	1335	415	1367	447	1378	458
Abril	16	1425	1294	131	1277	148	1240	185
Mayo	17	1245	1307	62	1307	62	1296	51
2016 Junio	18	2000	1301	699	1294	706	1280	720
Julio	19	1325	1371	46	1436	111	1496	171
Agosto	20	1520	1366	154	1413	107	1445	75
Setiembre	21	1425	1381	44	1435	10	1467	42
Octubre	22	1320	1386	66	1433	113	1455	135
Noviembre	23	1120	1379	259	1410	290	1414	294
Diciembre	24	1025	1353	328	1352	327	1326	301
				137		138		142

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Suavización exponencial de Pandereta año 2015-b

Meses		α		α		α		
		0.4		0.5		0.6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1	1250	0	1250	0	1250	0
	Febrero	2	1250	14	1250	14	1250	14
	Marzo	3	1244	76	1243	77	1242	78
	Abril	4	1275	30	1282	37	1289	44
	Mayo	5	1263	157	1263	157	1262	158
	Junio	6	1326	24	1342	8	1357	7
	Julio	7	1335	75	1346	64	1353	57
	Agosto	8	1365	40	1378	53	1387	62
	Setiembre	9	1349	71	1351	69	1350	70
	Octubre	10	1377	3	1386	6	1392	12
	Noviembre	11	1378	142	1383	147	1385	149
	Diciembre	12	1321	69	1309	81	1296	94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Suavización exponencial de Pandereta año 2016-b

Meses		α		α		α		
		0.4		0.5		0.6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2016	Enero	13	1349	181	1350	180	1352	178
	Febrero	14	1421	101	1440	120	1459	139
	Marzo	15	1381	461	1380	460	1376	456
	Abril	16	1196	229	1150	275	1102	323
	Mayo	17	1288	43	1287	42	1296	51
	Junio	18	1271	729	1266	734	1265	735
	Julio	19	1562	237	1633	308	1706	381
	Agosto	20	1467	53	1479	41	1477	43
	Setiembre	21	1488	63	1500	75	1503	78
	Octubre	22	1463	143	1462	142	1456	136
	Noviembre	23	1406	286	1391	271	1374	254
	Diciembre	24	1292	267	1256	231	1222	197
			146		150		155	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Suavización exponencial de Pandereta año 2015-c

Meses		α		α		α		
		0.7		0.8		0.9		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1	1250	0	1250	0	1250	0
	Febrero	2	1250	14	1250	14	1250	14
	Marzo	3	1240	80	1239	81	1237	83
	Abril	4	1296	51	1304	59	1312	67
	Mayo	5	1260	160	1257	163	1252	168
	Junio	6	1372	22	1387	37	1403	53
	Julio	7	1357	53	1357	53	1355	55
	Agosto	8	1394	69	1399	74	1405	80
	Setiembre	9	1346	74	1340	80	1333	87
	Octubre	10	1398	18	1404	24	1411	31
	Noviembre	11	1385	149	1385	149	1383	147
	Diciembre	12	1281	109	1266	124	1251	139

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Suavización exponencial de Pandereta año 2016-c

Meses	α		α		α		
	0.7		0.8		0.9		
	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1357	173	1365	165	1376	154
Febrero	14	1478	158	1497	177	1515	195
Marzo	15	1367	447	1355	435	1339	419
Abril	16	1054	371	1007	418	962	463
Mayo	17	1314	69	1341	96	1379	134
2016 Junio	18	1266	734	1264	736	1258	742
Julio	19	1780	455	1853	528	1926	601
Agosto	20	1461	59	1431	89	1385	135
Setiembre	21	1502	77	1502	77	1507	82
Octubre	22	1448	128	1440	120	1433	113
Noviembre	23	1358	238	1344	224	1331	211
Diciembre	24	1192	167	1165	140	1141	116
			161		169		179

Fuente: Elaboración propia

Pronósticos King Kong Estándar

Tabla 31

Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2015-a

Meses	King Kong Estándar	n=2		n=3		n=4		
		Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto
Enero	1	1035						
Febrero	2	980						
Marzo	3	1120	1008	112.5				
Abril	4	960	1050	90	1045	85		
Mayo	5	1230	1040	190	1020	210	1024	206
Junio	6	1420	1095	325	1103	317	1073	348
Julio	7	1325	1325	0	1203	122	1183	143
Agosto	8	860	1373	512.5	1325	465	1234	374
Setiembre	9	1135	1093	42.5	1202	67	1209	74
Octubre	10	920	998	77.5	1107	187	1185	265
Noviembre	11	1000	1028	27.5	972	28	1060	60
Diciembre	12	1320	960	360	1018	302	979	341

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2016-a

Meses	King Kong Estándar		n=2		n=3		n=4	
	Millares		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto
Enero	13	1120	1160	40	1080	40	1094	26
Febrero	14	940	1220	280	1147	207	1090	150
Marzo	15	1100	1030	70	1127	27	1095	5
Abril	16	1220	1020	200	1053	167	1120	100
Mayo	17	1300	1160	140	1087	213	1095	205
2016 Junio	18	1650	1260	390	1207	443	1140	510
Julio	19	1265	1475	210	1390	125	1318	53
Agosto	20	970	1458	487.5	1405	435	1359	389
Setiembre	21	1110	1118	7.5	1295	185	1296	186
Octubre	22	1234	1040	194	1115	119	1249	15
Noviembre	23	1120	1172	52	1105	15	1145	25
Diciembre	24	950	1177	227	1155	205	1109	159
				183		189		182

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2015-b

Meses		n=5		n=6		n=7		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1						
	Febrero	2						
	Marzo	3						
	Abril	4						
	Mayo	5						
	Junio	6	1065	355				
	Julio	7	1142	183	1124	201		
	Agosto	8	1211	351	1173	313	1153	293
	Setiembre	9	1159	24	1153	18	1128	7
	Octubre	10	1194	274	1155	235	1150	230
	Noviembre	11	1132	132	1148	148	1121	121
	Diciembre	12	1048	272	1110	210	1127	193

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2016-b

Meses	n=5		n=6		n=7		
	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1047	73	1093	27	1140	20
Febrero	14	1099	159	1059	119	1097	157
Marzo	15	1060	40	1073	28	1042	58
Abril	16	1096	124	1067	153	1076	144
Mayo	17	1140	160	1117	183	1089	211
Junio	18	1136	514	1167	483	1143	507
Julio	19	1242	23	1222	43	1236	29
Agosto	20	1307	337	1246	276	1228	258
Setiembre	21	1281	171	1251	141	1206	96
Octubre	22	1259	25	1253	19	1231	3
Noviembre	23	1246	126	1255	135	1250	130
Diciembre	24	1140	190	1225	275	1236	286
			186		167		161

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2015-c

Meses		n=8		n=9		n=10	
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto
2015	Enero	1					
	Febrero	2					
	Marzo	3					
	Abril	4					
	Mayo	5					
	Junio	6					
	Julio	7					
	Agosto	8					
	Setiembre	9	1116	19			
	Octubre	10	1129	209	1118	198	
	Noviembre	11	1121	121	1106	106	1099
	Diciembre	12	1106	214	1108	212	1095

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Promedio móvil simple de King Kong Estándar año 2016-c

Meses	n=8		n=9		n=10		
	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1151	31	1130	10	1129	9
Febrero	14	1138	198	1148	208	1129	189
Marzo	15	1078	23	1116	16	1127	27
Abril	16	1049	171	1080	140	1114	106
Mayo	17	1094	206	1068	232	1094	206
Junio	18	1115	535	1117	533	1092	559
Julio	19	1206	59	1174	91	1171	95
Agosto	20	1239	269	1213	243	1184	214
Setiembre	21	1196	86	1209	99	1189	79
Octubre	22	1194	40	1186	48	1200	35
Noviembre	23	1231	111	1199	79	1191	71
Diciembre	24	1234	284	1219	269	1191	241
			161		165		154

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2015-a

Meses	King Kong Estándar	n=2		n=3		n=4		
		Millares	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto
Enero	1	1035						
Febrero	2	980						
Marzo	3	1120	998	122				
Abril	4	960	1073	113	1059	99		
Mayo	5	1230	1013	217	1017	213	1020	211
2015 Junio	6	1420	1140	280	1122	298	1102	318
Julio	7	1325	1357	32	1280	45	1241	84
Agosto	8	860	1357	497	1341	481	1298	438
Setiembre	9	1135	1015	120	1108	27	1149	14
Octubre	10	920	1043	123	1075	155	1119	199
Noviembre	11	1000	992	8	982	18	1013	13
Diciembre	12	1320	973	347	996	324	989	331

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2016-a

Meses	King Kong Estándar Millares	n=2		n=3		n=4			
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto		
Enero	13	1120	1213	93	1147	27	1126	6	
Febrero	14	940	1187	247	1167	227	1136	196	
Marzo	15	1100	1000	100	1063	37	1076	24	
Abril	16	1220	1047	173	1050	170	1078	142	
Mayo	17	1300	1180	120	1133	167	1118	182	
2016 Junio	18	1650	1273	377	1240	410	1200	450	
Julio	19	1265	1533	268	1462	197	1404	139	
Agosto	20	970	1393	423	1399	429	1383	413	
Setiembre	21	1110	1068	42	1182	72	1228	118	
Octubre	22	1234	1063	171	1089	145	1153	81	
Noviembre	23	1120	1193	73	1149	29	1147	27	
Diciembre	24	950	1158	208	1156	206	1137	187	
				189			180	179	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2015-b

	Meses	n=5		n=6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1				
	Febrero	2				
	Marzo	3				
	Abril	4				
	Mayo	5				
	Junio	6	1090	330		
	Julio	7	1208	117	1184	141
	Agosto	8	1269	409	1241	381
	Setiembre	9	1152	17	1152	17
	Octubre	10	1144	224	1147	227
	Noviembre	11	1053	53	1080	80
	Diciembre	12	1009	311	1038	282

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Promedio móvil ponderado de King Kong Estándar año 2016-b

	Meses	n=5		n=6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2016	Enero	13	1099	21	1098	22
	Febrero	14	1124	184	1105	165
	Marzo	15	1071	29	1071	29
	Abril	16	1084	136	1079	141
	Mayo	17	1125	175	1123	177
	Junio	18	1179	471	1175	475
	Julio	19	1350	85	1313	48
	Agosto	20	1358	388	1326	356
	Setiembre	21	1245	135	1247	137
	Octubre	22	1188	46	1207	27
	Noviembre	23	1180	60	1201	81
	Diciembre	24	1138	188	1163	213
			178		167	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2015-a

Meses	King Kong Estándar Millares	α		α		α		
		0.1		0.2		0.3		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	1	1035	1035	0	1035	0	1035	0
Febrero	2	980	1035	55	1035	55	1035	55
Marzo	3	1120	1030	91	1024	96	1019	102
Abril	4	960	1039	79	1043	83	1049	89
Mayo	5	1230	1031	199	1027	203	1022	208
2015 Junio	6	1420	1051	369	1067	353	1085	335
Julio	7	1325	1088	237	1138	187	1185	140
Agosto	8	860	1111	251	1175	315	1227	367
Setiembre	9	1135	1086	49	1112	23	1117	18
Octubre	10	920	1091	171	1117	197	1122	202
Noviembre	11	1000	1074	74	1077	77	1062	62
Diciembre	12	1320	1067	253	1062	258	1043	277

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2016-a

Meses	King Kong Estándar Millares	α		α		α		
		0.1		0.2		0.3		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1120	1092	28	1114	6	1126	6
Febrero	14	940	1095	155	1115	175	1124	184
Marzo	15	1100	1079	21	1080	20	1069	31
Abril	16	1220	1081	139	1084	136	1078	142
Mayo	17	1300	1095	205	1111	189	1121	179
2016 Junio	18	1650	1116	534	1149	501	1175	475
Julio	19	1265	1169	96	1249	16	1317	52
Agosto	20	970	1179	209	1252	282	1302	332
Setiembre	21	1110	1158	48	1196	86	1202	92
Octubre	22	1234	1153	81	1179	55	1174	60
Noviembre	23	1120	1161	41	1190	70	1192	72
Diciembre	24	950	1157	207	1176	226	1171	221
				150			150	154

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2015-b

Meses		α		α		α		
		0.4		0.5		0.6		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1	1035	0	1035	0	1035	0
	Febrero	2	1035	55	1035	55	1035	55
	Marzo	3	1013	107	1008	113	1002	118
	Abril	4	1056	96	1064	104	1073	113
	Mayo	5	1017	213	1012	218	1005	225
	Junio	6	1102	318	1121	299	1140	280
	Julio	7	1229	96	1270	55	1308	17
	Agosto	8	1268	408	1298	438	1318	458
	Setiembre	9	1105	30	1079	56	1043	92
	Octubre	10	1117	197	1107	187	1098	178
	Noviembre	11	1038	38	1013	13	991	9
	Diciembre	12	1023	297	1007	313	997	323

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2016-b

Meses	α		α		α		
	0.4		0.5		0.6		
	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
Enero	13	1142	22	1163	43	1191	71
Febrero	14	1133	193	1142	202	1148	208
Marzo	15	1056	44	1041	59	1023	77
Abril	16	1073	147	1070	150	1069	151
Mayo	17	1132	168	1145	155	1160	140
2016 Junio	18	1199	451	1223	427	1244	406
Julio	19	1380	115	1436	171	1488	223
Agosto	20	1334	364	1351	381	1354	384
Setiembre	21	1188	78	1160	50	1124	14
Octubre	22	1157	77	1135	99	1115	119
Noviembre	23	1188	68	1185	65	1187	67
Diciembre	24	1161	211	1152	202	1147	197
			158		161		163

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2015-c

Meses		α		α		α		
		0.7		0.8		0.9		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2015	Enero	1	1035	0	1035	0	1035	0
	Febrero	2	1035	55	1035	55	1035	55
	Marzo	3	997	124	991	129	986	135
	Abril	4	1083	123	1094	134	1107	147
	Mayo	5	997	233	987	243	975	255
	Junio	6	1160	260	1181	239	1204	216
	Julio	7	1342	17	1372	47	1398	73
	Agosto	8	1330	470	1334	474	1332	472
	Setiembre	9	1001	134	955	180	907	228
	Octubre	10	1095	175	1099	179	1112	192
	Noviembre	11	972	28	956	44	939	61
	Diciembre	12	992	328	991	329	994	326

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Suavización exponencial de King Kong Estándar año 2016-c

Meses		α		α		α		
		0.7		0.8		0.9		
		Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	Pronóstico	Error Absoluto	
2016	Enero	13	1222	102	1254	134	1287	167
	Febrero	14	1150	210	1147	207	1137	197
	Marzo	15	1003	97	981	119	960	140
	Abril	16	1071	149	1076	144	1086	134
	Mayo	17	1175	125	1191	109	1207	93
	Junio	18	1263	387	1278	372	1291	359
	Julio	19	1534	269	1576	311	1614	349
	Agosto	20	1346	376	1327	357	1300	330
	Setiembre	21	1083	27	1041	69	1003	107
	Octubre	22	1102	132	1096	138	1099	135
	Noviembre	23	1194	74	1206	86	1221	101
	Diciembre	24	1142	192	1137	187	1130	180
			170		179		186	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta los resultados de todos los modelos de pronósticos de lo cual se escogió la de menos error absoluto que fue el método de suavización exponencial:

Tabla 47

Resumen promedio móvil simple

Promedio móvil simple		
n	Pandereta	King Kong estándar
2	164	183
3	163	189
4	162	182
5	170	186
6	176	167
7	172	161
8	176	161
9	179	165
10	190	154

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Resumen promedio móvil ponderado

Promedio móvil ponderado		
n	Pandereta	King Kong estándar
2	166	189
3	165	180
4	167	179
5	168	178
6	175	167

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Resumen suavización exponencial

Suavización exponencial		
n	Pandereta	King Kong estándar
0.1	137	150
0.2	138	150
0.3	142	154
0.4	146	158
0.5	150	161
0.6	155	163
0.7	161	170
0.8	169	179
0.9	179	186

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar los errores absolutos de los pronósticos tanto de Pandereta como de King Kong Estándar se determinó la mejor opción para calcular las cantidades de los siguientes meses del año 2017, a continuación, en las Figuras 19 y 20 se muestra la tendencia de los datos pronosticados de ambos tipos de ladrillo.

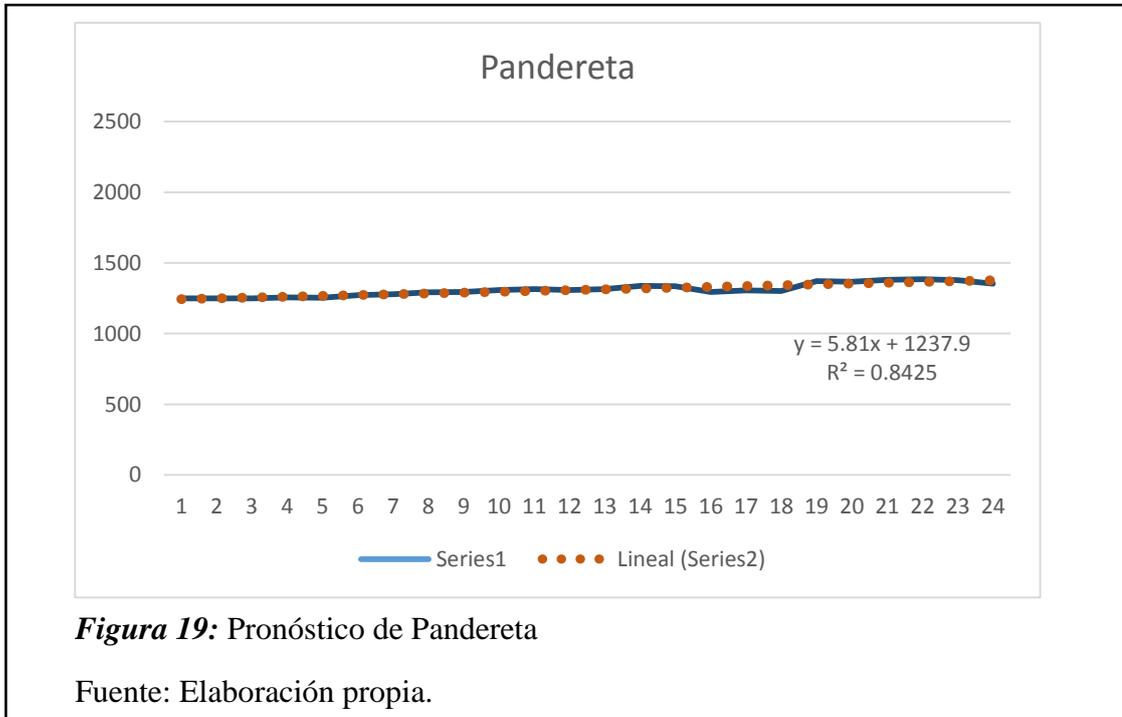


Figura 19: Pronóstico de Pandereta

Fuente: Elaboración propia.

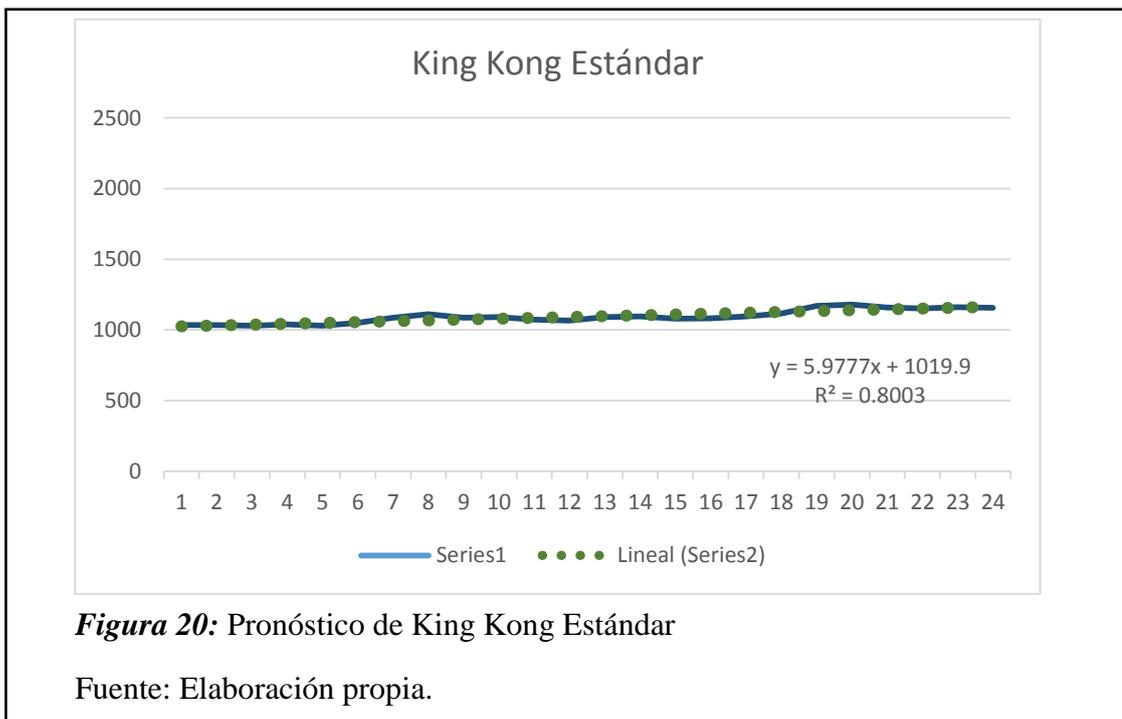


Figura 20: Pronóstico de King Kong Estándar

Fuente: Elaboración propia.

Con la ecuación de la tendencia podemos calcular las demandas del siguiente año, donde “X” representa el orden de meses por año.

Tabla 50

Pronósticos de Pandereta año 2017

$Y=5.81x+1237.9$		
25	Enero	1383
26	Febrero	1389
27	Marzo	1395
28	Abril	1401
29	Mayo	1406
30	Junio	1412
31	Julio	1418
32	Agosto	1424
33	Setiembre	1430
34	Octubre	1435
35	Noviembre	1441
36	Diciembre	1447

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Pronósticos de Estándar año 2017

$Y=5.9777x+1019.9$		
25	Enero	1169
26	King Kong Febrero	1175
27	Marzo	1181
28	Abril	1187
29	Mayo	1193
30	Junio	1199
31	Julio	1205
32	Agosto	1211
33	Setiembre	1217
34	Octubre	1223
35	Noviembre	1229
36	Diciembre	1235

Fuente: Elaboración propia

Plan agregado de Producción

Plan Agregado de Pandereta

Los datos con respecto a la demanda total de Pandereta se muestran en la Tabla 52.

Tabla 52

Demanda pronosticada de Pandereta

2017	Enero	1383
	Febrero	1389
	Marzo	1395
	Abril	1401
	Mayo	1406
	Junio	1412
	Julio	1418
	Agosto	1424
	Setiembre	1430
	Octubre	1435
	Noviembre	1441
	Diciembre	1447

Fuente: Elaboración propia

Caso 1: Como primer plan agregado se utilizará una estrategia caza variando la fuerza laboral para satisfacer la demanda mensual del año, es decir si es necesario contratar o despedir sea el caso, para lo cual es necesario los siguientes datos:

- Costo mensual de la mano de obra es de S/. 1100 mensuales por trabajador.
- Costo de contratar un trabajador es de S/. 150 por trabajador.
- Costo de despido es de S/. 200 por trabajador.
- Costo de producir es de S/. 210 por millar.
- Tiempo de producción de los 1383 millares de Pandereta es de 168 horas/mes.
- Se trabaja 7 días para la producción del Pandereta.
- La empresa cuenta actualmente con 32 trabajadores en formado en dos turnos.

Tabla 53

Estrategia Caza variando la fuerza laboral

Mes	Demanda	Horas requeridas	Horas/mes actuales	Número de trabajadores necesarios	Contrato	Despido
Enero	1383	168	168	32	0	0
Febrero	1389	169	168	32	0	0
Marzo	1395	169	168	32	0	0
Abril	1401	170	168	32	0	0
Mayo	1406	171	168	33	1	0
Junio	1412	172	168	33	0	0
Julio	1418	172	168	33	0	0
Agosto	1424	173	168	33	0	0
Setiembre	1430	174	168	33	0	0
Octubre	1435	174	168	33	0	0
Noviembre	1441	175	168	33	0	0
Diciembre	1447	176	168	33	0	0
	16981	2063			1	0

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 53, se puede observar las horas requeridas para la producción de la demanda prevista, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Horas requeridas} = \frac{\text{Demanda} * \text{horas mensuales actuales}}{\text{Unidades producidas actuales}}$$

$$\text{Horas requeridas} = \frac{1383\text{millares} * 168\text{h/mes}}{1383\text{millares}} = 168\text{h/mes}$$

Las horas actuales son el valor que tiene la empresa para todos los trabajadores y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Horas mensual} = 7\text{días/mes} * 24\text{horas/día} = 168\text{h/mes}$$

La cantidad de trabajadores necesarios se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Trabajadores necesarios} = \frac{\text{horas requeridas} * \text{operarios actuales}}{\text{horas mensuales actual}}$$

$$\text{Trabajadores necesarios} = \frac{168h/requeridas * 32operarios}{168h/mes} = 32operarios$$

Según la estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 54

Costo de la primer estrategia de Pandereta

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	(16981*1.8)*210	S/6,418,818.00
Mano de obra	2063*(1100/168)	S/13,507.74
Contratar	1*150	S/150.00
Despido	0*200	S/0.00
Total		S/6,432,475.74

Fuente: Elaboración propia

Se tuvo un costo total de S/. 6,432,475.74 nuevos soles al implementar una estrategia de seguimiento variando la fuerza de trabajo, pero en algunos meses es necesario contratar algunos operarios para poder cumplir con las demandas.

Caso 2: Se utilizará una estrategia caza para satisfacer la menor demanda esperada, para lo cual se usará subcontrataciones; para ello se debe tener en cuenta que el costo de subcontratar un millar de ladrillos es de S/.250; al igual que el costo de almacenamiento que es de S/.150. Para este caso se tendrá que calcular el número de trabajadores necesarios para cumplir con la mínima demanda la cual es de enero con un total de 1383 millares con ambos turnos, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{\text{Demanda} * \text{Tiempo de carga de millar por operario}}{\text{Días laborales} * \text{Número de horas laborales al día}}$$

Entonces:

Demanda de enero: 1383 millares.

Días laborables: 7 días/mes.

Número de horas laborables al día: 24 horas.

Tiempo de cargar un millar por operario: 3.85 horas.

$$Pandereta = 197.62 \frac{\text{millares}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 8.23 \frac{\text{millares}}{\text{hora}}$$

$$Panderata = 8.23 \frac{\text{millares}}{\text{hora}} \div 32 \text{ operarios} = 0.26 \frac{\text{millar}}{\text{operario hora}}$$

$$Pandereta = \frac{1 \text{ millar} \times 1 \text{ hora}}{0.26 \text{ millares}} = 3.85 \text{ horas}$$

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{1393 \times 3.85}{7 \times 24} = 31.6 = 32 \text{ operarios}$$

El número de trabajadores que se tendrá para todo el año 2017 será de 32, entonces podemos obtener los siguientes resultados:

Tabla 55

Estrategia Caza con el mismo número de trabajadores

Mes	Horas disponible	Producción real	Demanda	Inventario final	Subcontratar
Enero	5376	1396	1383	13	0
Febrero	5376	1396	1389	20	0
Marzo	5376	1396	1395	21	0
Abril	5376	1396	1401	16	0
Mayo	5376	1396	1406	6	0
Junio	5376	1396	1412	0	10
Julio	5376	1396	1418	0	22
Agosto	5376	1396	1424	0	28
Setiembre	5376	1396	1430	0	34
Octubre	5376	1396	1435	0	39
Noviembre	5376	1396	1441	0	45
Diciembre	5376	1396	1447	0	51
	64512	16752		76	229

Fuente: Elaboración propia

En esta estrategia se debe subcontratar 229 millares de ladrillos, así mismo se tiene una producción de 1396 millares de ladrillos con una fuerza laboral de 5376 horas - hombre durante el año 2017.

Las horas disponibles son calculadas con la siguiente fórmula:

$$7 \text{ días} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 32 \text{ trabajadores} = 5376 \text{ horas} - \text{hombre}$$

La producción real es calculada de la siguiente manera:

$$\frac{5376 \text{ horas}}{3.85 \frac{\text{horas}}{\text{millas}}} = 1396.36 = 1396 \text{ millares}$$

La cantidad de subcontratar se obtiene de la siguiente manera:

$$(1396 + 6)\text{millares} - 1412\text{millares} = 10\text{millares para subcontratar}$$

Según la estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 56

Costo de la segunda estrategia de Pandereta

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	$(16752*1.8)*210$	S/6,332,256.00
Mano de obra	$64512*(1100/168)$	S/422,400.00
Almacenamiento	$76*150$	S/11,400.00
Subcontratar	$229*170$	S/38,930.00
Total		S/6,804,986.00

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un costo de S/. 6,804,986.00; de escogerse esta alternativa se debe verificar que los materiales a usar sean igual o mejor a los que utiliza.

Caso 3: Se utilizará una estrategia de nivelación o estable; se producirá con la cantidad de trabajadores actuales para ambos turnos, para lo cual la empresa cuenta con los siguientes costos:

- Costo de almacenamiento por millares es de S/. 150 mensual.
- Costo de faltantes por millares es de S/. 250.

Con los datos se pueden obtener los siguientes resultados:

Tabla 57

Estrategia caza de producción estable

Mes	Horas disponibles totales	Producción real	Demanda	Inventario inicial	Inventario final
Enero	5376	1396	1383	0	13
Febrero	5376	1396	1389	13	20
Marzo	5376	1396	1395	20	21
Abril	5376	1396	1401	21	16
Mayo	5376	1396	1406	16	6
Junio	5376	1396	1412	6	-10
Julio	5376	1396	1418	-10	-32
Agosto	5376	1396	1424	-32	-60
Setiembre	5376	1396	1430	-60	-94
Octubre	5376	1396	1435	-94	-133
Noviembre	5376	1396	1441	-133	-178
Diciembre	5376	1396	1447	-178	-229
	64512	16752		76	-736

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia nos da a entender que existe rotura de stock con una cantidad de 736 millares de ladrillos, lo que indica que con la cantidad actual de trabajadores no es suficiente para cumplir las demandas.

Para la obtención de las horas disponibles se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Horas disponibles} = 7 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 32 \text{ trabajadores} = 5376 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$$

Para la producción real se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{5376 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{3.85 \frac{\text{horas}}{\text{millar}}} = 1396.36 \frac{\text{millares}}{\text{mes}} = 1396 \frac{\text{millares}}{\text{mes}}$$

En enero se tiene un inventario inicial de 0 por ser comienzo de año, por lo tanto, para poder calcular el inventario final se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Inventario final} = 0 + 1396 - 1383 = 13 \text{ millares en inventario final}$$

Según la estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 58

Costo de la tercera estrategia de Pandereta

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	$(16752*1.8)*210$	S/6,332,256.00
Mano de obra	$64512*(1100/168)$	S/422,400.00
Almacenamiento	$76*150$	S/11,400.00
Faltantes	$736*250$	S/184,000.00
Total		S/6,950,056.00

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia tiene un costo de S/. 6,950,056.00, pero existe riesgo de rotura de stock y el costo es muy elevado lo cual no es beneficioso para la empresa.

Plan Agregado King Kong Estándar

Los datos con respecto a la demanda total de Pandereta se muestran en la Tabla 59.

Tabla 59

Demanda pronosticada de King Kong Estándar

	Enero	1169
	Febrero	1175
	Marzo	1181
	Abril	1187
	Mayo	1193
2017	Junio	1199
	Julio	1205
	Agosto	1211
	Setiembre	1217
	Octubre	1223
	Noviembre	1229
	Diciembre	1235

Fuente: Elaboración propia

Caso 1: Como primer plan agregado se utilizará una estrategia caza variando la fuerza laboral para satisfacer la demanda mensual del año, es decir si es necesario contratar o despedir sea el caso, para lo cual es necesario los siguientes datos:

- Costo mensual de la mano de obra es de S/. 1100 mensuales por trabajador.
- Costo de contratar un trabajador es de S/. 150 por trabajador.
- Costo de despido es de S/. 200 por trabajador.
- Costo de producir es de S/. 210 por millar.
- Tiempo de producción de los 1067 millares de King Kong Estándar es de 144 horas/mes.
- Se trabaja 6 días para la producción del King Kong Estándar.
- La empresa cuenta actualmente con 32 trabajadores en formado en ambos turnos.

Tabla 60

Estrategia Caza variando la fuerza laboral

Mes	Demanda	Horas requeridas	Horas/mes actuales	Número de trabajadores necesarios	Contrato	Despido
Enero	1169	158	144	35	3	0
Febrero	1175	159	144	35	0	0
Marzo	1181	159	144	35	0	0
Abril	1187	160	144	36	1	0
Mayo	1193	161	144	36	0	0
Junio	1199	162	144	36	0	0
Julio	1205	163	144	36	0	0
Agosto	1211	163	144	36	0	0
Setiembre	1217	164	144	36	0	0
Octubre	1223	165	144	37	1	0
Noviembre	1229	166	144	37	0	0
Diciembre	1235	167	144	37	0	0
	14424	1947			5	0

Fuente: *Elaboración propia*

En la Tabla 60, se puede observar las horas requeridas para la producción de la demanda prevista, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Horas requeridas} = \frac{\text{Demanda} * \text{horas mensuales actuales}}{\text{Unidades producidas actuales}}$$

$$\text{Horas requeridas} = \frac{1169\text{millares} * 144\text{h/mes}}{1067\text{millares}} = 158\text{h/mes}$$

Las horas actuales son el valor que tiene la empresa para todos los trabajadores y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Horas mensual} = 6\text{días/mes} * 24 \text{ horas/día} = 144\text{h/mes}$$

La cantidad de trabajadores necesarios se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Trabajadores necesarios} = \frac{\text{horas requeridas} * \text{operarios actuales}}{\text{horas mensuales actual}}$$

$$\text{Trabajadores necesarios} = \frac{158\text{h/requeridas} * 32\text{operarios}}{144\text{h/mes}} = 35\text{operarios}$$

Según la estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 61

Costo de la primera estrategia King Kong Estándar

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	(14424*2.8)*210	S/8,481,312.00
Mano de obra	1947*(1100/144)	S/14,870.10
Contratar	5*150	S/750.00
Despido	0*200	S/0.00
Total		S/8,496,932.10

Fuente: Elaboración propia

Se tuvo un costo total de S/. 8,496,932.10 nuevos soles al implementar una estrategia de seguimiento variando la fuerza de trabajo, pero en algunos meses es necesario contratar algunos operarios para poder cumplir con las demandas.

Caso 2: Se utilizará una estrategia caza para satisfacer la menor demanda esperada, para lo cual se usará subcontrataciones; para ello se debe tener en cuenta que el costo de subcontratar un millar de ladrillos es de S/.250; al igual que el costo de almacenamiento que es de S/.150. Para este caso se tendrá que calcular el número de trabajadores necesarios para cumplir con la mínima demanda la cual es de enero con un total de 1169 millares con ambos turnos, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{\text{Demanda} * \text{Tiempo de carga de millar por operario}}{\text{Días laborales} * \text{Número de horas laborales al día}}$$

Entonces:

Demanda de enero: 1169 millares.

Días laborables: 6 días/mes.

Número de horas laborables al día: 24 horas.

Tiempo de cargar un millar por operario: 4.35 horas.

$$\text{Pandereta} = 177.85 \frac{\text{millares}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 7.41 \frac{\text{millares}}{\text{hora}}$$

$$\text{Panderata} = 7.41 \frac{\text{millares}}{\text{hora}} \div 32 \text{ operarios} = 0.23 \frac{\text{millar} - \text{operario}}{\text{hora}}$$

$$\text{Pandereta} = \frac{1 \text{ millar} \times 1 \text{ hora}}{0.23 \text{ millares}} = 4.35 \text{ horas}$$

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{1169 \times 4.35}{6 \times 24} = 35.3 = 36 \text{ operarios}$$

El número de trabajadores que se tendrá para todo el año 2017 será de 36, entonces podemos obtener los siguientes resultados:

Tabla 62

Estrategia Caza con el mismo número de trabajadores

Mes	Horas disponible	Producción real	Demanda	Inventario final	Subcontratar
Enero	5184	1192	1169	23	0
Febrero	5184	1192	1175	40	0
Marzo	5184	1192	1181	51	0
Abril	5184	1192	1187	56	0
Mayo	5184	1192	1193	55	0
Junio	5184	1192	1199	48	0
Julio	5184	1192	1205	35	0
Agosto	5184	1192	1211	16	0
Setiembre	5184	1192	1217	0	9
Octubre	5184	1192	1223	0	31
Noviembre	5184	1192	1229	0	37
Diciembre	5184	1192	1235	0	43
	62208	14304		324	120

Fuente: Elaboración propia

En esta estrategia se debe subcontratar 178 millares de ladrillos, así mismo se tiene una producción de 1192 millares de ladrillos con una fuerza laboral de 5184 horas durante el año 2017.

Las horas disponibles son calculadas con la siguiente fórmula:

$$6 \text{ días} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 36 \text{ trabajadores} = 5184 \text{ horas}$$

La producción real es calculada de la siguiente manera:

$$\frac{5184 \text{ horas}}{4.35 \frac{\text{horas}}{\text{millas}}} = 1191.72 = 1192 \text{ millares}$$

La cantidad de subcontratar se obtiene de la siguiente manera:

$$1192 \text{ millares} - 1193 \text{ millares} = 1 \text{ millares para subcontratar}$$

Según la estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 63

Costo de la segunda estrategia de King Kong Estándar

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	$(14304*2.8)*210$	S/8,410,752.00
Mano de obra	$62208*(1100/144)$	S/475,200.00
Almacenamiento	$324*150$	S/48,600.00
Subcontratar	$120*170$	S/20,400.00
Total		S/8,954,952.00

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un costo de S/. 8,954,952.00; de escogerse esta alternativa se debe verificar que los materiales a usar sean igual o mejor a los que utiliza.

Caso 3: Se utilizará una estrategia de nivelación o estable; se producirá con la cantidad de trabajadores actuales para ambos turnos, para lo cual la empresa cuenta con los siguientes costos:

- Costo de almacenamiento por millares es de S/. 150 mensual.
- Costo de faltantes por millares es de S/. 250.

Con los datos se pueden obtener los siguientes resultados:

Tabla 64

Estrategia caza sin inventario inicial

Mes	Horas disponibles totales	Producción real	Demanda	Inventario inicial	Inventario final
Enero	4608	1059	1169	0	-110
Febrero	4608	1059	1175	-110	-226
Marzo	4608	1059	1181	-226	-348
Abril	4608	1059	1187	-348	-476
Mayo	4608	1059	1193	-476	-610
Junio	4608	1059	1199	-610	-750
Julio	4608	1059	1205	-750	-896
Agosto	4608	1059	1211	-896	-1048
Setiembre	4608	1059	1217	-1048	-1206
Octubre	4608	1059	1223	-1206	-1370
Noviembre	4608	1059	1229	-1370	-1540
Diciembre	4608	1059	1235	-1540	-1716
	55296	12708			10296

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia nos da a entender que existe rotura de stock con una cantidad de 10296 millares de ladrillos, lo que indica que con la cantidad actual de trabajadores no es suficiente para cumplir las demandas.

Para la obtención de las horas disponibles se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Horas disponibles} = 6 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 32 \text{ trabajadores} = 4608 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$$

Para la producción real se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{4608 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{4.35 \frac{\text{horas}}{\text{millar}}} = 1059.31 \frac{\text{millares}}{\text{mes}} = 1059 \frac{\text{millares}}{\text{mes}}$$

En enero se tiene un inventario inicial de 0 por ser comienzo de año, por lo tanto, para poder calcular el inventario final se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Inventario final} = 0 + 1059 - 1169 = -110 \text{ millares faltantes}$$

Según la estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 65

Costo de la tercera estrategia King Kong Estándar

Costos	Descripción	Monto (soles)
Materia prima	$(12708 * 2.8) * 210$	S/7,472,304.00
Mano de obra	$55296 * (1100/144)$	S/422,400.00
Almacenamiento	$0 * 150$	S/0.00
Faltantes	$10296 * 250$	S/2,574,000.00
Total		S/10,468,704.00

Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia tiene un costo de S/. 10,468,704.00, pero existe riesgo de rotura de stock y el costo es muy elevado lo cual no es beneficioso para la empresa.

A continuación, en la Tabla 66 se muestra la estrategia con su respectivo costo:

Tabla 66

Costos totales de las estrategias

Estrategia	Costo
De seguimiento, producir justo para satisfacer la demanda variando la fuerza de trabajo	S/14,929,407.84
De seguimiento, producir la demanda mínima y usar subcontrataciones	S/15,759,938.00
De nivelación se trabaja con la cantidad de trabajadores actuales pero se varia el inventario	S/17,418,760.00

Fuente: Elaboración propia

Se escogió la primera estrategia en ambos productos la cual es variando la fuerza laboral porque representa un menor costo ante las demás estrategias.

Plan maestro de producción

Para la elaboración del plan maestro se realizará con los resultados obtenidos en el plan agregado, el cual nos dice que la producción será para cumplir las demandas sin tener un inventario inicial ni final, para lo cual se ve representados en las siguientes tablas.

Tabla 67

Plan maestro de Pandereta 2017-a

	Julio				Agosto			
	25	26	27	28	29	30	31	32
Demanda	1418				1424			
Inventario final	38.19				38.19			
Inventario inicial	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19
Producción	1456.19				1462.19			

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 68**

Plan maestro de Pandereta 2017-b

	Setiembre				Octubre			
	33	34	35	36	37	38	39	40
Demanda	1430				1435			
Inventario final	38.19				38.19			
Inventario inicial	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19
Producción	1468.19				1473.19			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Plan maestro de Pandereta 2017-c

	Noviembre				Diciembre			
	41	42	43	44	45	46	47	48
Demanda	1441				1447			
Inventario final	38.19				38.19			
Inventario inicial	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19
Producción	1479.19				1485.19			

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 70**

Plan maestro de King Kong Estándar 2017-a

	Julio				Agosto			
	25	26	27	28	29	30	31	32
Demanda		1205				1211		
Inventario final		39.54				39.54		
Inventario inicial	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54
Producción		1244.54				1250.54		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71

Plan maestro de King Kong Estándar 2017-b

	Setiembre				Octubre			
	33	34	35	36	37	38	39	40
Demanda		1217				1223		
Inventario final		39.54				39.54		
Inventario inicial	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54
Producción		1256.54				1262.54		

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 72**

Plan maestro de King Kong Estándar 2017-c

	Noviembre				Diciembre			
	41	42	43	44	45	46	47	48
Demanda		1229				1235		
Inventario final		39.54				39.54		
Inventario inicial	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54
Producción		1268.54				1274.54		

Fuente: Elaboración propia

Política de inventario

Una política de inventarios busca optimizar los procesos logísticos; tales como minimizar los costos de compras, almacenaje, por lo tanto, dentro de la política de inventario se realiza un control de inventarios.

Stock de seguridad

Tabla 73

Desviación estándar pandereta

Pandereta				
	Demanda	xi-X	(xi-X)^2	
2017	Enero	1383	-32	1029
	Febrero	1389	-26	680
	Marzo	1395	-20	403
	Abril	1401	-14	198
	Mayo	1406	-9	83
	Junio	1412	-3	10
	Julio	1418	3	9
	Agosto	1424	9	80
	Setiembre	1430	15	223
	Octubre	1435	20	397
	Noviembre	1441	26	672
	Diciembre	1447	32	1019
Promedio	1415	Suma	4801	

Fuente: Elaboración propia

$$Desviación\ estándar = \sqrt{\frac{\sum\ demanda}{N - 1}}$$

$$Desviación\ estándar = \sqrt{\frac{4801\text{millres}}{11\text{meses}}} = 20.89\text{ millares/mes}$$

$$Stock\ de\ seguridad = Z \times S_d \times \sqrt{TE}$$

Donde:

Z: Nivel de confianza

S_d: Desviación estándar

TE: Tiempo de entrega

$$\text{Stock de seguridad} = (95\%) \times 20.89 \text{ millares/mes} \times \sqrt{0.87} \text{mes}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 1.96 \times 20.89 \text{ millares/mes} \times \sqrt{0.87} \text{mes}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 38.19 \text{ millares mensuales}$$

Tabla 74

Desviación estándar King Kong estándar

King Kong Estándar				
	Demanda	xi-X	(xi-X)^2	
2017	Enero	1169	-33	1089
	Febrero	1175	-27	729
	Marzo	1181	-21	441
	Abril	1187	-15	225
	Mayo	1193	-9	81
	Junio	1199	-3	9
	Julio	1205	3	9
	Agosto	1211	9	81
	Setiembre	1217	15	225
	Octubre	1223	21	441
	Noviembre	1229	27	729
	Diciembre	1235	33	1089
Promedio	1202	Suma	5148	

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{\frac{\sum \text{demanda}}{N - 1}}$$

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{\frac{5148 \text{ millares}}{11 \text{ meses}}} = 21.63 \text{ millares/mes}$$

$$\text{Stock de seguridad} = Z \times S_d \times \sqrt{TE}$$

Donde:

Z: Nivel de confianza

S_d: Desviación estándar

TE: Tiempo de entrega

$$\text{Stock de seguridad} = (95\%) \times 21.63 \text{millares/mes} \times \sqrt{0.87} \text{mes}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 1.96 \times 20.89 \text{ millares/mes} \times \sqrt{0.87}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 39.54 \text{ millares mensuales}$$

Plan de requerimiento de materiales

El plan de requerimiento de materiales es una estructura ordenada para cumplir con los requerimientos necesarios y cumplir la demanda pronosticada.

Pandereta

Las cantidades obtenidas para el año 2017 del tipo de ladrillo pandereta son las siguientes:

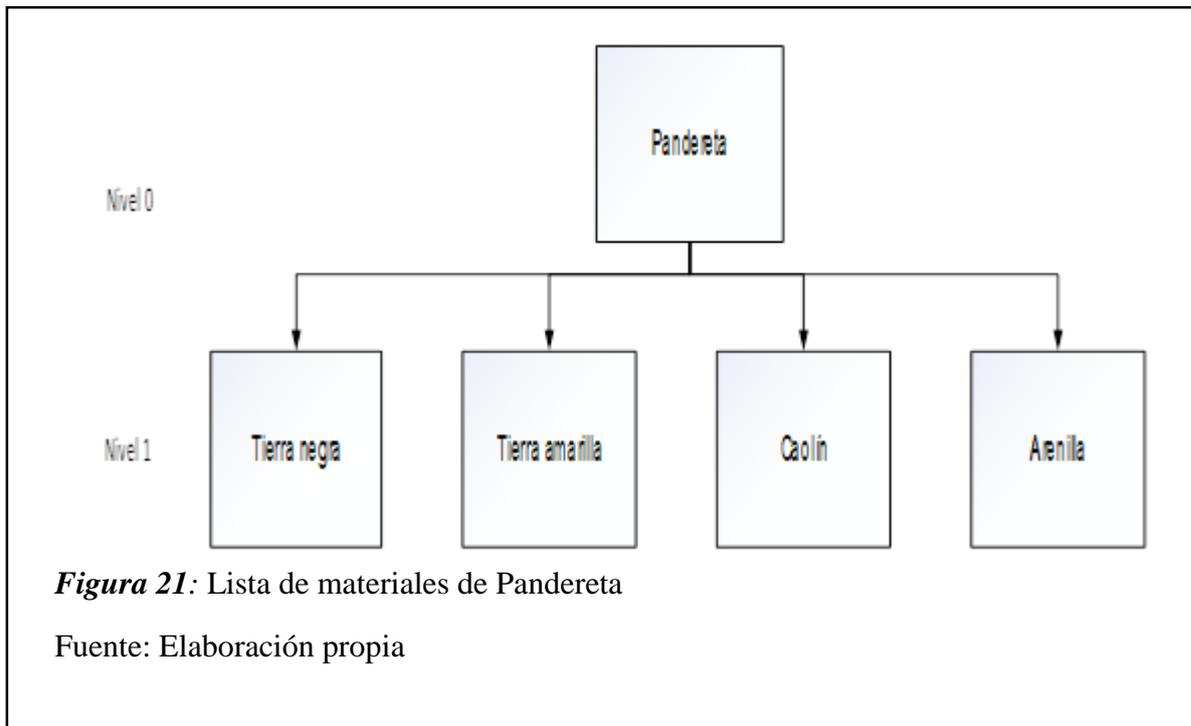
Tabla 75

Demanda del segundo semestre de Pandereta

2017	
Julio	1456.19
Agosto	1462.19
Setiembre	1468.19
Octubre	1473.19
Noviembre	1479.19
Diciembre	1485.19

Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar este formado es necesaria la siguiente estructura:



King Kong estándar

Las cantidades obtenidas para el año 2017 del tipo de ladrillo King Kong estándar son las siguientes:

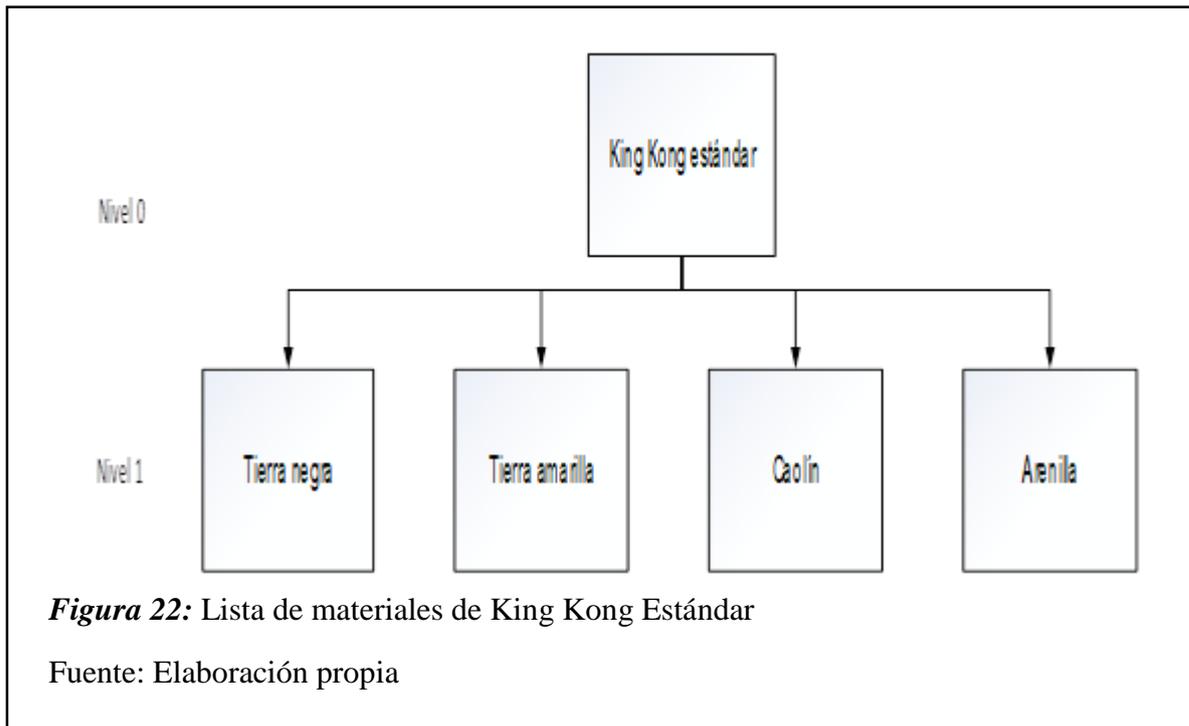
Tabla 76

Demanda del segundo semestre de King Kong Estándar

2017	
Julio	1244.54
Agosto	1250.54
Setiembre	1256.54
Octubre	1262.54
Noviembre	1268.54
Diciembre	1274.54

Fuente: Elaboración propia

Para poder realizar este formado es necesaria la siguiente estructura:



Para poder conocer las cantidades de materia prima necesarias en la producción de ambos productos es necesario saber el porcentaje de participación de cada una de ellas las cuales se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 77

Toneladas de materia prima por tipo de ladrillo

	Producción por lote	Peso	Tn de materia prima
Pandereta	1456.19	1.8	2621.14
King Kong estándar	1244.54	2.8	3484.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78

Porcentajes de materia prima de Pandereta

Pandereta		
Materia prima	Porcentaje de MP	Total
Tierra negra	44%	1153.3
Tierra amarilla	8.50%	222.8
Caolín	22%	576.65
Arenilla	8.80%	230.66

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 79**

Porcentajes de materia prima de King Kong Estándar

King Kong estándar		
Materia prima	Porcentaje de MP	Total
Tierra negra	39%	1359.04
Tierra amarilla	7.60%	264.84
Caolín	20%	696.94
Arenilla	11.70%	407.71

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 80**

Totales de toneladas en materia prima

Totales en Tn	
Tierra negra	2512.34
Tierra amarilla	487.64
Caolín	1273.59
Arenilla	638.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81

Plazos de entrega de los materiales

Plazo de entrega en semanas	
Pandereta	4
King Kong estándar	4
Tierra negra	2
Tierra amarilla	2
Caolín	2
Arenilla	2

Fuente: Elaboración propia

Ahora en la Tabla 82 se presenta el formato del plan de requerimiento de materiales:

Tabla 82

MRP

Tamaño de lote	Plazo	Disponibles	Stock de seguridad	Reservado	Código de nivel	Código del artículo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34							
							Junio				Julio				Agosto				Setiembre								
Lote	4 semana	0 millares	38.19	-	0	X	Necesidades brutas							1456.19				1462.19				1468.19					
							Recepción programada																				
							Disponibles		38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19
							Necesidades netas							1418				1424				1430					
							Lanzamiento de órdenes							1456.19				1462.19				1468.19				1473.19	
Lote	4 semana	0 millares	39.54	-	0	Y	Necesidades brutas							1244.54				1250.545				1256.54					
							Recepción programada																				
							Disponibles		39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54
							Necesidades netas							1205				1211				1217					
							Lanzamiento de órdenes							1244.54				1250.545				1256.54				1262.54	
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	A	Necesidades brutas							2512.34				2523.64				2534.95					
							Recepción programada																				
							Disponibles		2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34	2512.34
							Necesidades netas							2512.34				2523.64				2534.95					
							Lanzamiento de órdenes							2512.34				2523.64				2534.95				2546.30	
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	B	Necesidades brutas							487.64				489.83				492.02					
							Recepción programada																				
							Disponibles		487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64	487.64
							Necesidades netas							487.64				489.83				492.02					
							Lanzamiento de órdenes							487.64				489.83				492.02				494.07	
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	C	Necesidades brutas							1273.59				1279.33				1285.07					
							Recepción programada																				
							Disponibles		1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59	1273.59
							Necesidades netas							1273.59				1279.33				1285.07					
							Lanzamiento de órdenes							1273.59				1279.33				1285.07				1290.41	
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	D	Necesidades brutas							638.37				641.29				644.2					
							Recepción programada																				
							Disponibles		638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37	638.37
							Necesidades netas							638.37				641.29				644.2					
							Lanzamiento de órdenes							638.37				641.29				644.2				646.96	

Tamaño de lote	Plazo	Disponibles	Stock de seguridad	Reservado	Código de nivel	Código del artículo	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48							
							Setiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre											
Lote	4 semana	0 millares	38.19	-	0	X	Necesidades brutas			1473.19			1479.19			1485.19											
							Recepción programada																				
							Disponibles			38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19	38.19
							Necesidades netas						1435			1441			1447								
							Lanzamiento de órdenes						1479.19			1485.19											
Lote	4 semana	0 millares	39.54	-	0	Y	Necesidades brutas			1262.54			1268.54			1274.54											
							Recepción programada																				
							Disponibles			39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54	39.54
							Necesidades netas						1223			1229			1235								
							Lanzamiento de órdenes						1268.54			1274.54											
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	A	Necesidades brutas			2545.46			2556.76			2568.07											
							Recepción programada																				
							Disponibles			2545.46	2545.46	2545.46	2556.76	2556.76	2556.76	2556.76	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07	2568.07
							Necesidades netas						2545.46			2556.76			2568.07								
							Lanzamiento de órdenes						2556.76			2568.07											
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	B	Necesidades brutas			494.07			496.26			498.46											
							Recepción programada																				
							Disponibles			494.07	494.07	494.07	496.26	496.26	496.26	496.26	498.46	498.46	498.46	498.46	498.46	498.46	498.46	498.46	498.46	498.46	
							Necesidades netas						494.07			496.26			498.46								
							Lanzamiento de órdenes						496.26			498.46											
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	C	Necesidades brutas			1290.41			1296.14			1301.88											
							Recepción programada																				
							Disponibles			1290.41	1290.41	1290.41	1296.14	1296.14	1296.14	1296.14	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	1301.88	
							Necesidades netas						1290.41			1296.14			1301.88								
							Lanzamiento de órdenes						1296.14			1301.88											
Lote	2 semana	0 Tn	-	-	1	D	Necesidades brutas			646.96			649.88			652.79											
							Recepción programada																				
							Disponibles			646.96	646.96	646.96	649.88	649.88	649.88	649.88	652.79	652.79	652.79	652.79	652.79	652.79	652.79	652.79	652.79	652.79	
							Necesidades netas						646.96			649.88			652.79								
							Lanzamiento de órdenes						649.88			652.79											

Fuente: Elaboración propia

Control de la producción

El control de la producción será verificado por un ingeniero que se encargará de evaluar la producción con los datos pronosticados tanto del producto final como de los recursos necesarios, para ello se utilizarán los formatos que se muestran en las Figuras 23 y 24.

Producción Mensual				
Reporte de trabajo N°				
Periodo mes-año:				
Producto	Semana N° 1	Semana N°2	Semana N° 3	Semana N° 4
	Planificado Prod. real	Planificado Prod. real	Planificado Prod. real	Planificado Prod. real
Pandereta				
King Kong estándar				
King Kong tipo IV				
Techo 12				
Techo 15				
Súper King Kong				
Total de productos				
Total de horas trabajadas				
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 40px;">Observaciones</div>				

Figura 23: Modelo de control en producción

Fuente: Romero (2016)

3.2.4. Productividad de la propuesta

Tabla 83

Total de demanda después de la propuesta

	Pandereta	King Kong estándar
Enero	1383	1169
Febrero	1389	1175
Marzo	1395	1181
Abril	1401	1187
Mayo	1406	1193
Junio	1412	1199
Julio	1418	1205
Agosto	1424	1211
Setiembre	1430	1217
Octubre	1435	1223
Noviembre	1441	1229
Diciembre	1447	1235
Total (M)	16981	14424
Total en Tn	30565.8	40387.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84

Personal en la empresa

Personal en la empresa	70
Contratados	5
Total	75

Fuente: Elaboración propia

$$Productividad = \frac{(16981 \times S/.450) + (14424 \times S/.610)}{(75 \times S/.1100 \times 12) + (30565.8 \times S/.210) + (40387.2 \times S/.210)}$$

$$Productividad = \frac{S/. 16440090}{S/. 15890130} = 1.04$$

$$\text{Variación de la productividad} = \frac{p2 - p1}{p1} \times 100\%$$

$$\text{Variación de la productividad} = \frac{1.04 - 0.98}{0.98} \times 100\% = 6.1\%$$

Productividad antes de la propuesta

Tabla 85

Producción pandereta

Pandereta					
Mes	Demanda	Quema	Traslado a horno	Secado	Materia prima
		3%	1%	2%	
Febrero	1320	1359.6	1373.196	1400.66	2521.187856
Marzo	920	947.6	957.076	976.22	1757.191536
Abril	1425	1467.75	1482.4275	1512.08	2721.73689
Mayo	1245	1282.35	1295.1735	1321.08	2377.938546
Junio	2000	2060	2080.6	2122.21	3819.9816
Julio	1325	1364.75	1378.3975	1405.97	2530.73781

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86

Producción King Kong estándar

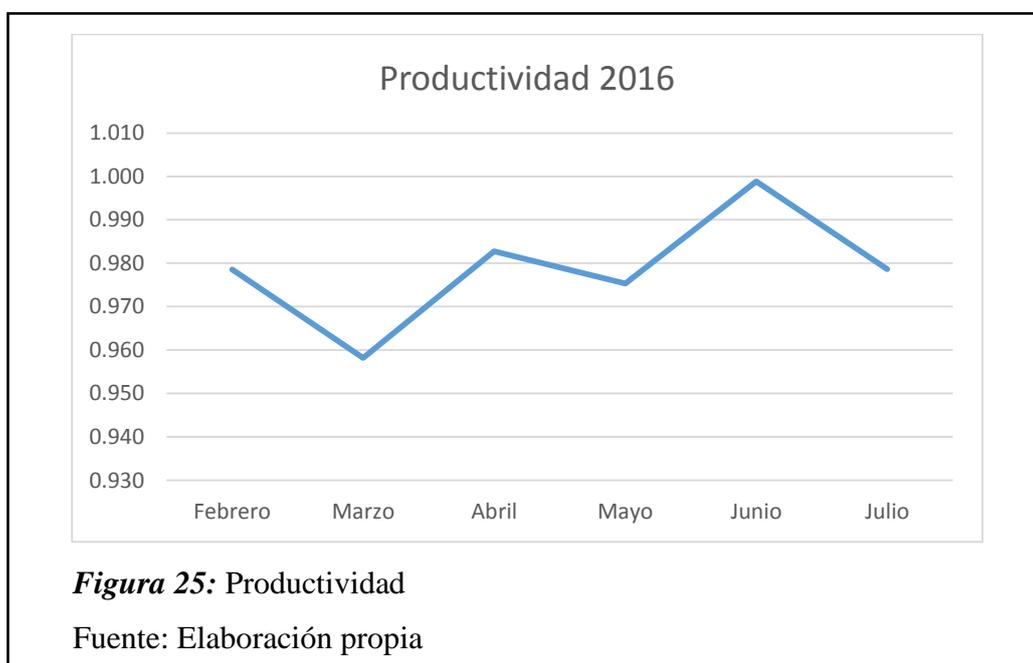
King Kong estándar					
Mes	Ventas	Quema	Traslado a horno	Secado	Materia prima
		2%	1%	3%	
Febrero	940	958.8	968.388	997.44	2792.830992
Marzo	1100	1122	1133.22	1167.22	3268.20648
Abril	1220	1244.4	1256.844	1294.55	3624.738096
Mayo	1300	1326	1339.26	1379.44	3862.42584
Junio	1650	1683	1699.83	1750.82	4902.30972
Julio	1265	1290.3	1303.203	1342.30	3758.437452

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87
Productividad mensual

Productividad	
Mes	Total
Febrero	0.979
Marzo	0.958
Abril	0.983
Mayo	0.975
Junio	0.999
Julio	0.979

Fuente: Elaboración propia



Productividad después de la propuesta

Tabla 88

Producción con la propuesta

Mes	Pandereta	Materia prima pandereta	King Kong estándar	Materia prima King Kong estándar
Febrero	1389	2500.2	1175	3290
Marzo	1395	2511	1181	3306.8
Abril	1401	2521.8	1187	3323.6
Mayo	1406	2530.8	1193	3340.4
Junio	1412	2541.6	1199	3357.2
Julio	1418	2552.4	1205	3374

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89

Productividad mensual con la propuesta

Productividad	
Mes	Total
Febrero	1.033
Marzo	1.034
Abril	1.034
Mayo	1.034
Junio	1.034
Julio	1.035

Fuente: Elaboración propia

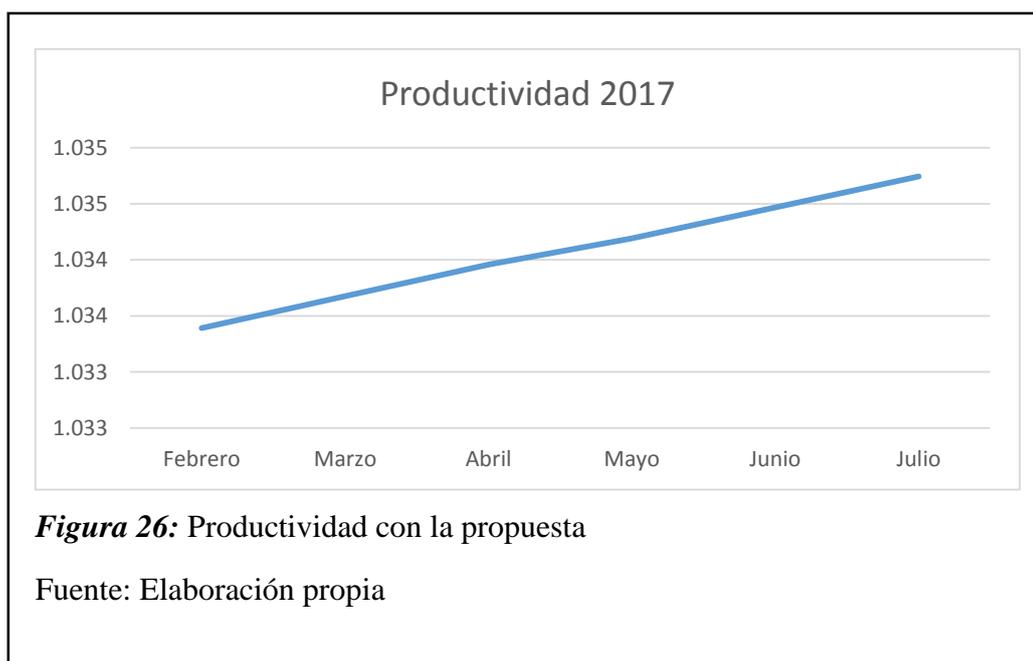


Figura 26: Productividad con la propuesta

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Beneficio-Costo

Tabla 90

Beneficio de la propuesta

	Pandereta	King Kong estándar	
Antes de la mejora (M)	17163.39	14833.2	
Después de la mejora (M)	16981	14424	
Stock de seguridad (M)	458.28	474.48	
Diferencia (M)	275.89	65.28	Total
Total de beneficio (S/.)	124150.5	39820.8	163971.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91

Costo de la propuesta

	Cantidad	Costo mensual	Total anual
Costo de contratación	5	1100	66000
Ingeniero de planeación	1	2500	30000
Capacitación	1	500	6000
Costo de formulación de la propuesta	1		8000
Total			110000

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{B}{C} = \frac{163971.3}{110000} = 1.49$$

3.3. Discusión de resultados

El propósito de la investigación es mejorar la productividad de la producción de ladrillos en la empresa Cerámicos Lambayeque S.A.C. Los resultados obtenidos por las guía de observación demuestra que la producción no llega a ser muy productiva, ya que por razones de falta de personal y coches para carga, se puede apreciar que existe personal con tiempos ociosos, así como Arévalo y Sánchez (2012) quienes recopilaron datos de la planta de producción de plásticos para analizar y desarrollar su propuesta que consistía en un sistema de planeación y control de la producción; lo mismo utilizó Cusco (2013) quien realizó distintas observaciones y registró los datos obtenidos para poder proponer la misma metodología.

Para una mejora de la productividad se puede asignar personal ocioso a formar parte de carga de producto en proceso y así disminuir la cantidad de mermas generadas como también la producción aumentaría ya que existirá más personal disponible para el traslado de los productos en proceso, esto se deberá por la realización de la planificación de la producción, así como Romero (2016) quien realizó una planificación y control de la producción y obtuvo como resultados la mejora de la productividad laboral, la cual aumentó de 38 a 46 unidades/hora-hombre en la producción de lejía de 500g; Lamas (2015) también planteo algo muy similar donde su objetivo principal era eliminar el porcentaje de pedidos retrasados, para lo cual antes de realizar su planificación determinó la eficiencia actual y en cuanto tendría que mejorarla para cumplir su objetivo.

Con más personal derivado al proceso de carga no solo aumenta la producción sino también la necesidad de tener materia prima disponible para cumplirla, por lo que es necesario la realización de un plan de requerimiento de materiales (MRP) como Pacheco y Mozo (2016) quienes utilizaron el MRP obteniendo como resultados una mejor proyección mensual y un mejor porcentaje de cumplimiento de demanda con la realización de estos planes, que influyen directamente en la toma de decisiones.

El conocer la eficiencia actual de la empresa ayudará a desarrollar mucho mejor el plan agregado para poder determinar exactamente la cantidad de mano de obra necesaria en cada proceso, como lo menciona Moya (2014) quien incrementó la productividad y eficiencia en los procesos de producción a través del desarrollo de su planificación y control de la producción.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

a) En el diagnóstico de la empresa se determinó los productos que generan mayor rentabilidad a la empresa, los cuales fueron objeto de estudio, análisis y mejora en este trabajo, estos productos fueron pandereta y King Kong estándar.

b) Se determinó que el mejor método para pronosticar las demanda fue el de suavización exponencial ya que se obtenía un menor error absoluto ante los demás métodos.

c) Respecto a la planificación y control de la producción, se realizó un plan agregado con tres estrategias distintas, de las cuales la mejor opción fue variando la fuerza laboral por lo que genera un menor costo ante las otras estrategias, la cual nos dará a conocer cuánto producir, cuando hacerlo y la cantidad de mano de obra necesaria para el segundo semestre del año 2017.

d) Con el plan de requerimiento de materiales en el año 2017 se evitará paros en el proceso de formado por falta de materia prima ya que se conocerá cuando iniciar una orden de pedido.

e) Mediante el análisis beneficio costo se concluye que la propuesta resulta favorable para la empresa.

4.2. Recomendaciones

a) Se recomienda a la empresa tomar muy en cuenta la planificación y control de producción para poder estar preparados ante un posible imprevisto.

b) Realizar un estudio de tiempos y un diagrama de recorrido para comparar si se encuentra en el estándar de producción frente a otras empresas del mismo rubro.

c) Motivar al personal para que estos cada día puedan hacer mejor su trabajo y lograr mejores objetivos.

REFERENCIAS

- Arévalo, J. y Sánchez, R. (2012). *Diseño de un Sistema de planeación, programación y control de la producción para la empresa, plásticos Silvatrim*. (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.
- Angel, J. (2011). *Gestión de procesos (o gestión por procesos)*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=10592677&p00=angel+maldonado>.
- Bain, D. (1985). *Productividad: la solución a los problemas de la empresa*. México: Ultragráfica.
- Bello, C. (2006). *Manual de producción aplicado a las PYME*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Castro, C. (2009). *Planeación de la producción*. Medellín: Artes y Letras.
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Clauso, A. (1993). Análisis documental: el análisis formal. *Revista General de Información y Documentación*, 3(1), 11-19.
- Companys, R. y Fonollosa, J. (2017). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=10294088&p00=companys>.
- Cuesta, A. (2008). La productividad del trabajador del conocimiento. *Ingeniería Industrial*, 29(3), 1-5.
- Cusco, A. (2013). *Propuesta de un sistema de planeación y control de la producción en la empresa de calzado "MACH"*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Domínguez, G. y Choque, A. (2005). *Planificación y control de la producción*. Bolivia: FCyT UMSS.
- Guardia, K. (2016, 17 de octubre). Demanda y escasez laboral: ¿Qué sectores productivos requieren altos ejecutivos? *Gestión*. Recuperado de <http://gestion.pe/empleo-management/demanda-y-escasez-laboral-que-sectores-productivos-requieren-altos-ejecutivos-2172556>.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Dirección de la producción y de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Horngren, C., Datar, S. y Rajan, M. (2012). *Contabilidad de costos*. México: Pearson Educación.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Recuperado de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>.
- Jiménez, J., Castro, A. y Brenes, C. (2009). *Productividad*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=10312159>.
- Lamas, L. (2015). *Propuesta para mejorar la planificación y control de la producción en una empresa de confección textil*. (Tesis de pregrado). Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima.
- Lefcovich, M. (2009). *Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=10316203>.
- Miranda, J. y Toirac, L. (2010). Indicadores de productividad para la industria dominicana. *Ciencia y Sociedad*, 35(2), 235-290.
- Mohammad, N. (2005). *Metodología de la investigación*. Recuperado de Mohammad, N. (2005)
- Montero, J., Díaz, C., Guevara, F., Cepeda, A. y Barrera, J. (2013). *Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en planta de beneficio*. Bogotá: Javegraf.
- Moya, M. (2014). *Planificación y control de la producción para incrementar la productividad en la empresa Estrella del Norte de Lambayeque*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo.
- Pacheco, E. y Mozo, C. (2016). *Propuesta de mejora del sistema de planificación y control de la producción mensual de azúcar de la empresa Cartavio S.A.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.
- Pérez, R. (2011). *Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN*. Catalunya. Telecom BCN.
- Pinto, L. (2012, mayo). Planificación Industrial. *Electro Industria*. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1820>.
- Romero, D. (2016). *Planificación y control de la producción para aumentar la productividad en la empresa de productos de limpieza Kryzzal*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo.

- Ruiz, F., Palomino, J., Zambrano, R. y Llap, C. (2006). Prevalencia, impacto en la productividad y costos totales de las principales enfermedades de los trabajadores de un hospital al sur del Perú en el año 2003. *Revista Médica Herediana*, 17(1), 28-34.
- Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. México: Mc Graw Hill.
- Terlevich, J. (2000). Gestión de la producción. Recuperado de https://industrial.frba.utn.edu.ar/MATERIAS/proyecto_final/archivos/gestion_terlevich.pdf.

ANEXOS



Figura 27: Salida del producto en proceso en formado

Fuente: Cerámicos Lambayeque



Figura 28: Carga de producto en proceso

Fuente: Cerámicos Lambayeque



Figura 29: Descarga del producto en proceso en pampa

Fuente: Cerámicos Lambayeque



Figura 30: Producto secando en pampa

Fuente: Cerámicos Lambayeque