



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO DE MEJORA CONTINUA DEMING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CERÁMICA LIMA S.A. EN EL AÑO 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Victor Angel Ahumada Montenegro

**Asesor:**

Ing. Luis Medina Aquino

Lima – Perú

2017

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el (la) Bachiller **Victor Ángel Ahumada Montenegro**, denominada:

### **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO DE MEJORA CONTINUA DEMING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CERÁMICA LIMA S.A. EN EL AÑO 2018”**

---

Ing. Luis Medina Aquino

**ASESOR**

---

Mg. Ing. Sonia Isabel Espinoza Farías

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Mg. Ing. Ronald Villanueva Maguiña

**JURADO**

---

Mg. Ing. Máximo Jesús Huambachano Martel

**JURADO**

## DEDICATORIA

A mis padres Ángela y Victor por confiar en mí y por su apoyo incondicional.

A mi segunda madre Yola, gracias por tus consejos y enseñanzas.

A mi esposa Enicarl y a mis hijos Mateo y Tadeo, por haber soportado mis ausencias de una u otra forma, sé que ha sido difícil para ustedes, pero juntos lo logramos.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirme desarrollarme profesionalmente y cumplir cada una de mis metas.

A mi esposa por ser mi compañera de esta aventura sin fin. A mis hijos los cuales me sirven de inspiración.

A todos los que apoyaron a lograr mis objetivos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
Capítulo 1 INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Antecedentes .....	12
1.1.1. ORGANIGRAMA ORGANIZACIONAL .....	13
1.2. Realidad Problemática .....	13
1.2.1. DAP DE PRODUCCIÓN DE FRAGUA.....	15
1.2.2. Pesado de Materia Prima .....	16
1.2.3. Mezclado de materias primas.....	17
1.2.4. Envasado de fragua.....	19
1.3. Formulación del Problema.....	30
1.3.1. Problema General.....	30
1.3.2. Problemas específicos.....	30
1.4. Justificación.....	30
1.4.1. Justificación Teórica .....	30
1.4.2. Justificación Práctica .....	31
1.4.3. Justificación Valorativa .....	31
1.4.4. Justificación Académica .....	31
1.5. Objetivos .....	31
1.5.1. Objetivo General.....	31
1.5.2. Objetivos específicos.....	31
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	33
2.1. Antecedentes .....	33
2.2. Bases teóricas.....	37
2.2.1. Ciclo PDCA – Deming .....	37
2.2.2. Diagrama de flujo .....	40
2.2.3. Estudio del trabajo.....	42
2.2.4. Estudio de métodos.....	42
2.2.5. Medición del trabajo .....	43
2.2.6. Balance de líneas .....	44

2.2.7. Productividad.....	44
2.2.8. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO .....	47
2.2.9. Automatización .....	48
2.2.10. Sistemas de pesaje .....	49
2.3. Definición de términos básicos .....	57
CAPÍTULO 3. DESARROLLO.....	58
3.1. Desarrollo del Objetivo 01 Y 02 .....	58
3.1.1. REDISEÑO DE PLANTA.....	58
3.1.2. SISTEMA DE DOSIFICADO AUTOMÁTICO PROPUESTO .....	65
3.2. Desarrollo del Objetivo 03.....	69
RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	71
RESULTADOS .....	73
ANÁLISIS DEL BENEFICIO / COSTO DE LA MEJORA .....	74
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES .....	77
REFERENCIAS .....	78
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Organigrama organizacional de la empresa Cerámica Lima S.A.....	13
<b>Figura N° 2:</b> Producción de fragua 2014-2017* .....	14
<b>Figura N° 3:</b> DAP de producción de fragua .....	15
<b>Figura N° 4:</b> Operador de pesado de materias primas. ....	16
<b>Figura N° 5:</b> Pesaje de uniones y colocación en coches de abastecimiento. ....	16
<b>Figura N° 6:</b> Pesado de bases y colocación en pallets. ....	17
<b>Figura N° 7:</b> Operador de mezclado.....	18
<b>Figura N° 8:</b> Maquinista de envasado de fragua .....	20
<b>Figura N° 9:</b> Envasado de fragua .....	20
<b>Figura N° 10:</b> Encajado de fragua.....	21
<b>Figura N° 11:</b> Almacenamiento temporal en pallets.....	21
<b>Figura N° 12:</b> D. Ishikawa - Pesado de materia prima.....	23
<b>Figura N° 13:</b> D. Ishikawa - Mezclado de materia prima.....	25
<b>Figura N° 14:</b> D. Ishikawa - Envasado de materia prima. ....	27
<b>Figura N° 15:</b> Proyectado de ventas 2018-2020.....	29
<b>Figura N° 16:</b> Ciclo Deming.....	37
<b>Figura N° 17:</b> Fases del Ciclo Deming. ....	39
<b>Figura N° 18:</b> Diagrama de flujo.....	40
<b>Figura N° 19:</b> Diagrama de causa - efecto, D. Ishikawa. ....	48
<b>Figura N° 20:</b> Componentes de equipos de pesaje. ....	50
<b>Figura N° 21:</b> Niveles de precisión de la báscula para depósitos.....	51
<b>Figura N° 22:</b> Dosificación simultánea. ....	52
<b>Figura N° 23:</b> Dosificación secuencial.....	53
<b>Figura N° 24:</b> Dosificación acumulativa. ....	53
<b>Figura N° 25:</b> Resumen de las dosificaciones. ....	54
<b>Figura N° 26:</b> Módulos de pesaje.....	55
<b>Figura N° 27:</b> Módulo de compresión.....	55
<b>Figura N° 28:</b> Tensión. ....	56
<b>Figura N° 29:</b> Sistema actual de mezclado y envasado de materia prima. ....	59
<b>Figura N° 30:</b> Efectividad de fragua durante los periodos: 2014 - 2017* .....	60
<b>Figura N° 31:</b> Ventas desde el año 2014 - Proyectado 2017.....	61
<b>Figura N° 32:</b> Proyectado de ventas 2018 – 2020. ....	63
<b>Figura N° 33:</b> Peso promedio de Pegamentos - comparativo con fragua. ....	64
<b>Figura N° 34:</b> Tiempo dosificado lote Pegamento - comparativo con fragua. ....	64
<b>Figura N° 35:</b> Sistema de dosificado automático propuesto - Terminal Mettler Toledo IND 780 Batch. ....	65

<b>Figura N° 36:</b> Terminal IND 780 Batch.....	66
<b>Figura N° 37:</b> Funcionamiento Terminal IND780 Batch.....	67
<b>Figura N° 38:</b> Porcentaje de mermas 2016 - 2017*.....	69
<b>Figura N° 39:</b> Capacidad actual. ....	71
<b>Figura N° 40:</b> Capacidad propuesta. ....	71
<b>Figura N° 41:</b> Comparativo UND/HORA ACTUAL VS PROPUESTO.....	72
<b>Figura N° 42:</b> Cuadro de inversiones para la implementación.....	73



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Materiales y equipos del operador de pesado de materia prima. ....	17
<b>Tabla N° 2:</b> Materiales y equipos del operador de mezclado de materias primas. ....	18
<b>Tabla N° 3:</b> Materiales y equipos del operador de envasado de fragua. ....	19
<b>Tabla N° 4:</b> Componentes relacionados a la productividad. ....	46
<b>Tabla N° 5:</b> Cuadro del detalle de ventas mensuales: periodo 2014 - Proyectado Diciembre 2017*. .....	62
<b>Tabla N° 6:</b> Cuadro de capacidades de fragua. ....	67
<b>Tabla N° 7:</b> Cuadro de mermas: 2016 - 2017*.....	70
<b>Tabla N° 8:</b> Unidades a producir con sistema propuesto: 2018 - 2020.....	74
<b>Tabla N° 9:</b> Costos de fragua sin reducción de mermas.....	74
<b>Tabla N° 10:</b> Costos de fragua con reducción de mermas.....	74
<b>Tabla N° 11:</b> Aumento de ingresos: 2018 - 2020. ....	75
<b>Tabla N° 12:</b> Relación beneficio/costo.....	75

## RESUMEN

La presente tesis es un trabajo que se ha enfocado en tratar de buscar soluciones para lograr aumentar la productividad de la línea de fragua de la empresa Cerámica Lima S.A. la cual es una empresa nacional que ofrece productos tales como revestimientos cerámicos, sanitarios, pegamentos, porcelanas y griferías; con presencia en todo el mercado peruano y en 21 países extranjeros.

Se planteó como objetivo general realizar una propuesta de mejora en el proceso de producción de la línea de fragua utilizando como herramienta el Ciclo de mejora continua Deming que nos permita aumentar la productividad y poder satisfacer el mercado.

El objetivo de este trabajo contempla el diseño e implementación de un sistema de dosificado y pesaje automático mediante el montaje de una terminal, la cual reduce el tiempo de abastecimiento de materias primas para así solucionar el problema planteado anteriormente. Se efectuará un estudio de los presentes problemas y con ayuda de investigaciones previas, relacionadas con el presente trabajo poder diseñar e implementar un sistema de dosificado y pesaje automático que cumpla con lo requerido por la empresa para poder satisfacer la demanda del mercado.

Finalmente, se concluye que con la propuesta de mejora desarrollada se genera un incremento en las ventas con un horizonte a corto plazo, lo cual nos indica que la propuesta de mejora es económicamente rentable; así mismo tiene como ventaja la reinserción del personal con restricciones presente en la empresa, entre otras.

## ABSTRACT

The present thesis is a work that has focused on trying to find solutions to increase the productivity of the forge line of the company Cerámica Lima S.A. Which is a national company offering products such as ceramic coatings, sanitary ware, glues, porcelain and faucets; with presence in all the Peruvian market and in 21 foreign countries.

It was proposed as general objective to make a proposal for improvement in the production process of the forge line using as a tool the cycle of continuous improvement Deming that allows us to increase productivity and to be able to satisfy the market.

The objective of this work is the design and implementation of an automatic weighing and metering system by means of the assembly of a terminal, which reduces the supply time of raw materials in order to solve the problem posed above. A study of the present problems will be carried out and with the help of previous research related to the present work, we will be able to design and implement an automatic weighing and metering system that meets the requirements of the company to meet market demand.

Finally, it is concluded that with the improvement proposal developed, an increase in sales is generated with a short-term horizon, which indicates that the improvement proposal is economically profitable; Also has the advantage of reinsertion of staff with restrictions present in the company, among others.

## CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Con más de 50 años de experiencia, el Grupo CELIMA TREBOL, conformado por dos empresas líderes: Cerámica Lima S.A.- CELIMA y Corporación Cerámica S.A. – TREBOL, tienen como principal meta la de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas en el Perú y el mundo, ofreciendo revestimientos cerámicos, sanitarios, pegamentos, porcelanas y griferías de la más alta calidad, y comprometidos en dar alternativas para el cuidado del medio ambiente.

Por ello, promoviendo la mejora continua y el cumplimiento con la legislación nacional aplicable, el Grupo tiene como principal meta el de ser la referencia en su rubro en los 21 países a donde exporta.

**Misión:** Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas en el mundo, ofreciendo revestimientos cerámicos, sanitarios y griferías de la más alta calidad.

**Visión:** Ser la referencia de eficiencia y calidad en los rubros donde nos encontramos sobre la costa del Pacífico de Sudamérica.

**Filosofía:** Pasión por la calidad, pasión que también se refleja en nuestros procesos internos, con lo que aseguramos la integridad de nuestros empleados, así como el cuidado del medio ambiente.

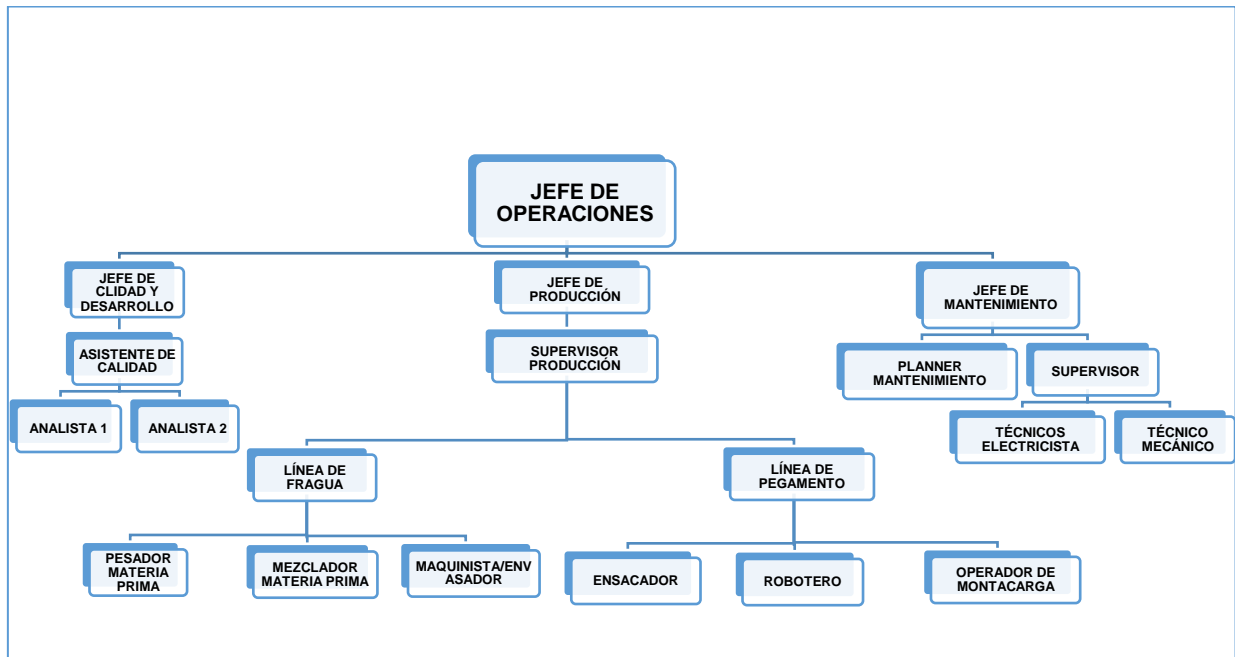
**Exportaciones:** El Grupo CELIMA TREBOL llega actualmente a 21 países del mundo gracias a la alta calidad de sus productos y a sus precios competitivos, lo que nos ha convertido en una empresa con una oferta muy atractiva a nivel internacional.

La historia del Grupo en exportaciones no es reciente, sino que data de 1982, año en el que se hizo la primera venta al extranjero con la marca CELIMA, a la que posteriormente complementamos con sanitarios TREBOL y pegamentos y fraguas CELIMA.

En la actualidad buscamos dar un excelente servicio a todos nuestros clientes y cumplir con todas las normas técnicas y comerciales de los países a los que ingresamos.

### 1.1.1. ORGANIGRAMA ORGANIZACIONAL

Figura N° 1: Organigrama organizacional de la empresa Cerámica Lima S.A. – PPF1



Fuente: Cerámica Lima

Elaboración: Propia

## 1.2. Realidad Problemática

La empresa dedicada a la producción y comercialización a nivel nacional e internacional de adhesivos y fraguas en polvo orientados a la sección de acabados dentro del sector de la construcción; actualmente, consta de una sola planta de producción de fraguas situada en Lima, en lo que respecta a la producción de adhesivos, posee 03 plantas, situadas en Lima, Trujillo y Arequipa.

Actualmente la industria peruana busca un constante mejoramiento de los procesos, con el objetivo de tener una mayor participación en el mercado, lo que obliga a incorporar innovaciones científicas, tecnológicas y procesos de calidad. El ciclo de mejora Deming nos ayuda a tener una visión mucho más amplia de lo que puede contribuir a una empresa el hecho de reducir tiempos y mano de obra al realizar este tipo de mejoras, logrando con ello un aumento de la productividad dentro de la organización.

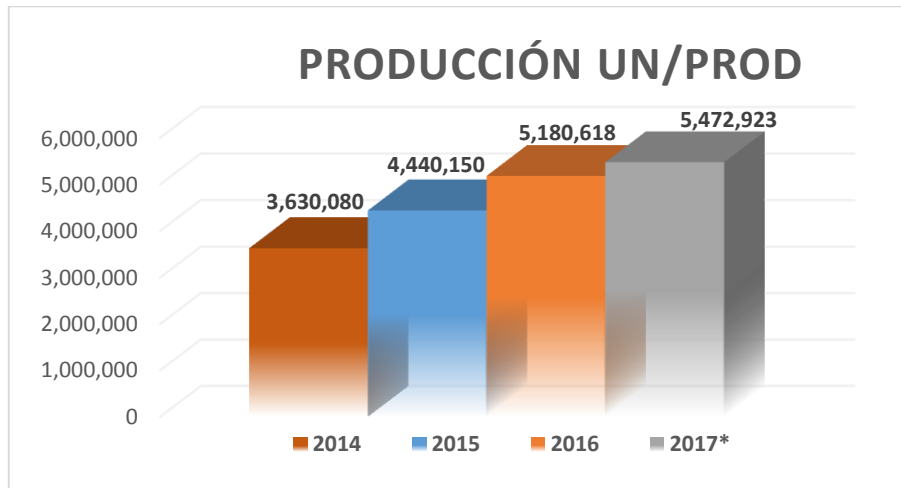
La planta tiene una capacidad total instalada de 3888 ton/mes.

El presente trabajo de investigación se enfoca en aplicar la capacidad actual de la línea de fragua debido a que según los reportes de producción de los años 2015 y 2016, alcanza

un promedio de producción mensual de 450 ton/mes, realizando una jornada de 02 turnos (cada uno de 04 personas) con 48 horas por semana.

A continuación, en la figura N°2, se indican las producciones de fragua entre los años 2014 y 2016 según reporte de producción de la empresa; para el año 2017 se está tomando la producción planificada por el área de planeamiento hasta fin de año.

**Figura N° 2:** Producción de fragua 2014-2017\*.



**Fuente:** Elaboración propia

El presente proyecto de investigación se enfoca en el área de producción, en la línea de fabricación de fraguas en polvo: La empresa presenta 04 tipos de fraguas: interiores, extrafuerte, porcelanato y piscina. Estos tipos de fragua tienen una presentación de 1 kilogramo a excepción de la fragua piscina que se produce en presentación de 5 Kilogramos.

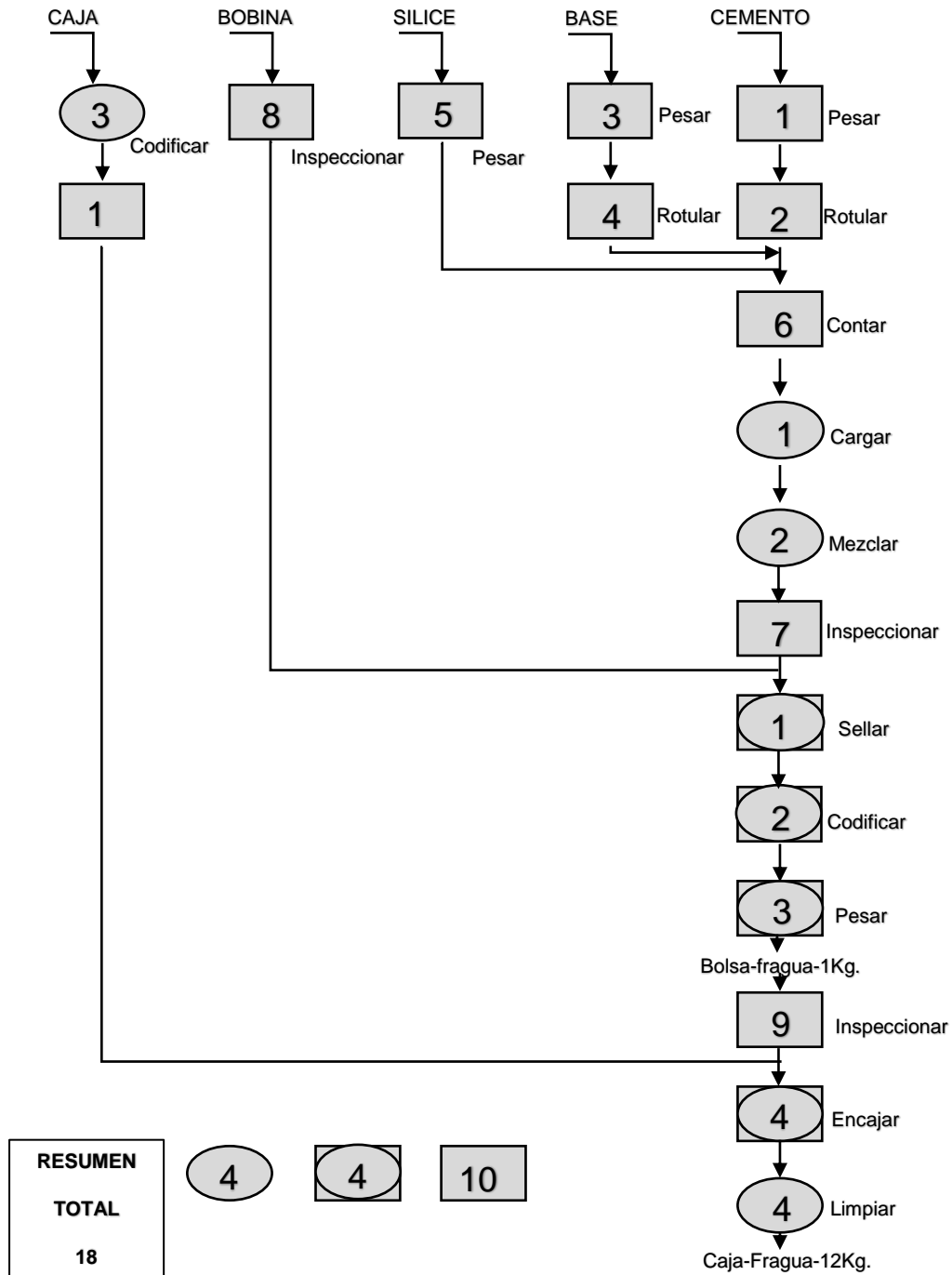
Esta línea de producción consta de las siguientes secciones:

- Pesado de Materias Primas
- Mezclado de Materias Primas
- Embolsado de fragua.

A continuación en la siguiente figura N°3 se describe el proceso de fabricación de fragua mediante un diagrama de análisis de proceso.

### 1.2.1. DAP DE PRODUCCIÓN DE FRAGUA

Figura N° 3. DAP de producción de fragua



Elaboración: propia

A continuación se detallan cada una de las secciones, incluyendo sus actividades de operación y los materiales que emplean.

### 1.2.2. Pesado de Materia Prima

Las actividades que se realizan en este puesto se llevan a cabo dentro de la sección de Pesado de materias primas. Esta área está conformada por 02 operarios que laboran 8 horas cada uno en dos turnos distintos, a este puesto le denominaremos operador de pesado de materias primas.

**Figura N° 4.** Operador de pesado de materias primas.



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima

**Figura N° 5.** Pesaje de uniones y colocación en coches de abastecimiento.



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima



**Figura N° 6.** Pesado de bases y colocación en pallets.



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima

**Tabla N° 1:** Materiales y equipos del operador de pesado de materia prima.

SECCIÓN	EQUIPOS	MATERIALES	MATERIAS PRIMAS	PERSONAL/ TURNO
Pesado de materias primas	Balanzas (03): 2 estacionarias, 1 portátil.	Bolsas de plástico Bolsas de papel Tijera, cuchilla. Cucharon metálicos Coches	Cemento Tiza Aditivos Pigmento Polímeros	01

**Fuente:** Elaboración propia

La función primordial de esta sección es el abastecimiento de materiales para la sección de mezclado de materias primas, con el fin de lograr el abastecimiento idóneo para la fabricación de fragua.

### 1.2.3. Mezclado de materias primas

Las funciones de este puesto se llevan a cabo dentro de la línea de producción de la fragua. Se encuentra conformado por 02 personas que laboran 8 horas cada una en dos turnos distintos. El nombre que se maneja para este puesto es: operador de mezclado de materias primas. Los materiales y equipos que utilizan se detallan a continuación.

**Tabla N° 2:** Materiales y equipos del operador de mezclado de materias primas.

SECCIÓN	EQUIPOS	MATERIALES	PERSONAL/TURNO
Mezclado de materias primas	Mezclador con paletas(01)	Cucharon metálico Bolsas plásticas Escobilla limpieza Rascador limpieza	01

**Fuente:** Elaboración propia

Las actividades que realizan son las siguientes:

- Coordinar con maquinista de la envasadora el producto a mezclar.
- Identificar y cuantificar las materias primas entregadas al almacén temporal.
- Coordinar el traslado de materias primas a zona de trabajo.
- Mezclar las materias primas durante 90 segundos por lote.
- Entrega muestras al área de calidad en el arranque de producción y posteriormente cada 30 minutos.

**Figura N° 7.** Operador de mezclado.



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima

La función principal de este puesto de trabajo, resulta ser el abastecimiento de fragua para la siguiente sección que es el envasado de la fragua, con el fin de lograr continuidad de producción en la línea.

#### 1.2.4. Envasado de fragua

El desarrollo de estas actividades se da dentro de la línea de producción de fragua.

Esta sección está conformada por 04 personas que laboran en grupos de 02 personas por turno de 8 horas diarias; estos operarios también denominados maquinista y operario de encajado utilizan los siguientes equipos y materiales como se detalla a continuación en la siguiente tabla N°3.

**Tabla N° 3:** Materiales y equipos del operador de envasado de fragua.

SECCIÓN	EQUIPOS	MATERIALES	PERSONAL/TURNO
Envasado de fragua	Tornillos helicoidales(01)	Cinta de embalaje	
	Envasadora automática(01)	Etiquetas	02
		Parihuelas	
		Trapo	
		Caja	
		Alcohol industrial	

**Fuente:** Elaboración propia

Las actividades que realiza el maquinista de envasado son:

- La función principal del maquinista de producción es el envasado de fragua dentro de los estándares de calidad, tales como el correcto sellado, correcta impresión y rotulado, tolerancia de variación +/- 1.5% de su peso, correcta presentación del producto.
- Revisar el programa de producción de fragua.
- Coordinar con el operador de mezclado para el arranque de producción del turno.
- Regular parámetros del equipo (máquina envasadora) para dar inicio a la producción.
- Verificar sellado y peso de la bolsa de fragua durante el proceso de embolsado.
- Apoyar en el encajado de las bolsas de fragua dentro de la caja de cartón.

**Figura N° 8.** Maquinista de envasado de fragua.



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima.

**Figura N° 9:** Envasado de fragua



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima.

Las actividades que realiza el operario de encajado son:

- La función principal del operario de encajado es verificar la correcta cantidad al momento de encajar (12 bolsas/caja.) y que estas se encuentren correctamente selladas y apiladas dentro del pallet.
- Acondicionar y limpiar la línea de producción al inicio y fin respectivamente.
- Inspeccionar el sellado de la bolsa de fragua.
- Introducir la bolsa de fragua dentro de una caja de cartón.
- Sellar la caja y depositarla sobre una parihuela de madera.

**Figura N° 10:** Encajado de fragua.



**Fuente:** Cerámica Lima S.A.-

**Figura N° 11:** Almacenamiento temporal en pallets.



**Fuente:** Cerámica Lima S.A.

En las actividades citadas anteriormente se identificaron una serie de problemas ante lo cual se podría establecer propuestas de mejora con el fin de contribuir al incremento de la capacidad de producción de fragua.

A continuación se describen problemas identificados:

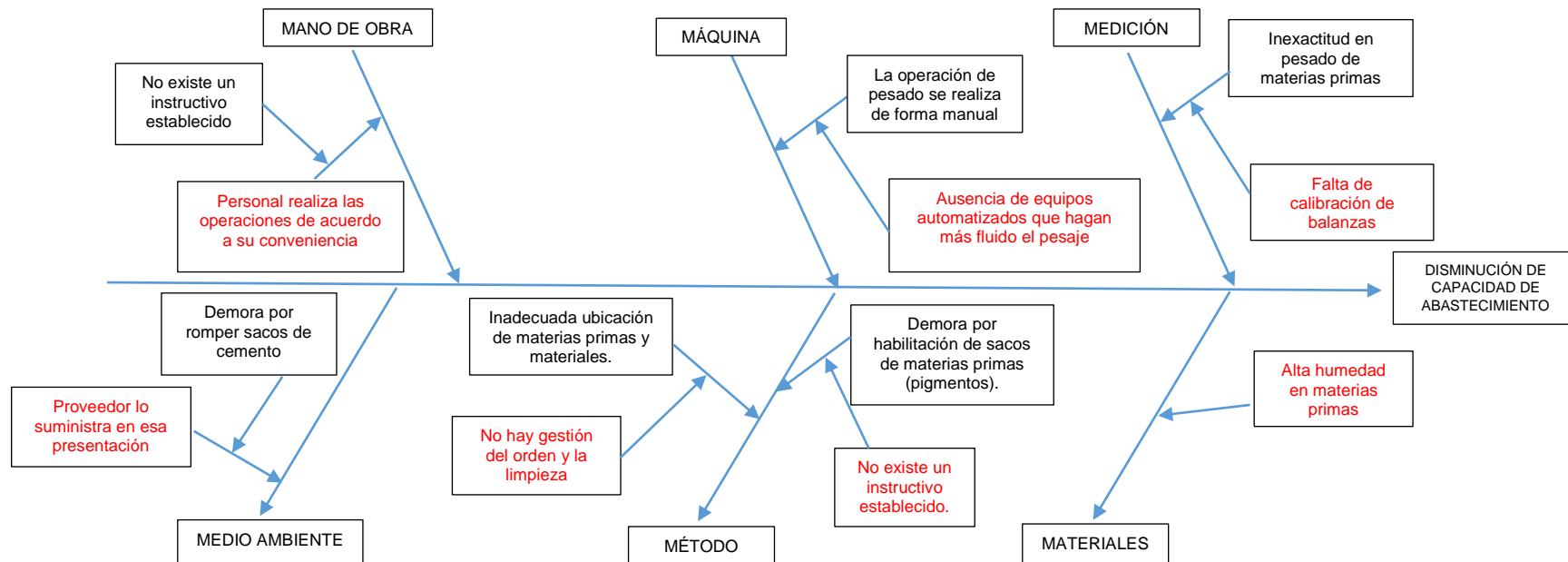
### **Pesado de materia prima**

- Pérdida de tiempo por traer materias primas (pigmentos y aditivos) del almacén de suministros al área de trabajo.
- Pérdida de tiempo en romper sacos de cemento para su posterior pesado según receta.
- Pérdida de tiempo en pesar manual el cemento (base 20 Kg. /lote).

- Error en pesado de pigmentos según receta con una frecuencia promedio de 3 veces al mes.
- Alto porcentaje de humedad de materias primas por estar expuestas al ambiente.
- Inexactitud en el pesado de materias primas generan mermas.

Estos problemas fueron identificados a través de la herramienta de calidad, diagrama de Ishikawa, según figura N°12.

**Figura N° 12: D. Ishikawa - Pesado de materia prima**



**Fuente:** Elaboración propia.

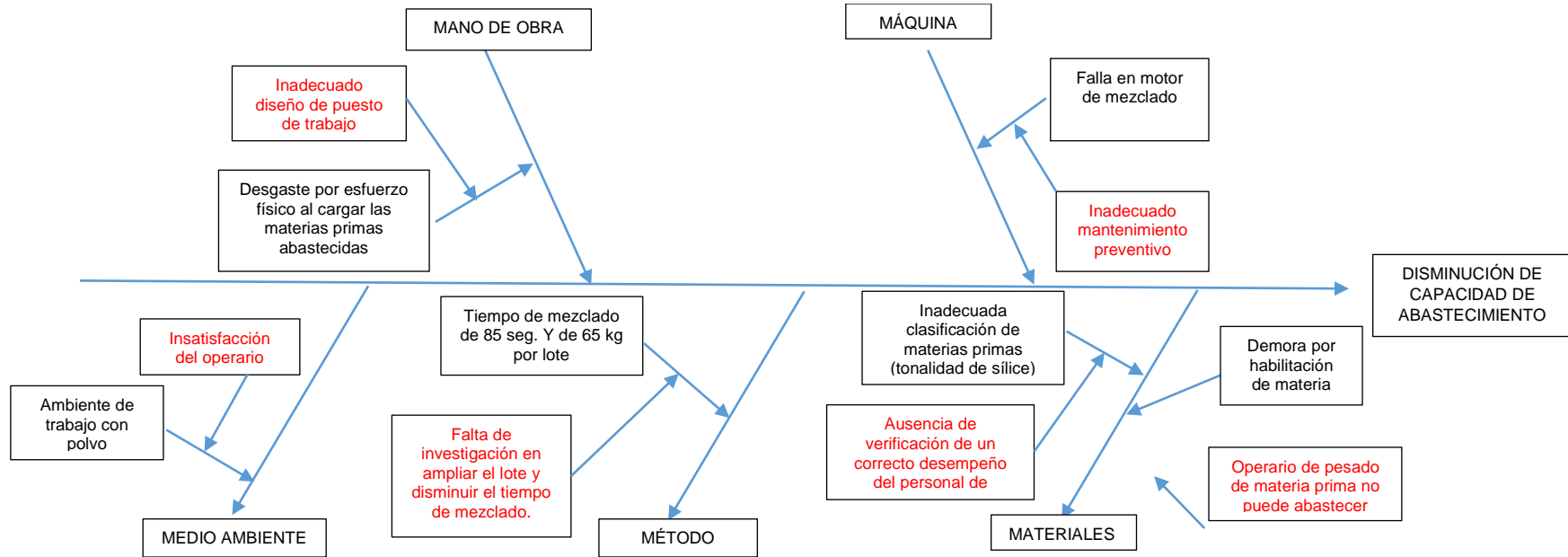
## **Mezclado de materias primas**

- Insuficiencia de capacidad de abastecimiento del operador de pesado de materia prima.
- Tiempo no utilizado del mezclador por inoperatividad del mezclador.
- Inadecuada clasificación en tonalidad de la sílice.
- Ambiente de trabajo con polvo.
- Cargas físicas repetitivas (20kg.) 3 veces cada 1.5 minutos durante la labor del operario.
- Limitados por cantidad de fragua mezclada por lotes (64Kg.) y tiempo definido de mezcla (1.5 minutos).

Estos problemas fueron identificados a través de la herramienta de calidad, Diagrama de Ishikawa, según figura N°13.



**Figura N° 13: D. Ishikawa - Mezclado de materia prima.**



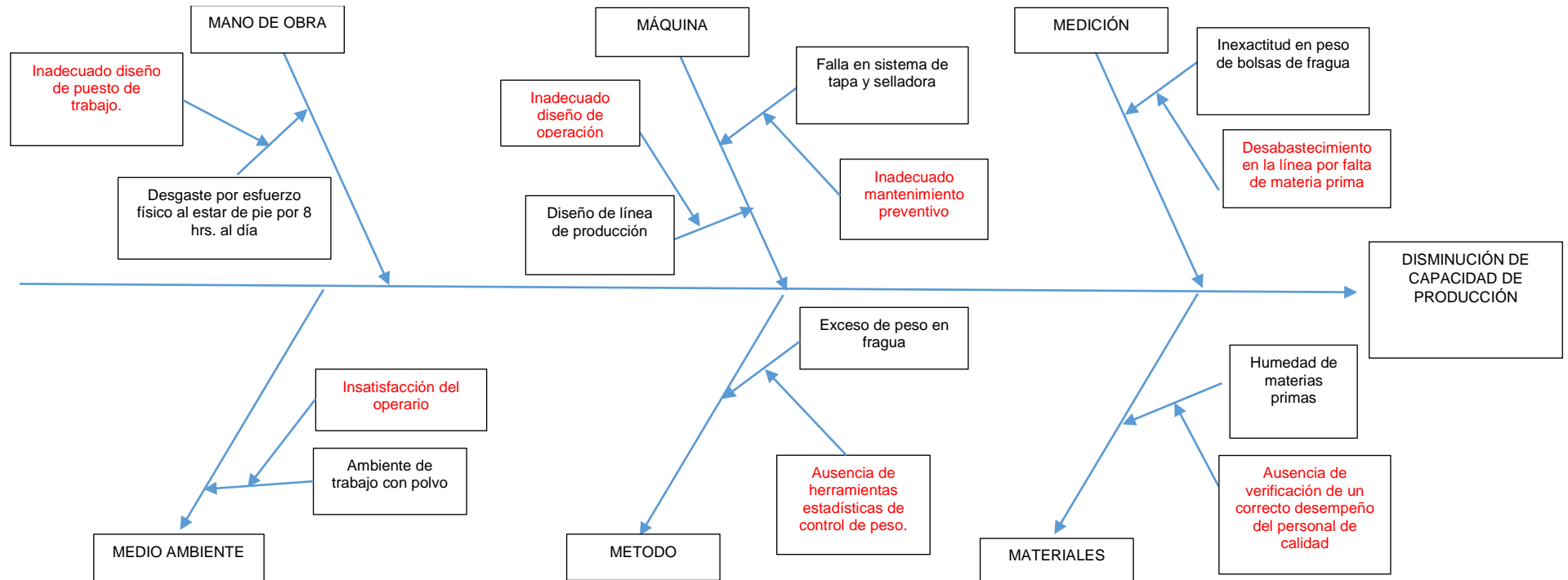
Fuente: Elaboración propia

## Envasado de fragua

- Maquinista no realiza seguimiento del pesado de la bolsa de fragua, se da un exceso de peso para evitar el riesgo de faltante de peso en el producto.
- Maquinista tiene dificultad de envasar por variación de humedad o densidad de la sílice.
- Maquinista presenta problemas en el funcionamiento de la envasadora por falla de tapa o un inadecuado sellado.
- Variación de peso por quedar desabastecida la línea constantemente.
- Carga física producto de estar parado durante 8 horas para el encajado.
- Ambiente de trabajo con partículas de polvo flotando.

A continuación estos problemas son identificados a través de la herramienta de calidad, Diagrama de Ishikawa, según figura N°14.

**Figura N° 14: D. Ishikawa - Envasado de materia prima.**



Fuente: Elaboración propia.

Se ha obtenido las causas raíz de los problemas que generan la disminución de la productividad mediante el uso de herramientas de estudio como el Diagrama de Ishikawa.

En el área de Pesado de materia prima, el operario realiza el pesaje de materia prima según formulación establecida por calidad para cada tipo de color. Las actividades constan en realizar el abastecimiento de las bases, las uniones que contienen la tiza, los pigmentos, el polímero y finalmente el aditivo de la fragua.

El principal problema que se presenta durante el desarrollo de las operaciones se basa en que el operario de pesado de materia prima realiza su pesaje de forma manual.

Actualmente, la velocidad de abastecimiento se da en 25 lotes por hora, lo que sería equivalente a 25 bolsas de producto terminado por minuto aproximadamente, por lo tanto, es necesario incrementar la capacidad de abastecimiento de materia prima para asegurar la continuidad en las área consecuentes.

En el área de mezclado de materia prima, el operador realiza la operación de mezclado (base, unión y sílice), el lote equivale a 64 Kg., y con un tiempo de mezclado de 90 segundos aseguraría un abastecimiento equivalente a 40 bolsas/minuto.

El material luego de ser mezclado automáticamente por gravedad descarga hacia una pre-tolva para su almacenamiento temporal, luego este material mediante un tornillo es llevado hacia la máquina envasadora.

Al iniciar la producción, el maquinista debe de regular parámetros tanto para la dosificación de la fragua (peso) como para el sellado de la bolsa. La envasadora trabaja a una velocidad desde 0 a 50 bolsas/minuto. Por tanto el mezclador tiene la suficiente capacidad para abastecer, siempre y cuando exista un abastecimiento continuo en la sección de pesado de materia prima.

El diseño que se maneja actualmente cubría la demanda años atrás, sin embargo, el aumento de la participación en el mercado obliga a buscar mejoras con el fin de incrementar la productividad de la línea, sin la necesidad de tener que aperturar un nuevo turno de producción o incrementar la mano de obra.

Según el proyectado que se realizó utilizando el método de mínimos cuadrados se obtuvo las ventas para los siguientes dos años ante lo cual se puede observar que debemos ampliar la capacidad de producción de la línea de fragua.

**Figura N° 15:** Proyectado de ventas 2018-2020.



**Fuente:** Elaboración propia

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo mejorará la productividad de la empresa Cerámica Lima S. A. a través de una propuesta de implementación del ciclo de mejora continua Deming?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

##### **1.3.2.1. Problema específico 01**

¿Cómo aumentar la capacidad de abastecimiento del área de pesado de materia prima de la empresa Cerámica Lima S.A. a través de una propuesta de implementación del ciclo de mejora continua Deming?

##### **1.3.2.2. Problema específico 02**

¿Cómo aumentar la velocidad de envasado de fragua de la empresa Cerámica Lima S.A. a través de una propuesta de implementación del ciclo de mejora continua Deming?

##### **1.3.2.3. Problema específico 03**

¿Cómo reducir mermas de materia prima de la empresa Cerámica Lima S.A. a través de una propuesta de implementación del ciclo de mejora continua Deming?

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación Teórica**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la implementación del ciclo de mejora continua Deming utilizando instrumentos (reportes de producción, hojas de inspección, etc.) dentro de una compañía, cuyos resultados de esta investigación podrá reflejarse en una propuesta de mejora para ser incorporado como conocimientos a las ciencias de la educación, ya que se estaría demostrando que la implementación de ciclos de mejora continua mejoran la productividad de las empresas.

#### **1.4.2. Justificación Práctica**

De acuerdo con los objetivos de estudio, su resultado permite encontrar soluciones concretas a problemas que se generan dentro del proceso de producción que inciden en la rentabilidad de la empresa.

Con tales resultados se tendrá también la posibilidad de proponer cambios en otras áreas dentro de la organización que presenten los mismos problemas.

#### **1.4.3. Justificación Valorativa**

El trabajo propuesto tiene como fin implementar un sistema que permita mejorar el proceso operacional existente.

#### **1.4.4. Justificación Académica**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la implementación del ciclo Deming como parte de la mejora continua dentro de una empresa, cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta para ser incorporados como conocimiento a las ciencias de la educación y posteriormente puedan ser utilizados en otros trabajos de investigación.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo General**

Mejorar la productividad mediante la propuesta de implementación del ciclo de mejora continua Deming en la línea de producción de fragua de la empresa Cerámica Lima S.A.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

##### **1.5.2.1. Objetivo específico 01**

Aumentar la capacidad de abastecimiento del área de pesado de materia prima implementado del ciclo de mejora continua Deming en la empresa Cerámica Lima S.A.

##### **1.5.2.2. Objetivo específico 02**

Aumentar la velocidad de envasado de fragua implementando el ciclo de mejora Deming en la empresa Cerámica Lima S.A.

### **1.5.2.3. Objetivo Específico 03**

Reducir mermas de materia prima implementando el ciclo de mejora Deming en la empresa Cerámica Lima S.A.



## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

En la actualidad existen distintas empresas de fabricación de morteros, por la demanda que exige el mercado nacional e internacional, por lo tanto se hace cada vez más necesario implementar mejoras en el proceso de producción que estén bajo los estándares de calidad y productividad requeridos por el mercado, todo esto con la intención de tratar de fidelizar al cliente.

Por consecuencia, estas exigencias conllevan a buscar distintas alternativas que ayuden a optimizar nuestros procesos es por ello que se propondrá la implementación del ciclo de mejora Continua Deming implementando un sistema automatizado de pesaje para la línea de fragua.

La automatización de procesos muchas veces es relacionada con la independencia de las industrias de la mano de obra y la falta de oportunidad para el personal operario, pero cuando se tratan temas de baja productividad y excesivos tiempos muertos, se hace necesario trabajar formas de automatizar procesos a fin de garantizar la demanda del mercado y por ende generar mayor productividad.

Algunos autores han realizado investigaciones sobre el ciclo de mejora continua Deming, la automatización de procesos, y aumento de la productividad, entre los cuales podemos destacar:

#### En el ámbito nacional

**Checa (2014)**, quien presentó la propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones Sol, donde se refiere que Confecciones Sol es una organización pequeña donde hasta el momento no se ha aplicado ningún método para mejorar la productividad, todos los procesos son prácticamente empíricos, 90% manuales y mínimamente. Realizado el diagnóstico inicial de la línea de producción de polos cuello redondo de acuerdo a las deficiencias encontradas en la planificación y control de la producción, se llegó a la conclusión que la problemática de esta investigación está sujeta a los excesos de tiempo de espera, tiempos de transporte, movimientos innecesarios, sobre procesamiento e inventario; así como inadecuadas condiciones del ambiente laboral, además de no contar con un área destinada para almacén y no mantener un control adecuado del flujo de materiales;

generando actualmente una productividad de 32.64 %, reflejada en una producción semanal de 180 prendas.

Analizadas las herramientas a aplicar en cada problemática del estudio de investigación, se concluyó que se aplicará la temática de estudio de tiempos y métodos de trabajo, Plan de Requerimiento de Materiales, Distribución de Planta; así como Clasificación ABC y codificación de materiales; ya que en conjunto permitirán eliminar desperdicios perceptibles en planta como: mano de obra innecesaria, re procesos por un trabajo mal hecho, grandes espacios físicos para el desarrollo del proceso productivo, entre otros; logrando trabajar con solo aquello que genera valor agregado al producto.

Se analizaron los resultados obtenidos, concluyendo que al aplicar en conjunto las propuestas de mejora planteadas en el estudio de investigación, se logra incrementar la productividad de línea de polos básicos a 90.68%, es decir una producción semanal de 500 prendas.

**Blanco & Sirlupú (2015)**, quienes realizaron el diseño e implementación de células de manufactura para aumentar la productividad en el área de una empresa de calzado para dama, donde refieren que el sistema de producción por celdas de manufactura es de gran utilidad para la empresa, por los beneficios que ofrece como la reducción de tiempos de producción, aumento de productividad y por consecuencia los ahorro económicos. Tales beneficios hacen que las utilidades de la empresa sean mayores, convirtiéndola en una empresa innovadora y competente en el mercado actual.

El sistema de producción por celdas de manufactura es de gran utilidad para la empresa, por los beneficios que ofrece como la reducción de tiempos de producción, aumento de productividad y por consecuencia los ahorro económicos. Tales beneficios hacen que las utilidades de la empresa sean mayores, convirtiéndola en una empresa innovadora y competente en el mercado actual.

**Reyes(2015)**, quien realizó la implementación del ciclo de mejora continua Deming para incrementar la productividad de la empresa calzados León en el año 2015, quienes mencionan que en lo referente a las mejoras implementadas, los resultados indicaron que la nueva distribución del área de producción contribuyó a tener un mejor flujo del proceso en la elaboración del producto, expresado en la disminución en la distancia de los recorridos y de movimientos innecesarios de 32% y 46% respectivamente, esto debido a que la nueva distribución se realizó en base al método de Richard Muther (necesidad de proximidad o alejamiento) y Gouchet (determinación de superficies). Por otro lado la implementación del taller de trabajo en equipo, se expresa en una reducción de la producción faltante de 63%, lo cual permite que los trabajadores contribuyan de manera directa al logro de los objetivos.

En la implementación de un programa de reconocimientos e incentivos se motivó a los trabajadores por sus logros con la finalidad de incrementar la productividad. En relación a la implementación de los formatos de mejora, se redujo la acumulación del producto en proceso la cual se traduce en un incremento en la productividad. Con la implementación de los formatos de mejora, se redujo la acumulación del producto en proceso la cual se traduce en un incremento en la productividad. Por otro lado con la implementación de la metodología de las 5" S" se obtuvo puestos de trabajo más limpios y ordenados, manifestado en un incremento de un 50% en el total de las 5 "s"

**Lamas (2015)**, quien presentó propuestas para mejorar la planificación y control de la producción en una empresa de confección textil, quien refiere que las propuestas de mejora planteadas para bloquear total o parcialmente las causas raíces son las siguientes:

Estudio de tiempos: determina los tiempos estándares de producción para que el proceso de programación y balanceo de línea utilicen información confiable.

Redistribución en nuevas líneas de costura: ordenamiento de las máquinas de costura según el tipo de prenda para acortar el balanceo de la línea hacer más eficiente la asignación de estaciones de trabajo.

Procedimiento para el balance de línea: tiene por finalidad equilibrar la carga de trabajo en la línea de costura para procesar el pedido en el plazo programad, buscando la mayor eficiencia para determinar la cantidad de máquinas/operarios a utilizar.

Programación por Capacidades de producción: se basa en la capacidad semanal de cada área para comprometer pedidos y evitar reprogramaciones. Los pedidos se priorizan de acuerdo a su complejidad y fecha de entrega.

La validación de las propuestas permite verificar que el problema de retraso se soluciona al asegurar el cumplimiento de las entregas desde la programación de los pedidos, teniendo en cuenta la capacidad de las áreas. Además, el balance de línea permitió asignar eficientemente las máquinas de acuerdo al plazo requerido.

La evaluación de impactos permite determinar que la aplicación del proyecto no genera impactos medioambientales, sin embargo tiene impacto social por la resistencia al cambio y el nivel de conocimiento en las nuevas técnicas de trabajo. 13. Se propone un plan de capacitación para nivelar y reforzar los conocimientos del personal, a fin de mitigar impacto.

El impacto económico resulta positivo para poner en marcha el proyecto, resultando un ratio Costo / Beneficio igual a 1 / 4.87.

### En el ámbito internacional

**Acosta & Matthey(2012)**, quienes realizaron el diseño e implementación de un sistema de control para la automatización de una máquina envasadora en la compañía Alimentos Linomega, donde refiere que la automatización realizada a la máquina logró optimizar el proceso de producción de las gelatinas, superando en 1/3 cifras anteriores de producción lo que demuestra que la inversión realizada en el desarrollo del proyecto aportará beneficios a corto, mediano y largo plazo, debido a que: el sistema es eficiente: se generará gran producción en masa; proporciona seguridad al personal que opera la máquina, reducción de paradas por fallas y mantenimientos correctivos debido a las protecciones de seguridad implementadas; la empresa actualmente cuenta con un progreso en todo el proceso de manufactura; una vez en marcha la producción contará con un incremento en la fabricación de gelatinas, lo que era deficiente con el sistema anterior, logrando así abastecer la demanda del mercado actual.

**Gonzáles (2014)**, quien propuso el balance de la línea de producción de estructuras metálicas para la fabricación de casas de la empresa Andamios Dalmine S.A., quien refiere que se logró mejorar y balancear la línea de producción de estructuras metálicas para la fabricación de casas.

Se seleccionó la estrategia “elaborar estudios de movimientos y tiempos a fin de balancear la línea de producción objeto de estudio y mejorar los niveles d producción y mantener la imagen corporativa” y se ejecutó la misma.

Se realizó el estudio de tiempos y se logró evidenciar una mejora de 722 segundos en la fabricación de columnas, la cual por el ser el subproducto que rige la fabricación del producto estudiado se considera punto de partida para los cálculos de la línea.

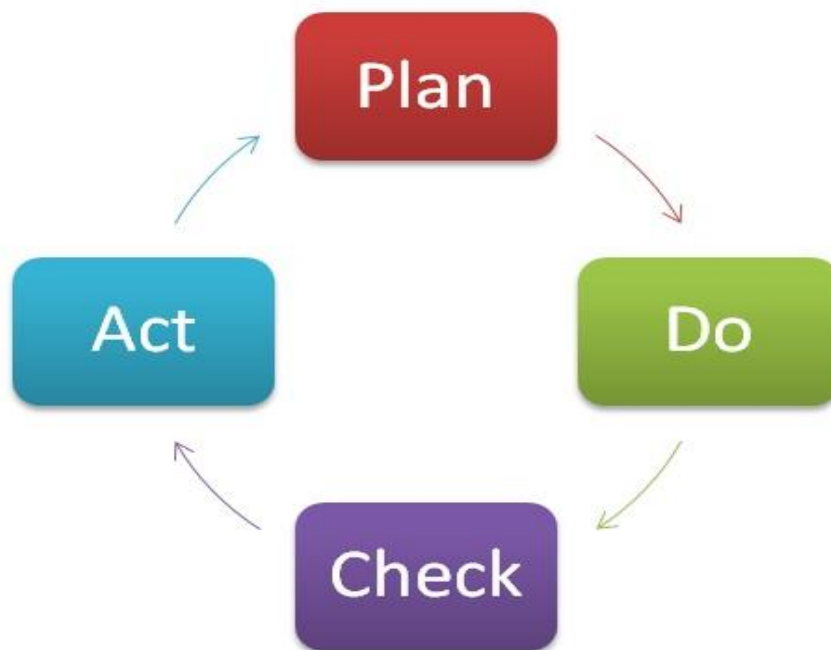
Al finalizar todas las implementaciones se calculó la relación/C el resultado fue de 638,222; lo cual quiere decir que por cada Bolívar invertido en la implementación de la propuesta se obtendrá 638,2282 Bolívares de Beneficio (un 13.47% del costo anual), por lo tanto la propuesta es factible económicamente.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Ciclo PDCA – Deming

El nombre de ciclo PDCA (o Ciclo PHVA) viene de las siglas Planifica, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés “*Plan, Do, Check, Act*”. También es conocido como Ciclo de mejora continua o Círculo Deming, por ser Edwards Deming su autor. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones.

**Figura N° 16:** Ciclo Deming.



**Fuente:** (Jimeno, 2014)

### 2.2.1.1 Fases del ciclo Deming o círculo PDCA

La teoría se representa de forma habitual por un círculo que representa la evolución continua del ciclo de Deming. El círculo o la rueda siempre debe estar en movimiento y cada uno de los pasos alimenta el siguiente, de forma que cada vez sea más sencillo avanzar y más natural.

Las fases o acciones son las siguientes:

**Planificar (Plan):** en esta etapa se planifica los cambios y lo que se pretende alcanzar. Es el momento de establecer una estrategia en el papel, de valorar los pasos a seguir y de planificar lo que se debe utilizar para conseguir los fines que se estipulan en este punto.

**Hacer (Do):** aquí se lleva a cabo lo planeado. Siguiendo lo estipulado en el punto anterior, se procede a seguir los pasos indicados en el mismo orden y proporción en el que se encuentran indicados en la fase de planificación.

**Verificar (Check):** en este paso se debe verificar que se ha actuado de acuerdo a lo planeado así como que los efectos del plan son los correctos y se corresponden a lo que inicialmente se diseñó.

**Actuar (Act):** a partir de los resultados conseguidos en la fase anterior se procede a recopilar lo aprendido y a ponerlo en marcha. También suelen aparecer recomendaciones y observaciones que suelen servir para volver al paso inicial de Planificar y así el círculo nunca dejará de fluir. (Rojo, 2013).

Figura N° 17: Fases del Ciclo Deming.



Fuente: (Rojo, 2013)

### 2.2.1.2 Ventajas

Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales. Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.

Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas.

Incrementar la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.

- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

### 2.2.1.3 Desventajas

Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.









Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.

Hay que hacer inversiones importantes. Salazar, (2013)

### 2.2.2 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

**Figura N° 18:** Diagrama de flujo.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso		Actividad. Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión. Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SÍ" – "NO"		Documento. Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	Multidocumento. Refiere a un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente que agrupa distintos documentos.		Inspección/ firma. Empleado para aquellas acciones que requieren supervisión (como una firma o "visto bueno")
	Base de datos/ aplicación. Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de flujo. Proporciona una indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

Fuente: Manene, 2017



Luego, un diagrama de flujo es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa. (Manene, 2017).

### **2.2.2.1 Ventajas de un diagrama de flujo**

Favorecen la comprensión del proceso al mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce muy fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujos reemplaza varias páginas de texto.

Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos, los flujos de los reprocesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella y los puntos de decisión.

Muestran las interfaces cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas.

Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso. (Pérez, 2014).

### **2.2.2.2. Fases para la elaboración de un diagrama de flujo**

- Definir el proceso y concretar su alcance( su inicio y final)
- Representar las etapas intermedias y su relación (proceso actual).
- Documentar cada una de las etapas: Responsable/ Proveedor y cliente.
- Analizar el proceso actual desde el punto de vista deseado.
- Proponer alternativas y definir las nuevas etapas y sus relaciones.
- Representar el diagrama del nuevo proceso e indicar las diferencias con el actual. (Manene, 2017).

### **2.2.2.3. Reglas para la creación de diagramas de flujo**

Los diagramas de flujo deben escribirse de arriba hacia abajo, y/o de izquierda a derecha. Los símbolos se unen con líneas, las cuales tienen en la punta una flecha que indica la dirección que fluye la información del proceso, se deben utilizar solamente líneas de flujo horizontal o verticales (nunca diagonales).

Se debe evitar el cruce de líneas, para lo cual se requiere separar el flujo del diagrama a un sitio distinto, se pudiera realizar utilizando los conectores. Se debe tener en cuenta que solo se van a utilizar conectores cuando sea estrictamente necesario.

No deben de quedar líneas de flujo sin conectar.

Todo texto escrito dentro de un símbolo debe ser legible, preciso, evitando el uso de muchas palabras.

Todos los símbolos pueden tener más de una línea de entrada, a excepción del símbolo final.

Solo los símbolos de decisión pueden y deben tener más de una línea de flujo de salida. Pérez, (2014).

### 2.2.3. Estudio del trabajo

El Estudio del Trabajo es ciertamente la unión de dos materias, las cuales son **Estudio de Métodos y Medición del Trabajo**, las dos son implementadas a la empresa con un solo objetivo, incrementar la productividad, sin embargo cada una cumple diferentes funciones dentro de empresa.

#### Objetivo general del estudio del trabajo

Es examinar el trabajo humano en todas sus dimensiones, investigar todos los factores que influyen en la eficiencia de su desempeño con el fin de incrementar la productividad sin recurrir a grandes inversiones de capital o exigir un mayor esfuerzo a la mano de obra. (Blog – Conduce tu empresa, 2014-2016)

### 2.2.4. Estudio de métodos

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

La ingeniería de métodos utiliza técnicas para el análisis de operaciones, una de ellas es dividir una tarea en simples elementos de trabajo, y estudiando cada movimiento para ordenarlo o eliminar los que no sean necesarios, buscando así una mejor combinación y secuencia de movimientos, logrando así métodos más sencillos y eficientes.

Para el analista de métodos resulta muy importante apoyarse en todas aquellas técnicas

gráficas que le permitan dar una idea de la ubicación de los puestos y de la secuencia de las operaciones que se realizan en las producciones objeto de estudio. El estudio de métodos permite efectuar importantes economías con pequeños cambios y utilizando dispositivos o plantillas económicas. No sólo se estudian los movimientos de trabajadores y materiales.

#### **Procedimiento del estudio de métodos**

- Selección de la tarea o trabajo a mejorar.
- Registrar los detalles de las actividades.
- Analizar los detalles observados.
- Realizar un análisis crítico y aportar ideas para un nuevo método.
- Aplicación del nuevo método.

#### **Objetivos del estudio de métodos**

Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el diseño del equipo e instalaciones.

Economizar el esfuerzo humano para reducir fatiga.

Crear mejores condiciones de trabajo.

Ahorrar el uso de materiales, máquinas y mano de obra. (Codnet – Grupo informático, 2011).

### **2.2.5. Medición del trabajo**

Se basa en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

#### **Objetivos**

Incrementa la eficiencia del trabajo.

Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos de programación de la producción, supervisión, etc. (Sarmiento, 2014).

### 2.2.6. Balance de líneas

Es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo es conseguir un ciclo de tiempo constante en todas las estaciones.

Capacidad: tiempo disponible para producción.

Una línea de producción está balanceada cuando la capacidad de producción de cada una de las operaciones del proceso tiene la misma capacidad de producción.

En cada etapa (operación) del proceso debe existir la misma capacidad de procesamiento para lograr el balance.

Un buen balanceo de línea significa tener todas las estaciones a un 95% de balance. (Castillo, 2014).

### 2.2.7. Productividad

La productividad implica la mejora el proceso productivo.

La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). Es decir:

$$\text{PRODUCTIVIDAD: } \frac{\text{SALIDA}}{\text{ENTRADA}}$$

De esta forma, surgen algunos problemas como: definir el sistema, indicar como pueden expresarse sus entradas y salidas, y considerar cómo medir la productividad.

La medición de la productividad es a veces bastante directa, por ejemplo cuando es medida como horas de mano de obra por tonelada de un producto específico de acero, o como la energía necesaria para generar un Kw de electricidad. Pero en muchos casos, existen problemas sustanciales para llevar a cabo esta medición: Algunos de los problemas de medición son:

La especificación del producto puede variar mientras la cantidad de insumos y salidas permanece constante. Compare un aparato un aparato de radio actual con uno antiguo. Ambas radios, pero solo unas cuantas pueden negar que la tecnología ha mejorado.

Los elementos externos pueden causar un crecimiento o disminución en la productividad por el cual el sistema puede no ser directamente responsable. Un servicio eléctrico más confiable puede mejorar de gran manera la producción, de ahí que la mejora en la productividad de la empresa se deba más a ese sistema de soporte que a las decisiones administrativas que se hayan tomado.

El administrador de la producción debe busca la mejora en la productividad y los datos por los cuales documentar dicho progreso. (Carro, Gonzáles; 2012, p. 1-2).

El concepto de productividad ha evolucionado a través del tiempo y en la actualidad son diversas las definiciones que se ofrecen sobre la misma, así mismo de los factores que la conforman, sin embargo hay ciertos elementos que se identifican como constantes, estos son: la producción, el hombre y el dinero. La producción, porque en definitiva a través de esta se procura interpretar la efectividad y eficiencia de un determinado proceso de trabajo en lograr productos o servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad, en el que necesariamente intervienen siempre los medios de producción, los cuales están constituidos por los más diversos objetos de trabajo que deben ser transformados y los medios de trabajo que deben ser accionados. El hombre, porque es quien pone aquellos objetos y medios de trabajo en relación directa para dar lugar al proceso de trabajo; y el dinero, ya que es un medio que permite justificar el esfuerzo realizado por el hombre y su organización en relación con la producción y sus productos o servicios y su impacto en el entorno. Entre los factores a medir en productividad están: la eficiencia, la efectividad, la eficacia, y la relevancia. (Núñez, 2007).

La productividad conlleva un esfuerzo continuo para adoptar las actividades económicas y sociales al cambio permanente de las situaciones, con la aplicación de nuevas teorías y nuevos métodos.

**Tabla N° 4:** Componentes relacionados a la productividad.

COMPONENTE	DEFINICIÓN
EFICIENCIA	<b>Criterio económico</b> que revela la capacidad administrativa de producir el máximo resultado con el mínimo de recurso, energía y tiempo.
EFFECTIVIDAD	<b>Criterio político</b> que refleja la capacidad administrativa de satisfacer las demandas planteadas por la comunidad externa.
EFICACIA	<b>Criterio institucional</b> que refleja la capacidad administrativa para alcanzar las metas o resultados propuestos. Logro de objetivos.
RELEVANCIA	<b>Criterio social</b> que mide el desempeño administrativo en términos de importancia, significación y pertinencia. En términos del impacto para el mejoramiento o deterioro de la calidad de vida humana en la empresa y en la sociedad.

Fuente: Núñez, 2007.

### 2.2.7.1. Factores que afectan la productividad

Los factores internos y externos que afectan la productividad se clasifican en:

**Factores internos:**

- Energía
- Máquinas y equipo
- Recurso humano
- Terrenos y edificios
- Materiales

**Factores externos:**

- Disponibilidad de materiales o materias primas.

- Mano de obra calificada
- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- Infraestructura existente
- Disponibilidad de capital e intereses
- Medidas de ajuste aplicadas

Para mejorar la productividad se debe innovar en: tecnología, organización, RRHH, relaciones laborales, condiciones de trabajo y calidad. (Almeida & Olivares, 2013).

### **2.2.8. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO**

Este tipo de diagrama fue elaborado en el año 1950 en Japón por el profesor Kaoru Ishikawa, siendo su denominación en japonés “Tokusei Yoin Zu” (diagrama de características), llamándosele también “Sakana No Hone” (espina de pez), dada su apariencia, y por el que es mundialmente conocido.

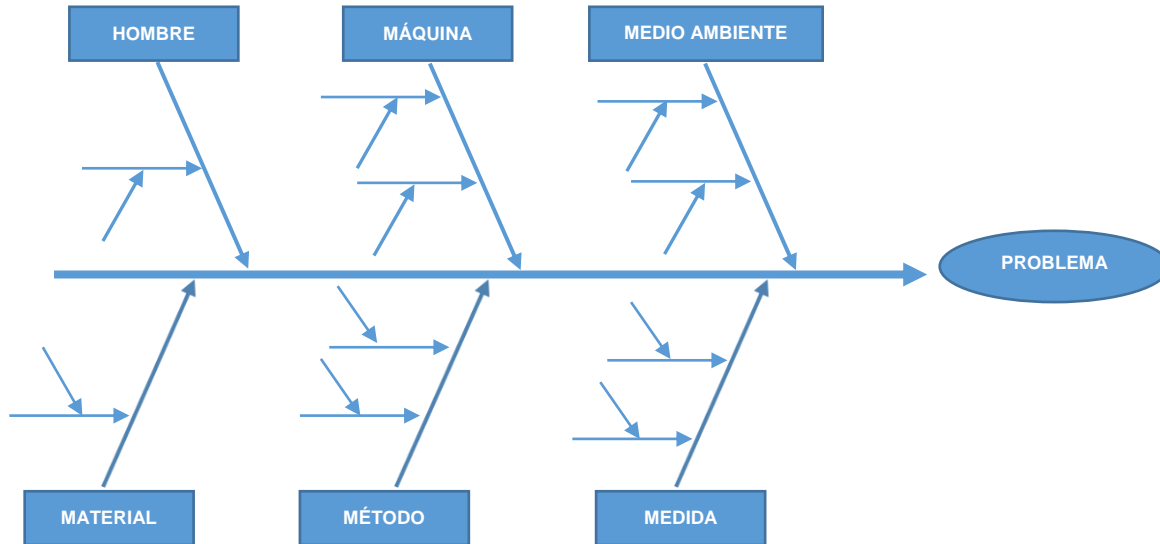
Esta representación fue desarrollada para poner en evidencia la relación entre un EFECTO y todas las CAUSAS posibles que podrían influenciarle. El Efecto o el problema se escriben a la derecha, y las causas o factores de influencia mayores en la parte izquierda, quedando así reflejadas las relaciones de dependencia entre el efecto y la cadena de causas que lo producen.

Para cada efecto hay probablemente muchas categorías de causas mayores, y por ende muchas menores.

Una vez concretado el efecto, o problema, se debe empezar seleccionando unas causas mayores, a partir de las cuales se pueden obtener las sucesivas cadenas de causas.

En los procesos industriales la costumbre llevó a identificar 5 causas mayores que influyen en todos los procesos y que quedaron así normalizadas, llegándose a conocer el diagrama de Ishikawa de los procesos industriales como “5M”.

**Figura N° 19:** Diagrama de causa - efecto, D. Ishikawa.



**Fuente:** Elaboración propia

### 2.2.9. Automatización

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima, incluso sin intervención, del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: medición, evaluación y control.

Esta tecnología incluye:

- Herramientas automáticas para procesar partes.
- Máquinas de montaje automático.
- Robots industriales.
- Manejo automático de material y sistema de almacenamiento.
- Sistemas de inspección automática para control de calidad.
- Control de reaprovechamiento y control de calidad.
- Control de reaprovechamiento y control de proceso por computadora.
- Sistemas por computadora para planear colecta de datos y toma de decisiones para apoyar las actividades manufactureras.



Las causas de la automatización son:

- Liberación de los recursos humanos para que realicen tareas que requieran mayores conocimientos.
- Eliminación de trabajos desagradables – peligrosos.

### 2.2.9.1. Clases de automatización

La **automatización fija** se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, por tanto, se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto con rendimiento alto y tasas de producción elevadas.

La **automatización programable** se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Por su parte la **automatización flexible** es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora. (Quiminet, 2008).

### 2.2.10. Sistemas de pesaje

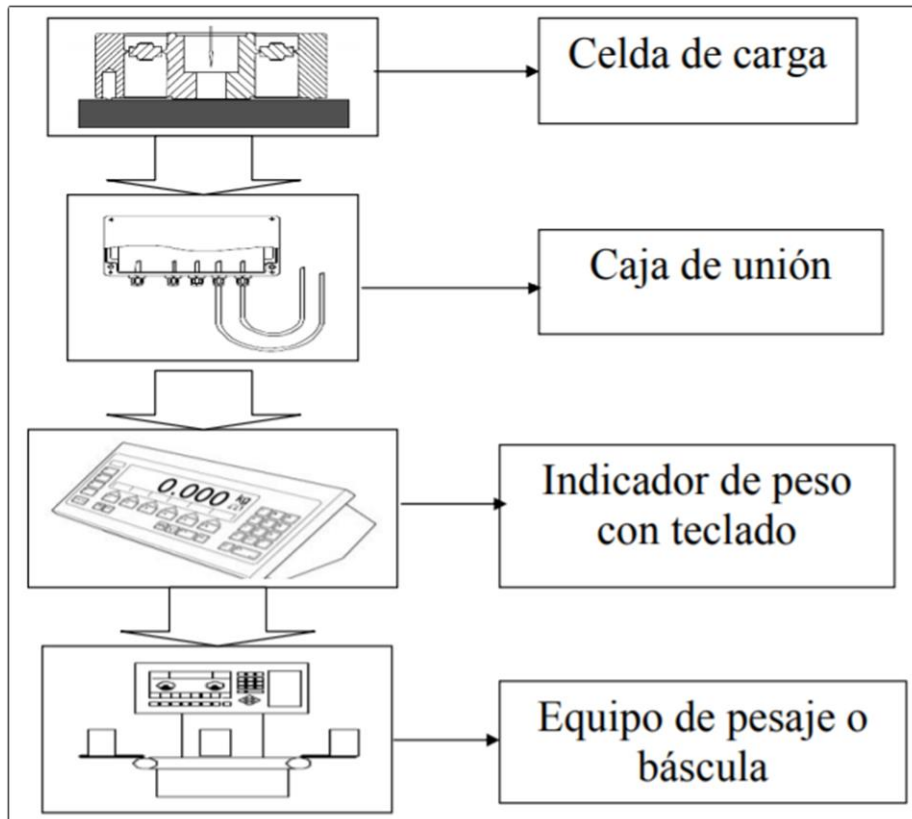
Los equipos de pesaje o básculas electrónicas dan una indicación del peso de una carga colocada en su plataforma. Para realizar esta operación, la báscula cuenta con un transductor de tipo celda de carga que genera una señal analógica del rango de los milivoltios. Esta señal se filtra y posteriormente se convierte en una señal digital que procesa un microcontrolador, para calcular el valor del peso en función de la señal que genera el transductor. Posteriormente, el microcontrolador envía una señal digital que corresponde al peso de la carga en cuestión a un visor electrónico para presentar al usuario de la báscula, el valor del peso que corresponde a la carga y/o enviarla a una computadora, impresora o activar algún tipo de alarma.

#### 2.2.10.1 Componentes de equipos de pesaje.

Generalmente, los equipos de pesaje están conformados por los siguientes componentes básicos:

- Celda de carga.
- Indicador visual de peso.
- Caja de unión (si se utiliza más de una celda de carga). Díaz, (2008).

**Figura N° 20:** Componentes de equipos de pesaje.






Fuente: (Díaz, 2008).

### 2.2.10.2. Desventajas de la tecnología de pesaje

Mayores costes iniciales, pero no necesariamente durante toda la vida útil, por el estudio del diseño, equipos y estructuras pero esto se ve compensado por el bajo costo de mantenimiento y la precisión en las mediciones.

Conocimientos de ingeniería necesarios.

**Figura N° 21:** Niveles de precisión de la báscula para depósitos.

	Precisión % Cap. máx.	Descripción	Método de dosificación recomendado	Imagen
1 – Precisión alta	0.015 - 0.033%	Depósitos, recipientes de reactores para formulación, mezclado, dosificación, llenado de precisión	Dosificación simultánea	
2 – Precisión media	0.033 - 0.1%	Depósitos de retención, tolvas, dosificación, llenado	Dosificación secuencial	
3 – Precisión baja	0.1 – 0.5%	Depósitos de retención, tolvas, dosificación	Dosificación acumulativa	
4 – Control de nivel	0.5 – 2%	Depósitos de almacenamiento y silos de materias primas y productos básicos	n/a	

**Fuente:** Llanos, 2013

### Uso del sistema de pesaje

- Se usa para proporcionar ingredientes a una receta
- Para crear un producto mezclado.
- Para usar en un procesamiento posterior.

### Aplicaciones típicas:

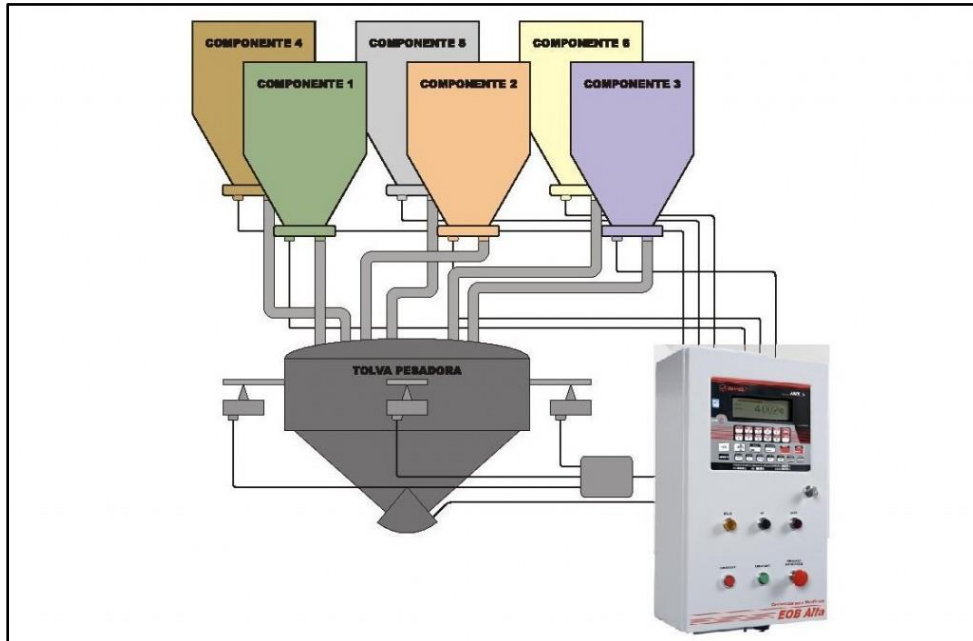
- Fabricación de alimentos procesados: Muesli, sopa, etc.
- Fabricación de productos farmacéuticos.
- Fabricación de productos químicos. Mezcla de pintura, productos químicos para la construcción, etc.
- Industria de la construcción. Mezcla de morteros secos, hormigón, asfalto, etc.

Existen tres formas básicas de dosificación.

- Simultánea.
- Secuencial.
- Acumulativa

## Dosificación simultánea

Figura N° 22: Dosificación simultánea.



Fuente: Llanos, 2013

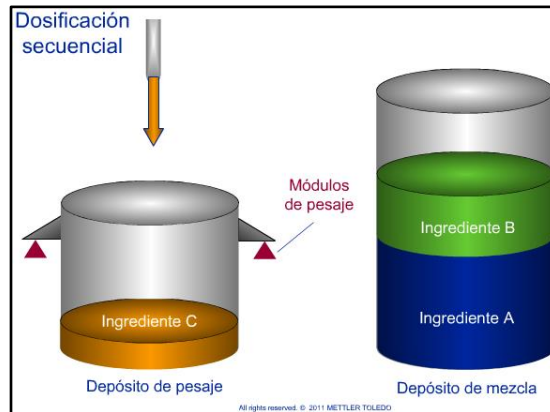
### Ventajas:

- La capacidad de la báscula puede optimizarse según el ingrediente.
- Funcionamiento más rápido.
- El peso de los depósitos puede compararse y corregirse antes de la descarga.

### Desventajas:

- Alto coste.
- Gran tamaño físico.
- Todas las básculas deben estar correctamente calibradas.

**Figura N° 23:** Dosificación secuencial.



**Fuente:** Llanos, 2013.

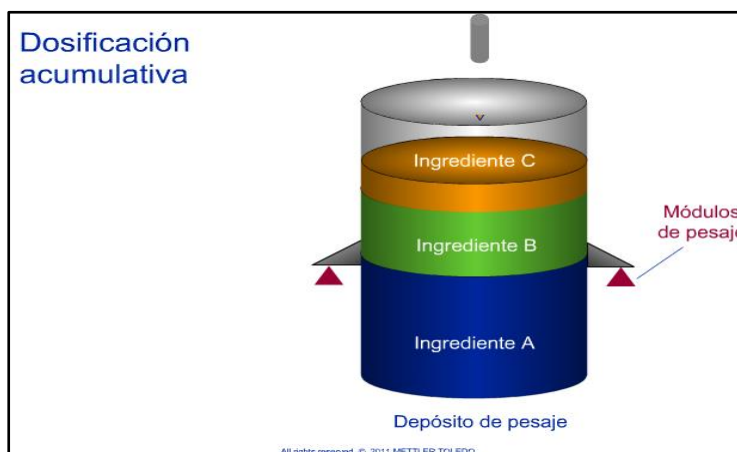
**Ventajas:**

- Menor coste de la báscula.
- Menor tamaño físico.

**Desventajas:**

- Funcionamiento lento.
- Menor precisión si el peso de los ingredientes varía mucho.
- Puede usarse para los nivel de precisión medio.

**Figura N° 24:** Dosificación acumulativa.



**Fuente:** Mettler Toledo, sistemas de pesaje.

**Ventajas:**

- Menor coste.
- Un depósito para todos los pasos del proceso.
- Funcionamiento más rápido.

**Desventajas:**

- La báscula debe ser suficientemente grande para todo el conjunto.
- Menor precisión de los ingredientes secundarios.
- Solo se recomienda para aplicaciones de baja precisión.

**Figura N° 25:** Resumen de las dosificaciones.

	SIMULTÁNEA	SECUENCIAL	ACUMULATIVA
PRECISIÓN	Mejor	Med	Baja
VELOCIDAD	Rápida	Lenta	Med
COSTE DE LA BÁSCULA	Alto	Bajo	Med
TAMAÑO DE LA BÁSCULA	Grande	Pequeño	Med
MEZCLA en la BÁSCULA	No	No	Sí



Consejo:

Pese los ingredientes secundarios fuera de línea y añádalos manualmente



**Fuente:** Mettler Toledo, sistemas de pesaje

**Dos tipos básicos: Compresión y tensión.**

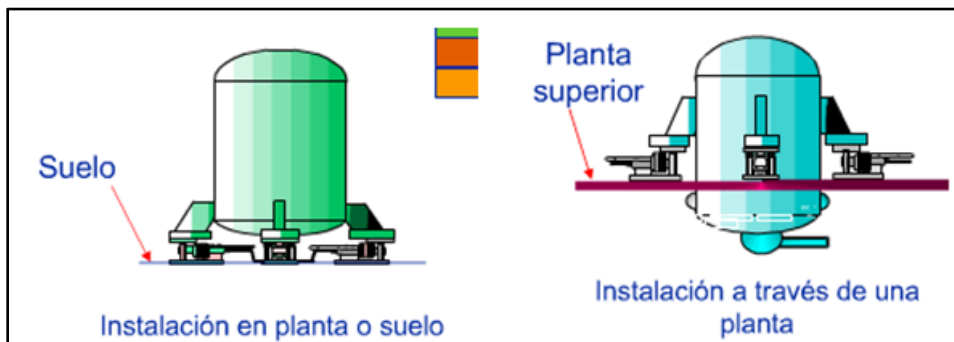
**Figura N° 26:** Módulos de pesaje.



**Fuente:** Mettler Toledo

Para el módulo de compresión se necesitan al menos tres módulos de pesaje para soportar una carga y para el módulo de tensión normalmente las cargas se soportan de un solo módulo pero también puede que sea necesario tres o más. (Llanos, 2013)

**Figura N° 27:** Módulo de compresión.



**Fuente:** Llanos, 2013.

Elija módulos de pesaje por compresión si la báscula:

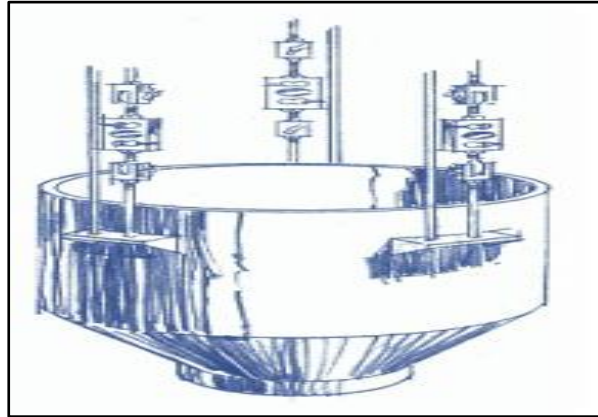
- Es una báscula de plataforma o de cinta transportadora.
- Debe estar sobre una planta o en el suelo.
- Atraviesa una planta.

**Ventajas:**

- Mayor elección de tipos y capacidades de módulos de pesaje.

- Mejor adaptación a las condiciones de la mayoría de lugares.
- Mayor flexibilidad.

**Figura N° 28:** Tensión.



**Fuente:** Llanos, 2013

Tenga en cuenta los módulos de pesaje por tensión si:

- Ya existe una estructura elevada.
- El suelo bajo la báscula debe mantenerse despejado.

**Ventajas:**

- Fácil instalación.
- Buen rendimiento.
- No ocupa espacio en el suelo.
- Posible descarga por gravedad.
- Expansión/contracción térmica ilimitada.
- Fácil aislamiento térmico de depósitos calientes.

**Desventajas:**

El módulo de pesaje más grande disponible es de 10 toneladas. (Gonzales, 2013)



### 2.3. Definición de términos básicos

**Fragua:** es un mortero en polvo a base de cemento, áridos, polímeros, pigmentos y aditivos especiales para sellar las juntas en todo tipo de revestimiento cerámico.

**Lote o Bach:** sumatoria de insumos que conformar un número determinado de productos.

**Dosificación manual:** acción ejecutada por un operario dentro del proceso de producción de fragua.

**Puesto de trabajo:** espacio que ocupa una persona en una empresa, institución o entidad desarrollando algún tipo de actividad o empleo.

**Instructivo de trabajo:** procedimientos precisos de cómo realizar una tarea, operar máquinas, etc.

**Envasadora:** equipo de una línea de producción encargada de colocar el producto en envases, después de eso se coloca el envase en su embalaje.

**Mezclador:** equipo encargado de realizar las mezclas homogéneamente de los insumos.

**Terminal de pesaje:** hardware y software encargados de realizar las dosificaciones de materia prima en un rango establecido.

**Productividad:** relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

**Eficiencia:** capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir lo proyectado.

**Eficacia:** capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**Eficiencia:** capacidad de lograr ese efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.

**Tiempo muerto:** periodo de tiempo durante el cual hay un cambio en la variable manipulada pero que no produce ningún tipo de efecto en la variable proceso.

**Desabastecimiento:** falta de materia prima para continuar un proceso productivo.

**Stock de seguridad:** nivel extra de stock que se mantiene en almacén para hacer frente a eventuales roturas de stock, se genera para reducir incertidumbres que se producen en la oferta y demanda.

## **CAPÍTULO 3. DESARROLLO**

### **3.1. Desarrollo del Objetivo 01 Y 02**

A continuación se presentará una propuesta de mejora como alternativa de solución a los problemas que reducen la capacidad de producción de la línea de fragua.

Según lo mencionado líneas atrás, el área de estudio sería la de pesado de materia prima (25 bolsas/minuto). El área de mezclado de materia prima se omite por tener mayor capacidad de abastecimiento (40 bolsas/minuto), el área de envasado también se excluye por ser una máquina cuya velocidad varía de 0 hasta 50 bolsas/minuto sin embargo si se plantea implementar una nueva máquina envasadora para incrementar la velocidad sería bueno aumentar la capacidad de abastecimiento en el área de mezclado.

En base a los siguientes problemas encontrados en el área de Pesado de Materia Prima a continuación se plantea la siguiente propuesta de mejora.

#### **3.1.1. REDISEÑO DE PLANTA**

La propuesta que se plantea considera implementar un sistema de dosificado y pesaje automático, el cual mediante una terminal remplazará las funciones que antes involucraba al personal operario de producción, reduciendo de ésta manera el tiempo de dosificado y aumentando nuestra capacidad de abastecimiento en el área de materia prima.

El sistema de dosificado y pesaje automático consiste en:

Implementación de 03 silos de almacenamiento (cemento gris, cemento blanco y sílice).

Instalación de tornillos helicoidales cada uno independientemente con su variador electrónico para que nos asegure velocidades máximas al inicio del pesaje y velocidades mínimas al finalizar el pesaje logrando de ésta manera exactitud en el dosificado y pesaje.

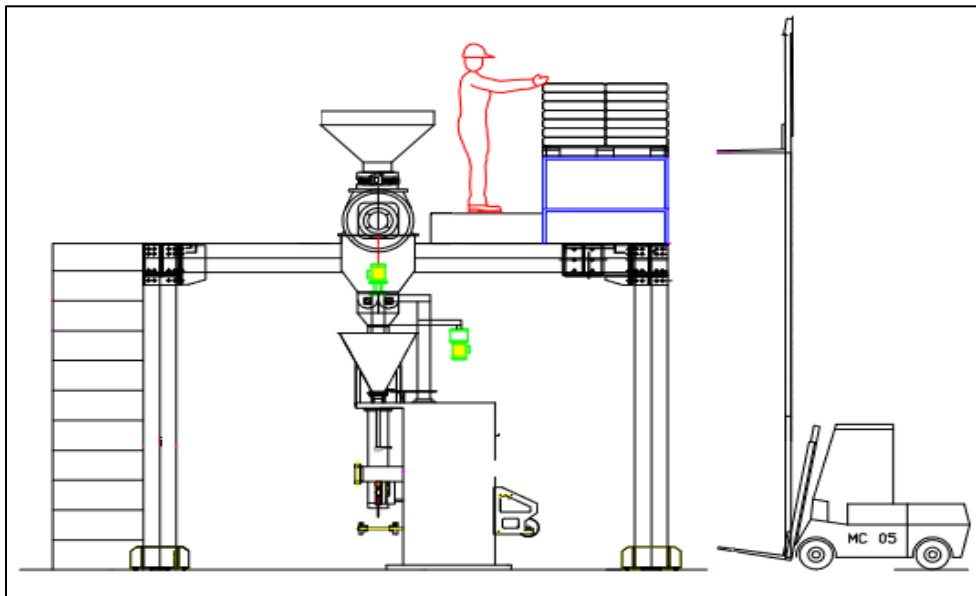
Montaje de tolvas balanzas las cuales permitirán ir almacenando y paralelamente pesando la materia prima que es añadida por los tornillos helicoidales, una vez concluido el pesaje se realiza la descarga mediante un sistema neumático hacia el mezclador que actualmente

cuenta la línea de fragua, una vez concluida la descarga inicia la etapa de mezclado de materia prima que será controlado mediante la terminal IND780 Batch de Mettler Toledo.

Montaje de Terminal de Pesaje IND 780 Batch – Mettler Toledo, este equipo tiene la capacidad de realizar operaciones de control y registro de pesaje, tiene capacidad para agregar 1000 recetas las cuales mediante el software del equipo permitirá realizar el control del dosificado y a la vez mediante comunicación Ethernet permitirá tener un registro digital de lo producido.

A continuación se muestra una imagen del sistema actual de mezclado y envasado de materia prima.

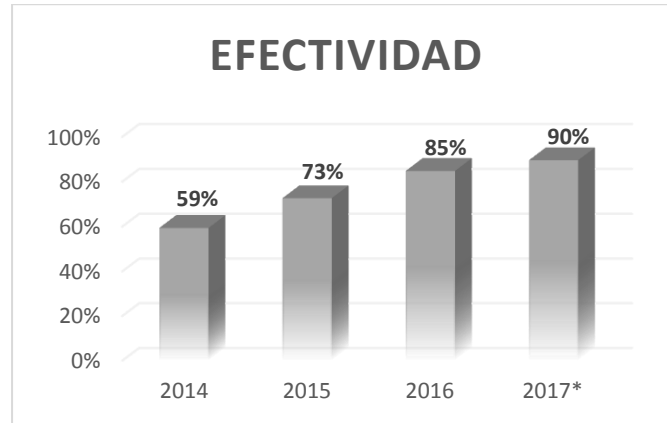
**Figura N° 29:** Sistema actual de mezclado y envasado de materia prima.



**Fuente:** Propia empresa Cerámica Lima

En la actualidad se está trabajando a una capacidad efectiva del 90% como se puede apreciar en el grafico donde muestra como las ventas han ido incrementándose desde el año 2014 hasta la actualidad, el área de planeamiento realizó un proyectado de ventas hasta diciembre donde se puede apreciar que estaremos trabajando casi al límite.

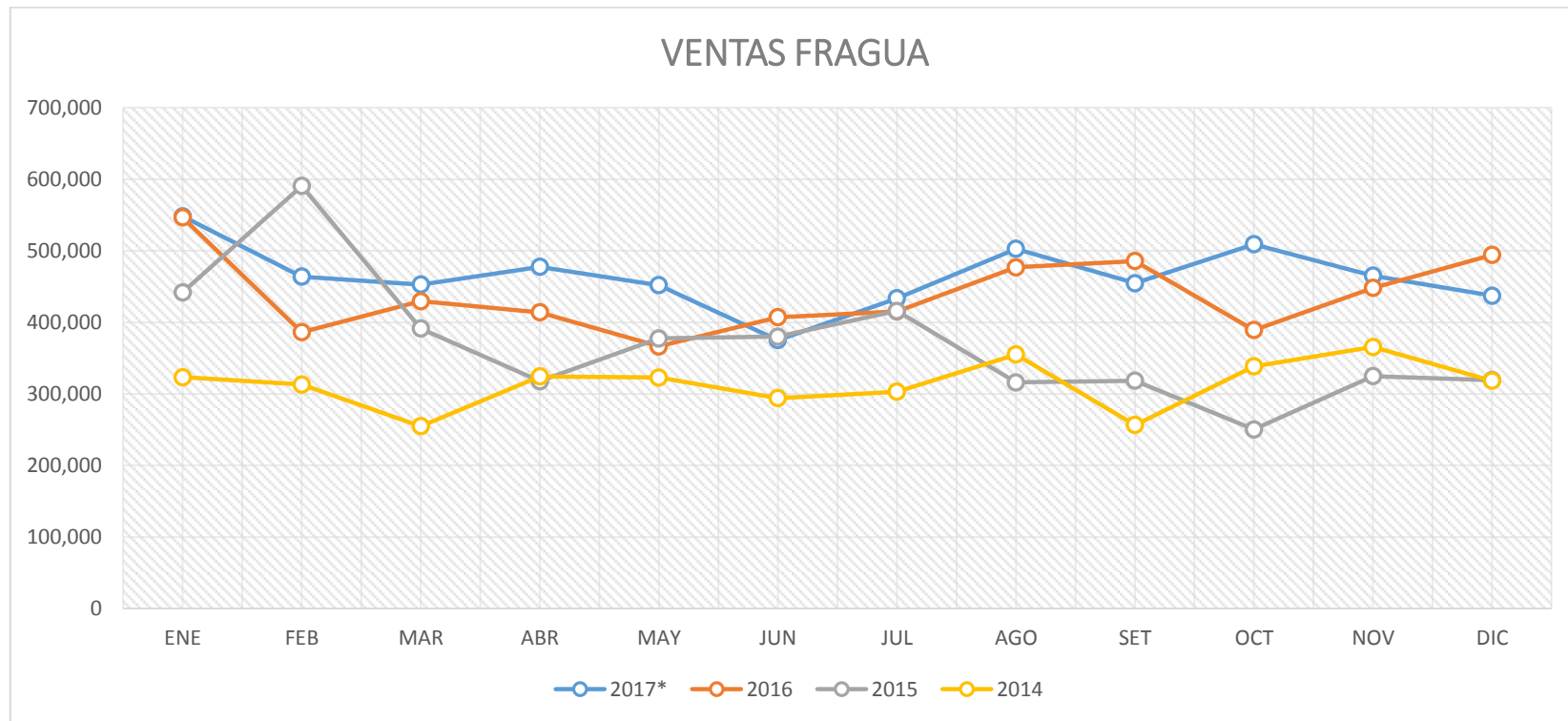
**Figura N° 30:** Efectividad de fragua durante los periodos: 2014 - 2017\*.



**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente imagen se puede observar el detalle de las ventas por mes desde el período 2014 hasta diciembre del 2017 según proyectado por la empresa.

**Figura N° 31:** Ventas desde el año 2014 - Proyectado 2017.



Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 5:** Cuadro del detalle de ventas mensuales: periodo 2014 - Proyectado Diciembre 2017\*.

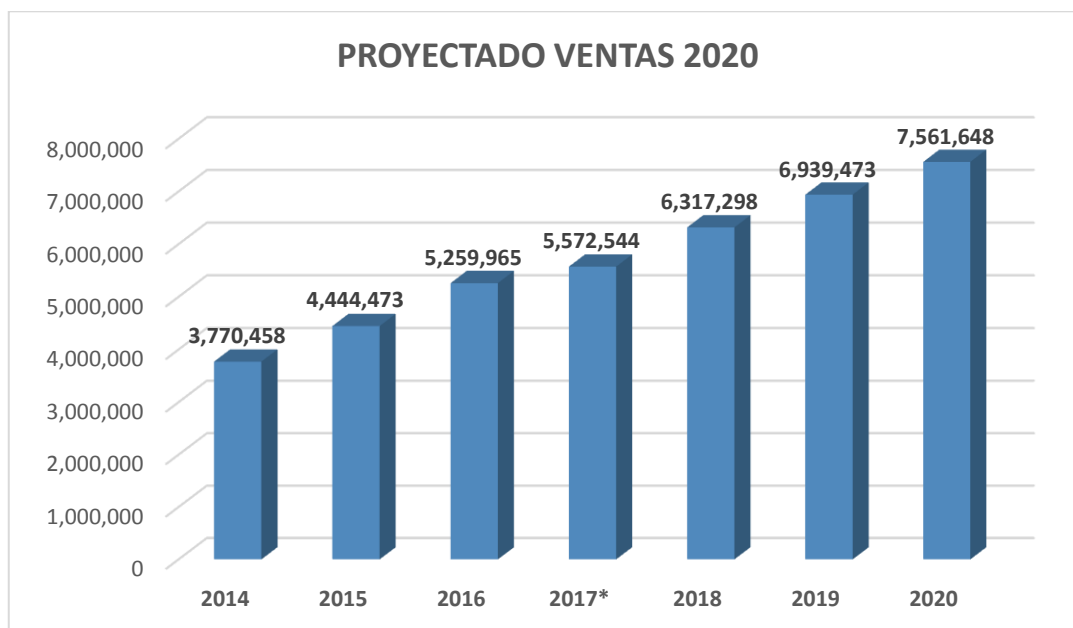
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2017*	548,192	463,842	452,745	477,640	451,889	375,242	433,703	502,765	454,828	509,147	465,179	437,372	5,572,544
2016	546,795	386,346	429,579	414,011	366,479	407,123	415,300	476,911	485,773	389,357	448,049	494,242	5,259,965
2015	441,926	590,588	391,414	317,809	377,471	380,118	416,012	316,044	318,510	250,339	324,842	319,400	4,444,473
2014	323,444	313,096	254,923	324,498	322,936	294,055	303,089	355,160	256,654	338,568	365,636	318,399	3,770,458

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó un proyectado de ventas para los siguientes 03 años aplicando el método de mínimos cuadrados donde concuerda con información que se maneja internamente en la empresa.

A continuación en la siguiente figura se muestra el proyectado para los siguientes 03 años 2018-2020.

**Figura N° 32:** Proyectado de ventas 2018 – 2020.

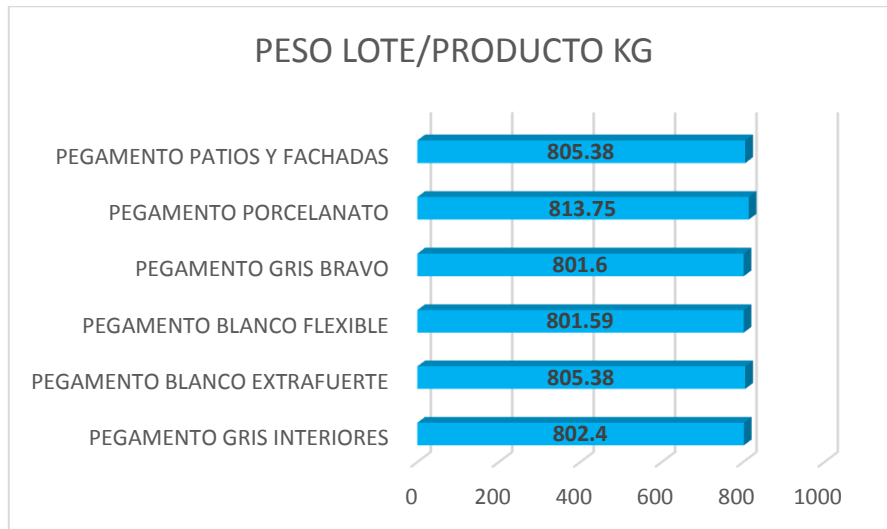


**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente imagen se muestra el sistema propuesto, el cual aumentará la capacidad de abastecimiento en el área de pesado de materia prima de 25 lotes/hora a 40 lotes/hora, el cual nos permite tener una velocidad de envasado de 43 bolsas/minuto cantidad que nos permite cumplir con las ventas proyectadas para los siguientes años.

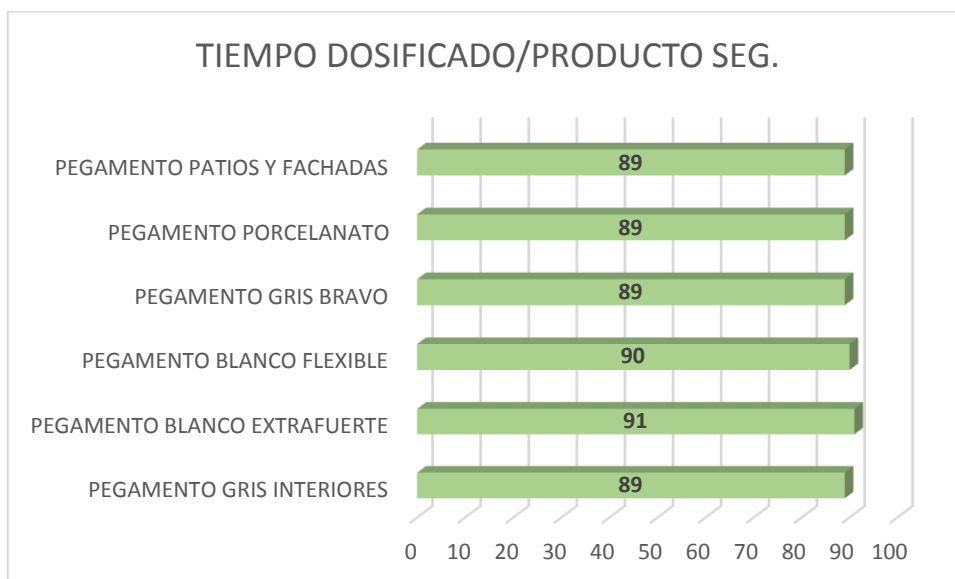
Se está considerando al aumento de la capacidad de abastecimiento de 25 a 40 lotes/hora en base a un sistema similar de dosificado en la línea de pegamento donde el tiempo promedio de dosificado para lotes de 800 kg es de 90 segundos , en la línea de fragua el peso promedio del lote equivale a 64 kilogramos motivo por el cual el tiempo de dosificado debería ser menor, pero por tratarse de mezclado de pigmentos se va a seguir considerando los 90 segundos a fin de darle mayor precisión en el pesado para lograr exactitud y calidad del producto.

**Figura N° 33:** Peso promedio de Pegamentos - comparativo con fragua.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 34:** Tiempo dosificado lote Pegamento - comparativo con fragua.

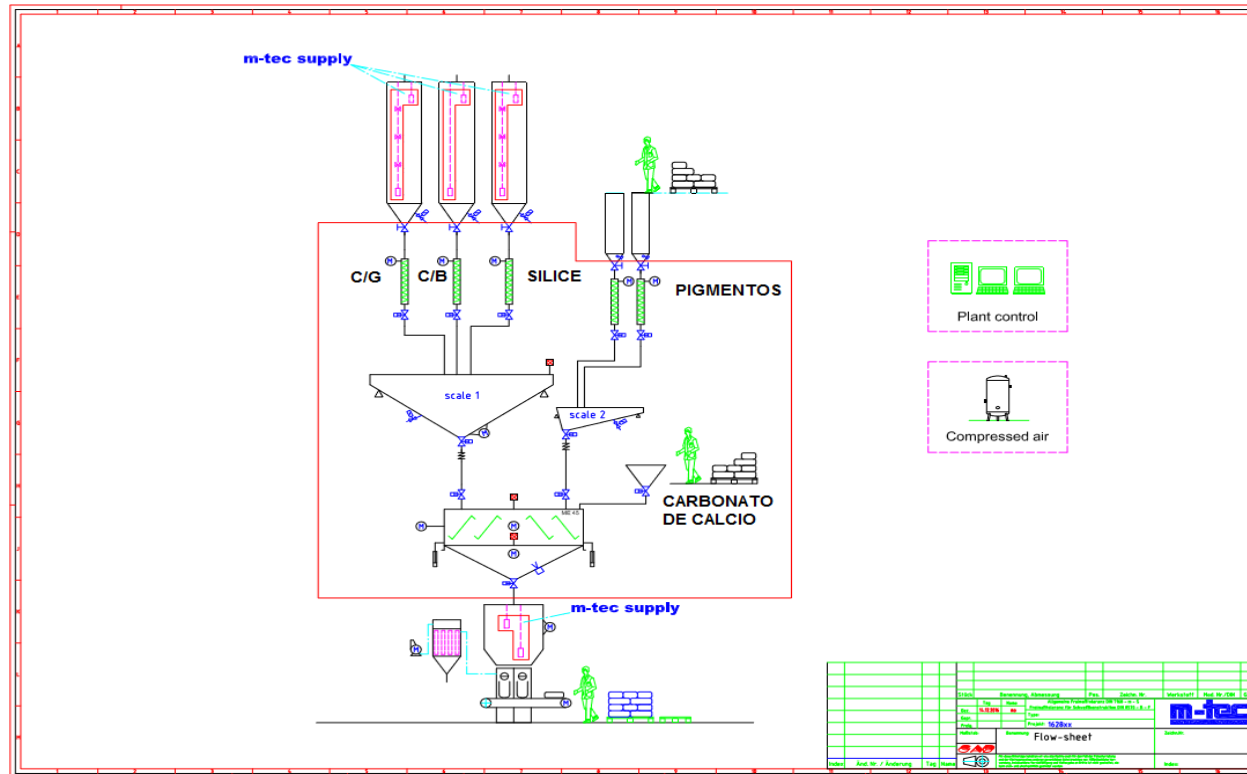


**Fuente:** Elaboración propia



### 3.1.2. SISTEMA DE DOSIFICADO AUTOMÁTICO PROPUESTO

Figura N° 35: Sistema de dosificado automático propuesto - Terminal Mettler Toledo IND 780 Batch.



Fuente: M-TEC PROYECTOS

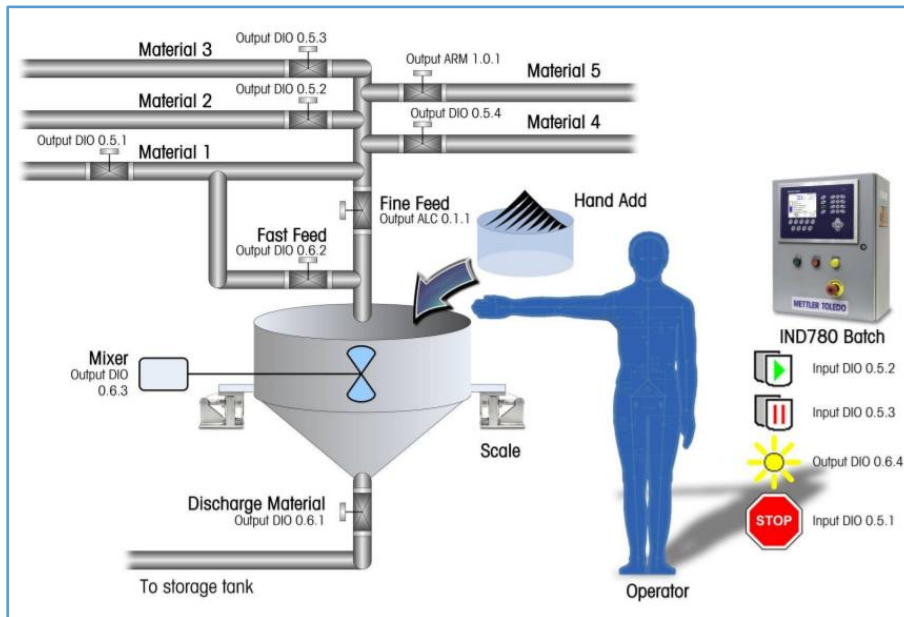
Se indagó en el mercado si había algunos equipos capaces de realizar estas funciones, asegurando exactitud en el pesado de materias primas y por consecuencia manteniendo los estándares de calidad, encontrándose en el mercado nacional una terminal capaz de cumplir estos requisitos y sobre todo con la garantía de una empresa especializada en sistemas de pesaje y dosificado: PRECISIÓN.

**Figura N° 36:** Terminal IND 780 Batch.



**Fuente:** precisión – Mettler Toledo

**Figura N° 37: Funcionamiento Terminal IND780 Batch.**



**Fuente:** PRECISIÓN – Mettler Toledo

Al implementar el sistema de pesaje automático se estaría aumentando la producción mensual de manera considerable y trabajando a una eficiencia del 90 % permitiéndonos tener una holgura ante cualquier eventualidad, este tiempo podría ser aprovechado en el mantenimiento de los equipos de la línea.

**Tabla N° 6:** Cuadro de capacidades de fragua.

DATOS	FRAGUAS - PLANTA LIMA			PROPUESTO
	CAPAC. DISEÑADA	CAPAC. EFECTIVA	2017*	MES/AÑO
<b>BOLSAS / MIN X ENV.</b>	50	25	25	<b>40</b>
<b># ENVASADORAS</b>	2	1	1	<b>1</b>
<b>TURNO</b>	3	2	2	<b>2</b>
<b>MINUTOS X TURNO</b>	480	435	435	<b>435</b>
<b>DIAS X MES</b>	30	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>EFICIENCIA</b>	90%	90%	90%	<b>90%</b>
<b>TON / MES</b>	<b>3,888</b>	<b>509</b>	<b>509</b>	<b>814</b>
<b>MILES BOLS 1KG</b>	<b>3,888</b>	<b>509</b>	<b>509</b>	<b>814</b>
<b>UTIL. PLANTA</b>	<b>100%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>21%</b>
<b>KG / AÑO</b>	46,656,000	6,110,208	6,107,400	<b>9,771,840</b>

**Fuente:** Empresa Cerámica Lima

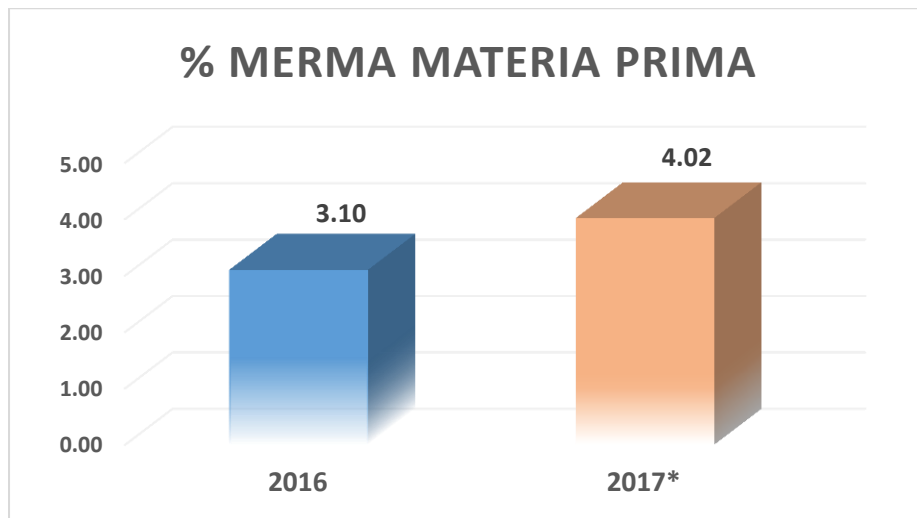
La implementación del sistema de dosificado automático permitirá al área de pesado de materia prima aumentar su capacidad de abastecimiento por consecuencia se estarían eliminando los tiempos muertos en las áreas de mezclado y envasado que se generaban anteriormente por falta de abastecimiento en sus respectivas áreas.

### 3.2. Desarrollo del Objetivo 03

Seguidamente se presenta la alternativa de solución para la reducción de mermas presentadas durante los últimos 02 años.

En la siguiente figura se muestra las mermas del año 2016 y lo que va del año 2017\*.

**Figura N° 38:** Porcentaje de mermas 2016 - 2017\*.



**Fuente:** Elaboración propia

El porcentaje de mermas que manejan en la empresa Cerámica Lima S.A. es del 1% por lo que se puede apreciar que los últimos 02 años hemos estado excediendo dicha meta.

Como producción hemos perdido materia prima en parte del proceso de pesaje manual, como muestra el siguiente cuadro el promedio de kg. que se perdieron en el proceso de pesado fue de 100000 kilogramos por año, al reducir estos valores estaríamos reduciendo costos de producción en la línea de producción de fragua lo cual generaría más rentabilidad a la empresa.

En el siguiente cuadro se muestra los valores antes mencionados.

**Tabla N° 7:** Cuadro de mermas: 2016 - 2017\*.

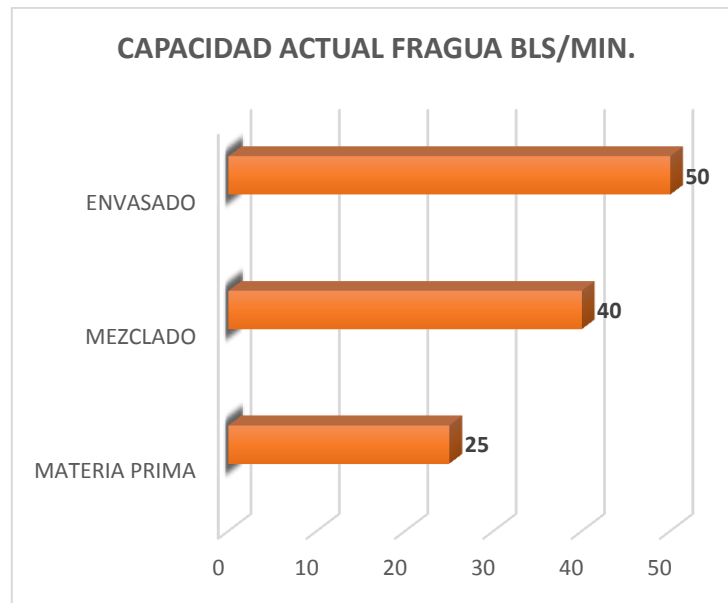
AÑO	CONSUMO KG	REGISTRADO KG	% MERMA	MERMA TOTAL EN KG	MERMA OBJETIVO 1%	MERMA A RECUPERAR	MERMA PROMEDIO/AÑO KG
2016	4,641,434.33	4,501,826.00	3.10	139,608.33	45018.26	<b>94,590.07</b>	<b>99,936.67</b>
2017*	1,906,596.47	1,832,952.00	4.02	73,644.47	18329.52	<b>55,314.95</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

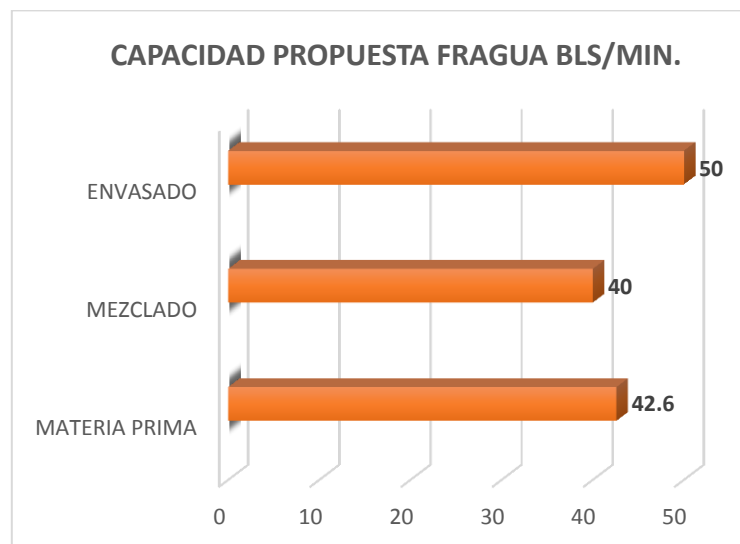
Con los resultados obtenidos se realizan gráficos donde se detalla los beneficios de darse la implementación de la propuesta.

**Figura N° 39:** Capacidad actual.



**Fuente:** Elaboración propia

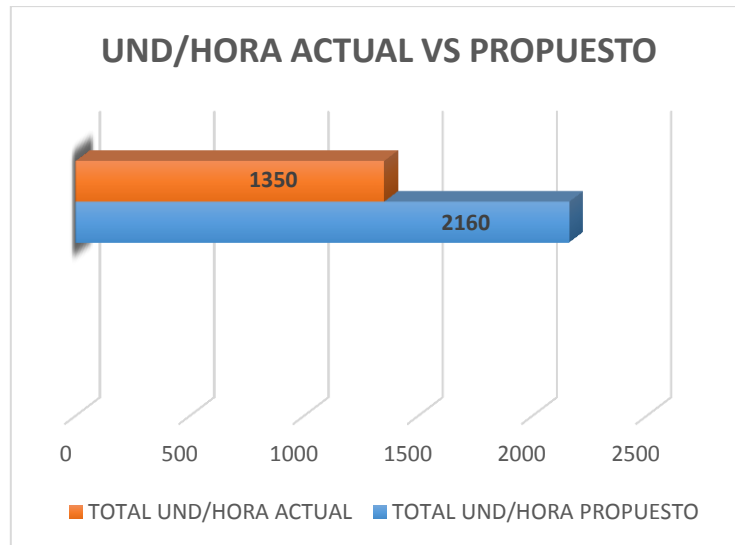
**Figura N° 40:** Capacidad propuesta.



**Fuente:** Elaboración propia

Con la implementación de la mejora se puede evidenciar un incremento en las unidades producidas por hora.

**Figura N° 41:** Comparativo UND/HORA ACTUAL VS PROPUESTO.



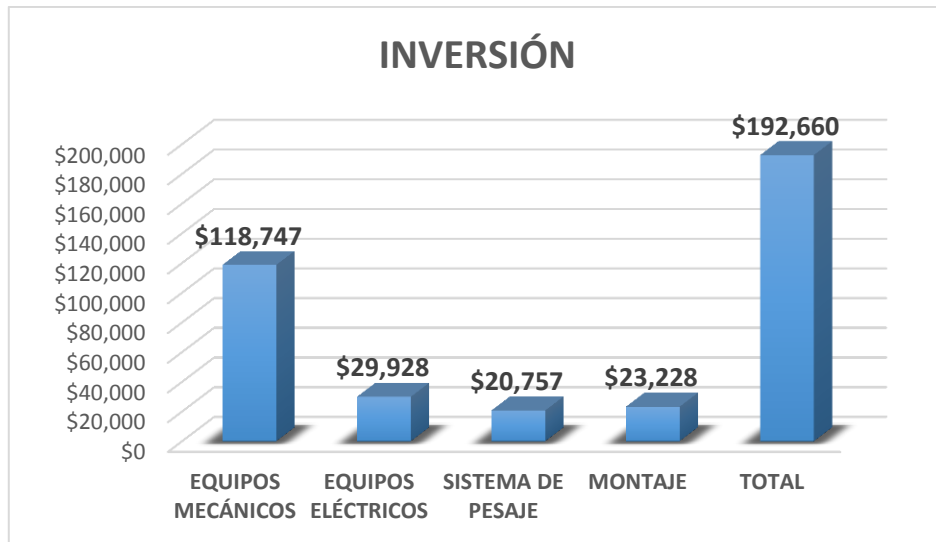
**Fuente:** Elaboración propia



## RESULTADOS

Para determinar el costo de dicha implementación del sistema de dosificado automático se realizaron algunas cotizaciones mediante las cuales se obtuvo el valor del costo total.

**Figura N° 42:** Cuadro de inversiones para la implementación.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez concluida la implementación de la propuesta de mejora se tiene que verificar si los cambios realizados mejoran el problema encontrado, de ser positivo se podrían estudiar otros escenarios de lo contrario se procedería a actuar nuevamente en el proceso de mejora de tal forma que el proceso de mejora se vuelva cíclico.

## ANÁLISIS DEL BENEFICIO / COSTO DE LA MEJORA

Tabla N° 8: Unidades a producir con sistema propuesto: 2018 - 2020.

<b>FRAGUA</b>	<b>PRODUCCIÓN 2017* - 90% ACTUAL</b>	<b>VENTAS UND PROYECTADAS 2018</b>	<b>VENTAS UND PROYECTADAS 2019</b>	<b>VENTAS UND PROYECTADAS 2020</b>	<b>PRODUCCIÓN UND 90% PROPUESTO</b>	<b>MERMA DISMINUIDA X AÑO KG</b>
<b>DIFERENCIA OBJETIVO PROYECTADO VENTAS UND</b>	6,110,208	6,317,298	6,939,473	7,561,648	9,771,840	99,937
		207,089	829,264	1,451,440		

Tabla N° 9: Costos de fragua sin reducción de mermas.

<b>FRAGUA SIN REDUCCIÓN DE MERMA</b>	<b>COSTO PRODUCCIÓN</b>	<b>COSTO VENTA</b>	<b>UTILIDAD</b>
	S/. 1.20	S/. 2.50	S/. 1.30

Tabla N° 10: Costos de fragua con reducción de mermas.

<b>FRAGUA REDUCIENDO MERMA</b>	<b>COSTO PRODUCCIÓN</b>	<b>COSTO VENTA</b>	<b>UTILIDAD</b>
	S/. 1.19	S/. 2.50	S/. 1.31

Calculo para hallar el beneficio

**Tabla N° 11:** Aumento de ingresos: 2018 - 2020.

BENEFICIO	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020
	S/. 271,287	S/. 1,086,336	S/. 1,901,386

**Tabla N° 12:** Relación beneficio/costo.

COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA \$	192,660
PRECIO DÓLAR	S/. 3.24
COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA	S/. 624,220

BENEFICIO PROYECTADO 2018-2020	S/. 3,259,009
-----------------------------------	---------------

DESCRIPCIÓN	TOTAL
BENEFICIO TOTAL 2018-2020	S/. 3,259,009
COSTO TOTAL	S/. 624,220
BENEFICIO TOTAL	5.22

CONCLUSIÓN: Por cada nuevo sol invertido en la implementación de la mejora se obtendrá un beneficio de S/. 5.22 – S/. 1 = S/. 4.22 nuevos soles de recuperación.

Se realizaron los cálculos para hallar el VAN y el TIR dando como resultado:

PERIODO	FLUJOS DE CAJA
0	-624,220
1	271,287
2	1,086,336
3	1,901,386

VAN	S/. 1,908,936
TIR	103%

## CONCLUSIONES

- Como hemos podido observar en los cuadros la rentabilidad de la empresa se puede mejorar con el aumento de la productividad se está pasando de producir 6 110 208 UND/AÑO a 9 771 840 UND/AÑO, aumentando en un 60%.
- A través de la implementación de un sistema de dosificado automático se logrará aumentar la capacidad de abastecimiento del área de pesado de materia prima de 25 lotes/hora a 40 lotes/hora aumentando en 60% la capacidad de abastecimiento.
- Posteriormente al asegurar una capacidad de abastecimiento en el área de pesado de materia prima por consecuencia aseguramos una velocidad de envasado de 40 bolsas/minuto de esta forma estaremos pasando a producir de 1 350 UND/HR. a 2 160 UND/HR. aumentando también un 60% en relación al sistema actual.
- Al realizar la implementación propuesta se estará reduciendo las mermas hasta 01 % que es lo permitido por política de la empresa, por lo tanto el costo de producción pasa de S/. 1.20 a S/. 1.19 reduciendo 0.84% del costo de producción.
- La evaluación económica y financiera demuestra que el proyecto es viable por los buenos resultados con el VAN, TIR y el B/C.
- Adicionalmente al implementar el sistema de dosificado automático mediante la terminal IND 780 nos permitirá tener un registro digital de producción y horas utilizadas.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda aprobar la inversión para la implementación de la propuesta por las mejoras que se presentan tanto para el proceso como para la rentabilidad de la empresa.
- De darse la implementación se sugiere abastecer previamente APT para poder satisfacer la demanda durante el tiempo que dure la implementación de la propuesta de mejora.
- Implementar un sistema de indicadores de gestión que permita medir adecuadamente la operación y el rendimiento de los recursos, de modo que se puedan desarrollar cambios y mejoras que permitan ofrecer mejores servicios a los clientes internos.
- Se recomienda también formar círculos de calidad con el objetivo de buscar causas y soluciones si en una jornada se presenta un punto fuera de los límites de control establecidos, así como también, de dar iniciativas para la mejora continua. El círculo de calidad deberá estar conformado por el Jefe de Producción, los supervisores y dos operarios de cada turno, de modo que haya sinergia en las reuniones las cuales deberán tener una frecuencia quincenal.
- Se recomienda capacitar al personal operativo con restricciones en el nuevo sistema de dosificado para poder utilizarlo en el área de producción.

## REFERENCIAS

- Blanco, S., & Sirlupú, T. (2016). *Diseño e implementación de células de manufactura para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama*. (Tesis de Titulación). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Checa, J. (2014). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa Confecciones Sol*. (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y verificación*. Barcelona: Profit.
- Escalante, E. (2006). *Análisis y mejoramiento de la calidad*. Primera Edición. México: Editorial Lisuma.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Segunda Edición. México: McGraw-Hill.
- García, D. (2011). *Ingeniería económica práctica*. Colombia: Ecoe.
- Gutiérrez, P., & Román De la Vara, S. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México: Interamericana Editores, S.A.
- Manene L. (2011). *Diagramas de flujo: su definición, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones*. Recuperado de: <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>
- PDCA Home (2013). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y actuar): El círculo de Deming de mejora continua*. Recuperado de: <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
- Sosa, D. (2007). *Conceptos y Herramientas para la Mejora continua*. México: Limusa Editorial, 2007.
- Velazco, J. (2014). *Organización de la producción*. (Tercera edición). España: Ediciones Pirámide.

## ANEXOS

<b>Anexo N° 1.</b> Programación de Fragua.....	80
<b>Anexo N° 2.</b> Reporte de Pesado de Materia Prima - Fraguas .....	81
<b>Anexo N° 3.</b> Registro de Pesado de Materia Prima - Fraguas.....	82
<b>Anexo N° 4.</b> Reporte de producción de fragua.....	83
<b>Anexo N° 5.</b> Área de Mezclado y Envasado de fragua. ....	84
<b>Anexo N° 6.</b> Secuencia de abastecimiento de materia prima al área de mezclado. ....	85
<b>Anexo N° 7.</b> Registro de envasado de fragua. ....	86
<b>Anexo N° 8.</b> Registro de Mezclado de Fraguas. ....	87
<b>Anexo N° 9.</b> Cotización terminal IND780 Mettler Toledo. ....	88
<b>Anexo N° 10.</b> Mapeo de Proceso: Unión Fragua Celima. ....	89
<b>Anexo N° 11.</b> Mapeo Proceso: Unión Fragua Premium.....	90
<b>Anexo N° 12.</b> Mapeo Proceso: Base Gris y Blanca. ....	91
<b>Anexo N° 13.</b> Diagrama de GANTT.....	92

Anexo N° 1. Programación de Fragua.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE FRAGUAS 2017 - SEMANA 18							
Del Dom 30/04/2017 al Vie 12/05/2017							
TURNO	LÍNEA	HRS. POR TURNO	HRS. DISP. LÍNEA	VELOC. (un/min)	STD POR DÍA (un)	EFICIENCIA	OBJETIVO (un)
T1 (7am-5pm)	FRAGUAS OSCURAS	10.00	10.00	28	16,800	85%	14,280
T3 (11pm-7am)	FRAGUAS CLARAS	8.00	8.00	28	13,440	85%	11,424

FRAGUAS OSCURAS T1 (7am-5pm)								
LÍNEA	CÓDIGO SAP	DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO	CANTIDAD (LOTES)	CANTIDAD (unidad)	TIEMPO (H)	VELOCIDAD ENVASADO (un/d/mín)	DÍA / FECHA TERMINO	OBSERVACIÓN
LÍNEA OSCURAS	110001641	FRAGUA PREM MADERA 1 KG	106	10,600	8.53	28	mar 26/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001602	FRAGUA INT NEGRO 1 KG	84	8,400	2.40	28	mar 26/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001651	FRAGUA PREM PLOMO 1 KG	84	8,400	3.60	28	jun 27/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001636	FRAGUA PREM GRANIZO 1 KG	112	11,200	4.75	28	jun 27/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001597	FRAGUA INT BLANCO 1 KG	87	8,700	3.52	28	vie 28/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010634	FRAGUA PREM LILA 1 KG	54	5,400	0.69	28	vie 28/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010611	FRAGUA PREM AGUAMARINA 1KG	54	5,400	0.67	28	vie 28/04/2017	PIGMENTO BLUE F28 G
LÍNEA OSCURAS	110001650	FRAGUA PREM PLAIN VERDE 1 KG	28	2,800	1.25	28	vie 28/04/2017	PIGMENTO BLUE F28 G
LÍNEA OSCURAS	110001621	FRAGUA PREM ARENA 1 KG	56	5,600	2.43	28	vie 28/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001648	FRAGUA PREM PLAIN AZUL 1 KG	56	5,600	2.63	28	vie 28/04/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001591	FRAGUA INT AZUL ACERO 1 KG	56	5,600	2.45	28	mar 02/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001584	FRAGUA INT CELESTE 1 KG	28	2,800	1.23	28	mar 02/05/2017	PIGMENTO BLUE F28 G
LÍNEA OSCURAS	110010629	FRAGUA PREM CELESTE PLUS 1KG	34	3,400	0.68	28	mar 02/05/2017	PIGMENTO BLUE F28 G
LÍNEA OSCURAS	110001629	FRAGUA PREM CELESTE 1 KG	28	2,800	1.25	28	mar 02/05/2017	PIGMENTO BLUE F28 G
LÍNEA OSCURAS	110001609	FRAGUA PSC CELESTE PLS 5 KG	28	2,800	3.25	2	mar 03/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010835	FRAGUA PSC TURQUEZA PLS 5KG COM	14	1,400	1.67	2	mar 03/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001644	FRAGUA PREM NEGRA 1 KG	56	5,600	2.47	28	mar 03/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010628	FRAGUA PREM TABACO 1 KG	14	1,400	0.72	28	mar 03/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001643	FRAGUA PREM MARFON 1 KG	112	11,200	4.96	28	jun 04/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001601	FRAGUA INT MARFON 1 KG	84	8,400	4.67	28	vie 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001654	FRAGUA PREM TERRACOTA 1 KG	14	1,400	0.69	28	vie 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001604	FRAGUA INT TERRACOTA 1 KG	14	1,400	0.67	28	vie 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001595	FRAGUA INT CUIRIDO 1 KG	56	5,600	2.38	10	vie 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001590	FRAGUA INT ARENA 3 KG	28	2,800	1.25	28	vie 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001651	FRAGUA PREM PLOMO 1 KG	84	8,400	3.60	28	jun 08/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001597	FRAGUA INT GRANIZO 1 KG	88	8,800	3.72	28	jun 08/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001623	FRAGUA PREM AZUL ACERO 1 KG	28	2,800	1.28	28	mar 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001609	FRAGUA PSC CELESTE PLS 5 KG	14	1,400	2.67	2	mar 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010635	FRAGUA PSC TURQUEZA PLS 5KG COM	14	1,400	1.67	2	mar 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010835	FRAGUA PREM TURQUEZA 1KG	14	1,400	0.67	28	mar 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110010633	FRAGUA INT AGUAMARINA 1KG	14	1,400	0.68	28	mar 05/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001630	FRAGUA INT MADERA 1 KG	280	28,000	8.34	28	mar 10/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001645	FRAGUA PREM MADERA 1 KG	168	16,800	7.34	28	jun 11/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001602	FRAGUA INT NEGRO 1 KG	56	5,600	2.49	28	vie 12/05/2017	
LÍNEA OSCURAS	110001627	FRAGUA PREM CAFÉ 1 KG	28	2,800	1.27	28	vie 12/05/2017	

FRAGUAS CLARAS T3 (11pm-7am)								
LÍNEA	CÓDIGO SAP	DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO	CANTIDAD (LOTES)	CANTIDAD (unidad)	TIEMPO (H)	VELOCIDAD ENVASADO (un/d/mín)	DÍA / FECHA TERMINO	OBSERVACIÓN
LÍNEA CLARAS	110001620	FRAGUA PREM ALUMINIO 1 KG	112	11,200	4.24	28	mar 26/04/2017	
LÍNEA CLARAS	110001642	FRAGUA PREM MARFIL 1 KG	84	8,400	5.57	28	jun 27/04/2017	
LÍNEA CLARAS	110001592	FRAGUA INT BLANCO 1 KG	224	22,400	8.10	28	vie 28/04/2017	
LÍNEA CLARAS	110001649	FRAGUA PREM PLAIN NARANJA 1 KG	38	3,800	1.26	28	mar 02/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001637	FRAGUA PREM GRIS 1 KG	224	22,400	8.57	28	mar 02/05/2017	PIGMENTO BLUE F28 G
LÍNEA CLARAS	110001599	FRAGUA INT HUESO 1 KG	140	14,000	5.77	28	jun 04/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001608	FRAGUA PSC BCO PLS 5 KG	56	5,600	6.52	2	mar 05/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001637	FRAGUA PREM GRIS 1 KG	168	16,800	7.05	28	jun 05/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001671	FRAGUA PREM CONAL 1 KG	54	5,400	0.67	28	mar 05/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001605	FRAGUA INT ROSADO 1 KG	14	1,400	0.68	28	mar 05/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001598	FRAGUA INT BEISE 1 KG	84	8,400	3.50	28	mar 05/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001640	FRAGUA PREM HUESO 1 KG	196	19,600	8.21	28	mar 10/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001625	FRAGUA PREM BLANCO HUMO 1 KG	56	5,600	2.41	28	jun 11/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001611	FRAGUA PORE BLANCO HUMO 1 KG	56	5,600	2.50	28	jun 11/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001634	FRAGUA PORE GRIS 1 KG	28	2,800	1.30	28	jun 11/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001624	FRAGUA PREM BLANCO 1 KG	196	19,600	8.20	28	vie 12/05/2017	
LÍNEA CLARAS	110001608	FRAGUA PSC BCO PLS 5 KG	28	2,800	3.61	2	vie 12/05/2017	

NOTA:	Turno 1 (Lun a Sab) y Turno 3 (Dom a Vie).
	Vie 28 Abril (Línea Oscuros T1 y T3).
	Si no llega a tiempo 210000789 PIGMENTO BLUE F28 G, pasar al sgte. Producto.
	Aprovisionamiento 210000342 ADITIVO PREVENTOL D7 aprox. 28 Abril (Uso en Frag. Piscina)

Fuente: Cerámica Lima S.A.



**Anexo N° 2. Reporte de Pesado de Materia Prima - Fraguas**

CELIMA CERÁMICA LIMA S.A.		REGISTRO DE PESADO MATERIA PRIMA - FRAGUAS						N° 000916	
FECHA	TURNO	CÓDIGO PRODUCTO PROGRAMADO	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	PESADO			SEPARADO	OBSERVACIÓN
					UNIONES	BASES	CÓDIGO DE BASE		
27-06	1		MARRON PREM.	Alvarado P. Lima P. Fraguas	56	56	B-0000000	2	
27-06	1		MARRON CEL.		56	56	B-0000000	2	
27-06	1		NEGRA CEL.		28	28	B-0000000	2	
27-06	1		NEGRA PREM.		28	28	B-0000000	2	
28-06	1		NEGRA PORCEL.	Alvarado P. Lima P. Fraguas	14	14	B-0000000	11	
28-06	1		TABACO PORCEL.		28	28	B-0000000	11	
28-06	1		PLOMO PREM.		56	56	B-0000000	2	
28-06	1		GRANIZO PREM.		56	-	B-0000000	3	
28-06	3		COSTAÑA Porcelaneta	B. B.	28	28	B-0000000		
28-06	3		GRIS Premium	B.	28	28	B-0000000		
29-06	1		GRANIZO PREM.		28	84	B-0000000	3	
29-06	1		CAFE PREM.		28	28	B-0000000	2	
29-06	1		ARENA PREM.	Alvarado P. Lima P. Fraguas	28	28	B-0000000	2	
29-06	1		ARENA CELIMA.		14	14	B-0000000	2	
02-07	3		GRIS PREMIUM.	CHA. PL. SR.	210	252	B-0000000	1	
3-7	1		Celeste Premium	S	56	56	B-0000000	1	
3-7	1		Celeste Celima	A	84	84	B-0000000	1	
3-7	1		Celeste Plus	E	14	14	B-0000000	3	
3-7	1		Celeste Piscina	N	14	28	B-0000000	3	
3-7	1		GRIS PREMIUM	Z	28	56	B-0000000	1	
3-07	3		GRIS PREM.		56	-	B-0000000		
3-07	3		BLANCA PORCEL.		14	14	B-0000000	12	
3-07	3		BLANCO HURLO PORCEL.	Alvarado P. Lima	28	28	B-0000000	12	
3-07	3		ALUMINIO PORCEL.		28	28	B-0000000	12	

Fuente: Cerámica Lima S.A.

Anexo N° 3. Registro de Pesado de Materia Prima - Fraguas

CELIMA CERÁMICA LIMA S.A.		REGISTRO DE PESADO MATERIA PRIMA - FRAGUAS							N° 000922
FECHA	TURNO	CÓDIGO PRODUCTO PROGRAMADO	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	PESADO			SEPARADO	OBSERVACIÓN
					UNIONES	BASES	CÓDIGO DE BASE		
7-8	3		ALUMINO PREMIUM	SAENZ	28	28	B-0000000 1		
8-8	1		MADERA PREM.		42	28	B-0000000 2		
8-8	1		ARENA CELIMA	Chavez H. Palacios	28	28	B-0000000 2		
8-8	1		NEGRA PORCEL.		28	28	B-0000000 11		
8-8	1		GRANIZO CELIMA		70	84	B-0000000 3		
8-8	3		ALUMINO PREMIUM	SAENZ	84	112	B-0000000 1		
9-8	1		GRANIZO CEL.		42	28	B-0000000 3		
9-8	1		AZUL ALERO PREM.	Chavez H.	28	28	B-0000000 7		
9-8	1		TURQUEZA PREM.		14	14	B-0000000 3		
9-8	1		AZUL ALERO CEL.		28	28	B-0000000 1		
9-8	1		CELESTE CEL	Pantego Palacios	28	28	B-0000000 1		
9-8	1		AGUAMARINA CEL.		14	14	B-0000000 2		
9-8	3		ALUMINO PREMIUM	SAENZ	28	-	B-0000000		
9-8	3		MARIL Premium	SAENZ	56	56	B-0000000 1		
9-8	3		PODRICO Porcelana	N	28	28	B-0000000 12		
9-8	3		HUESO Celima	Z	88	84	B-0000000 1		
1			BLANCO Celima	SAENZ	-	28	B-0000000		
			HUESO Celima	SAENZ	-	56	B-0000000		
10-8	1		PLAIN VERDE PREM.		28	28	B-0000000 1		
11-8	1		CELESTE PLUS PISCINA	Chavez H. Palacios	28	28	B-0000000 3		
11-8	1		TURQUEZA PISCINA.		14	14	B-0000000 2		
11-8	1		TERRACOTA PREM.	Chavez H. Palacios	28	28	B-0000000 5		
11-8	1		CREPUSCULO PREM.		28	-	B-0000000		

Fuente: Cerámica Lima S.A.



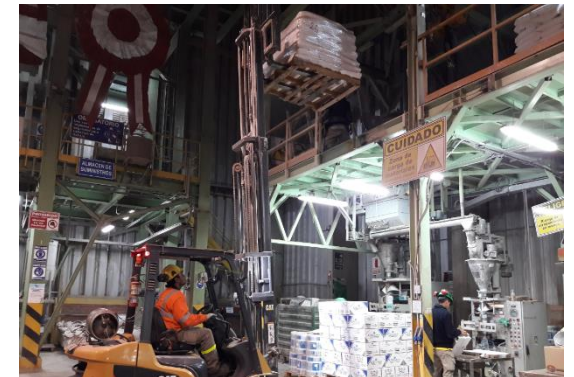
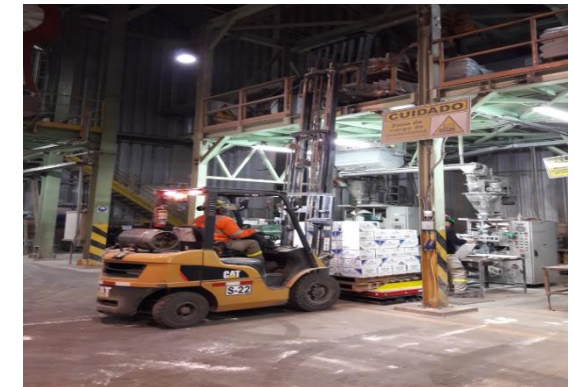
“IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO DE MEJORA CONTINUA DEMING  
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA  
CERÁMICA LIMA S.A. EN EL AÑO 2018”

**Anexo N° 5.** Área de Mezclado y Envasado de fragua.



**Fuente:** Cerámica Lima S.A.

**Anexo N° 6.** Secuencia de abastecimiento de materia prima al área de mezclado.



Fuente: Cerámica Lima S.A.

**Anexo N° 7. Registro de envasado de fragua.**

CELIMA CERÁMICA LIMA S.A.		REGISTRO DE ENVASADO DE FRAGUAS				N° 000675	
FECHA	TURNO	RESPONSABLE	CÓDIGO DE PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	# BOLSAS	SEPARADO (Kg)	OBSERVACIÓN
16/07/17	I	J. RIEGA	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
	II	M. LLANOS	NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	Aluminio P/INT EXT.	1084	
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	GRIS P/INT EXT.	2592	
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.		
III	CARRERA	NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			Porcelanato Aluminio		1842		
17/07/17	I	J. RIEGA	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	Marrón P/INT.	5184	
	II	M. LLANOS	NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.		
III		NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			Porcelanato Marrón		950		
17/07/17	I	J. RIEGA	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
	II	M. LLANOS	NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	GRIS P/INT EXT.	6048	
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.		
III	CARRERA	NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
18/07/17	I	J. RIEGA	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	Marrón P/INT.	3456	
	II	M. LLANOS	NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.		
III	CARRERA	NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
18/07/17	I	J. RIEGA	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
	II	M. LLANOS	NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	GRIS P/INT EXT.	2592	
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.		
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.		
III	CARRERA	NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
19/07/17	I		NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	Marrón P/INT.		

Fuente: Cerámica Lima S.A.



Anexo N° 8. Registro de Mezclado de Fraguas.

CELIMA CERÁMICA LIMA S.A.			REGISTRO DE MEZCLADO DE FRAGUAS				N° 000701	
FECHA	TURNO	RESPONSABLE	CÓDIGO DE PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	# LOTES MEZCL.	SEPARADO (Kg)	OBSERVACIÓN	
17/07/17	I	III	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
	II		NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM <i>Gras</i>	P/INT EXT.	96		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
	III		NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
18/07/17	I	I	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
	II		NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
	III		NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
18/07/17	I	II	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
	II		NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM <i>Gras</i>	P/INT EXT.	36		
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
	III		NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
18/07/17	I	I	NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA <i>Modern</i>	P/INT.	21		
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA <i>Gras</i>	P/INT.	92		
	II		NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
	III		NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
	I		NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
	II		NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
	III		NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
			NE-0002-05-A	FRAG. PISCINA	P/INT EXT.			
	II		NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NI-0001-01-A	FRAG. CELIMA	P/INT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			
			NE-000-01-A	FRAG. PREMIUM	P/INT EXT.			

Fuente: Cerámica Lima S.A.

**Anexo N° 9. Cotización terminal IND780 Mettler Toledo.**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PRODUCTO	VALOR UNITARIO	QTY	VALOR TOTAL
1	<p><u>TERMINAL IND780batch</u></p> <p>Marca: Mettler Toledo            Modelo: IND780batch            Capacidad: Según el tipo de tanque (kg)            Precisión: Según la precisión del sistema            Alimentación: 100 – 240VDC a 49 a 61 Hz consumo de 400 mA            Conectividad Stand: (1) RS-232, (1) RS-232/422/485; Ethernet 10/100 Base-T; USB principal (teclado externo)            Material terminal: Acero inoxidable            Tipo / Grado de IP: Harsh/ Nema 4X            Tipo de terminal: Escritorio / IP69k            Soporte: Soporte tipo pared, para versión escritorio            Tipo de celdas: Soporta analógicas y digital (*)            Terminal Incluye: (01). Tarjeta 1 analógica para comunicación de celdas.            (01). Tarjeta de control de (4in /4 Out).            (20m) Cable multiconductor para conexión de caja suma a terminal.</p> <p><u>SOFTWARE BATCHTOOL</u></p> <p>Marca: Mettler Toledo            Modelo: BATCHTOOL            Software para Pc: Incluido            Pastilla Programación: Pastilla de programación Batch manual.</p>	7,100.00	01	7,100.10

2	<p><u>TARJETAS DE CONTROL - MEZCLADORES</u></p> <p>Marca: Mettler Toledo            Modelo: Para terminal IND780            Descripción: Tarjeta de control de (4in /4 Out).</p>	350.00	01	350.00
---	--	--------	----	--------

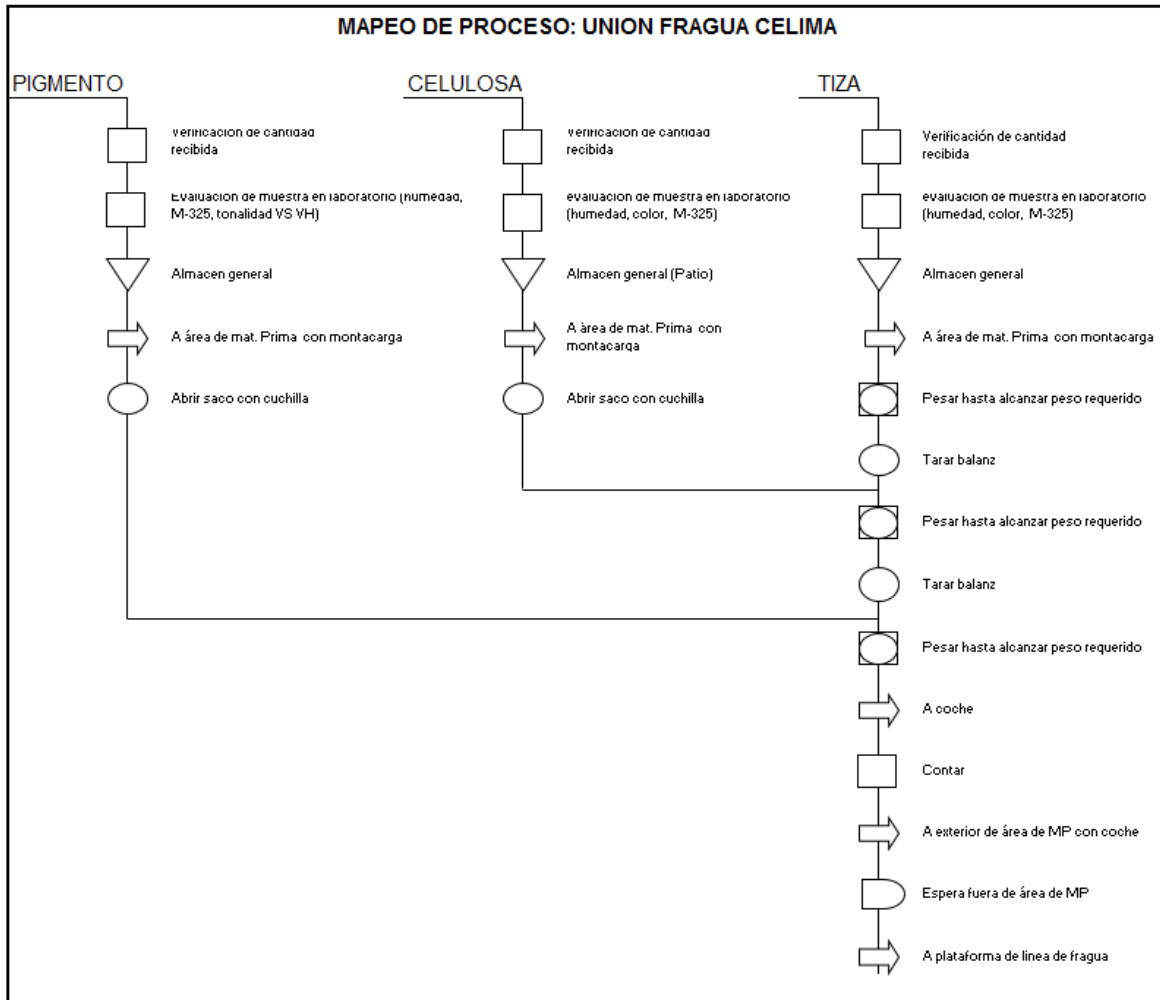
**Los precios de la presente propuesta están expresados en USD sin IGV.**

**(\*\*) En caso de solicitar días adicionales, se cobrara un monto de \$ 400.00 x día.**

**Fuente:** Elaboración propia

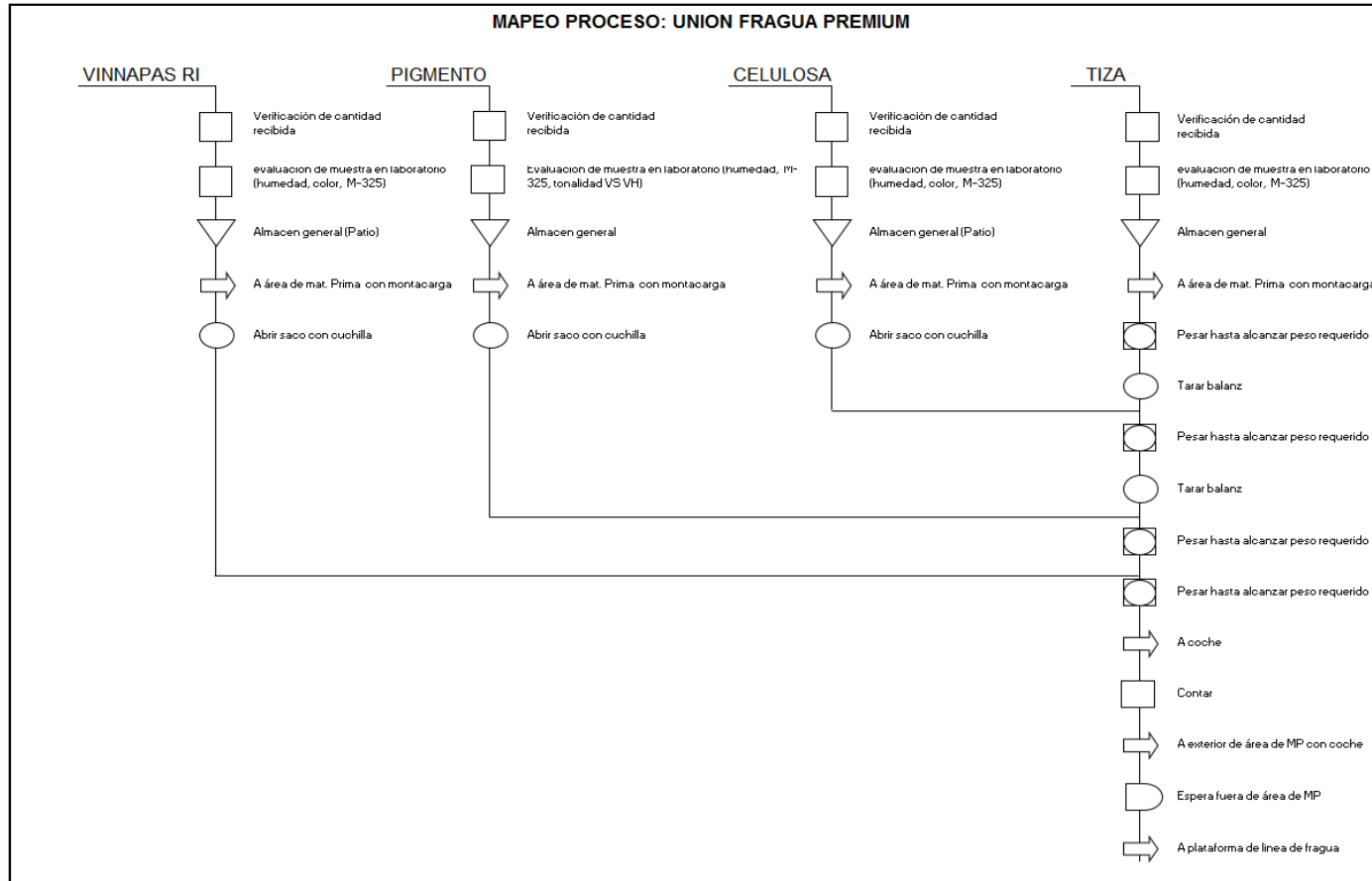


**Anexo N° 10. Mapeo de Proceso: Unión Fragua Celima.**



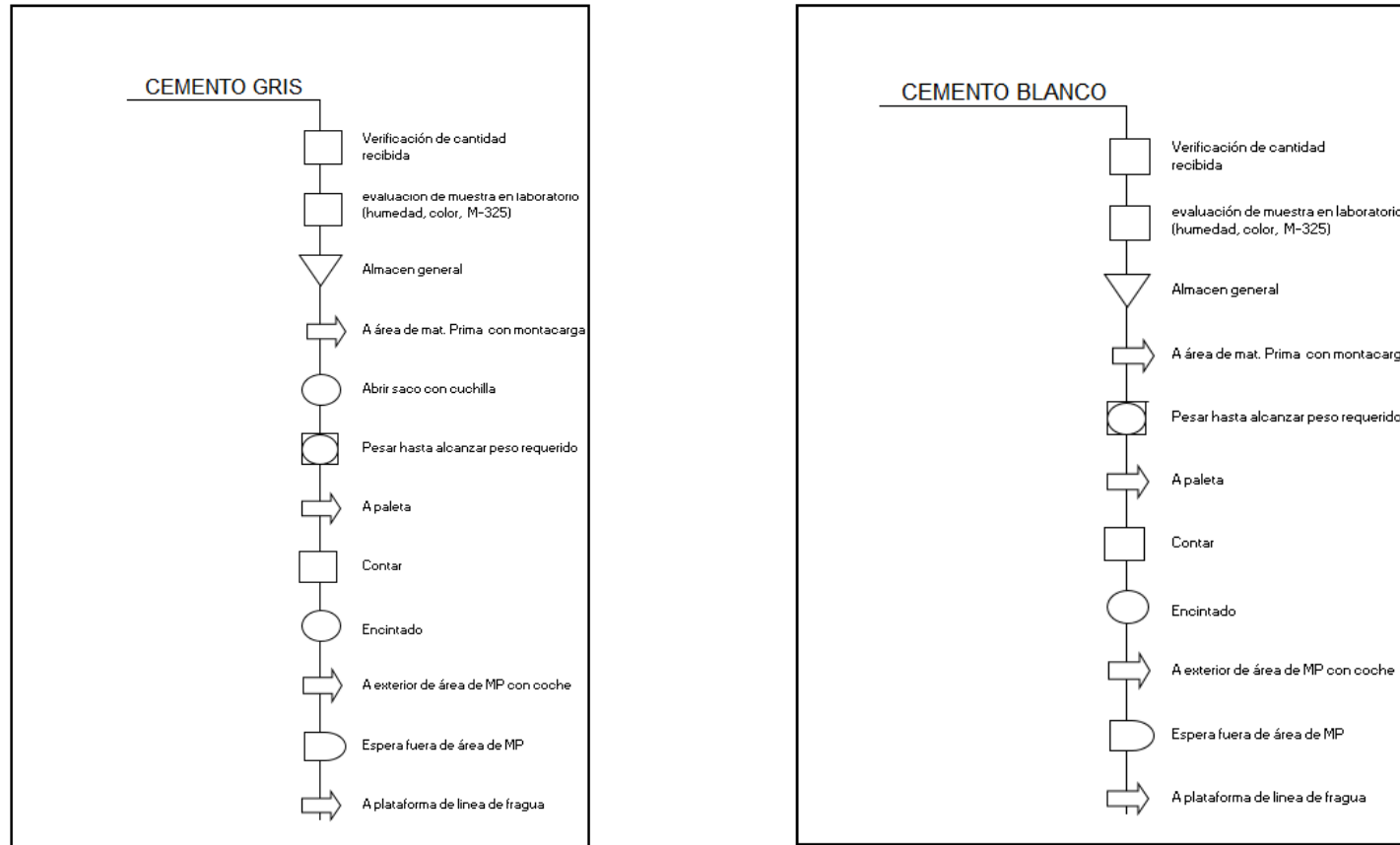
**Fuente:** Cerámica Lima S.A.

**Anexo N° 11. Mapeo Proceso: Unión Fragua Premium.**



Fuente: Cerámica Lima S.A.

**Anexo N° 12. Mapeo Proceso: Base Gris y Blanca.**



Fuente: Cerámica Lima S.A.

