



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL USO EFICIENTE DE LA MANO DE OBRA DIRECTA EN EL PROCESO DE INYECCIÓN PLÁSTICOS EN CIPLAST PERÚ S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Henry Luis Gastelo Arnales

**Asesor:**

Mg. Ing. Pedro Modesto Loja Herrera

Lima – Perú  
2017

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

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Henry Luis Gastelo Arnales**, denominada:

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL USO EFICIENTE DE LA  
MANO DE OBRA DIRECTA EN EL PROCESO DE INYECCIÓN PLÁSTICOS EN  
CIPLAST PERÚ S.A.C.”**

---

Ing. Pedro Modesto Loja Herrera  
**ASESOR**

---

Ing. Juan Alejandro Ortega Saco  
**JURADO**  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Carlos Alberto Moreno Paredes  
**JURADO**

---

Ing. Carlos Bueno Ponce  
**JURADO**

## DEDICATORIA

A mi mamá

Por haberme formado con las capacidades y valores necesarios para afrontar, sin miedos, los obstáculos que la vida siempre nos depara y cada objetivo logrado, tendría que asumirla con responsabilidad y humildad para que en un futuro todos mis conocimientos los comparta con los que más lo necesiten.

A mi papá

Por estar siempre conmigo, mostrándome lo orgulloso que estás por mis logros; por enseñarme que las metas se cumplen paso a paso con paciencia, esfuerzo, ética y dedicación; por enseñarme amar a Dios sobre todas las cosas, y que todo lo que logramos en la vida se lo debemos a él.

A mi esposa y mi hija

Por apoyarme en este sacrificado periplo; incondicionales en todo sentido; por haber compartido mis sueños y ayudarme alcanzarlos sin necesidad de obtener algo a cambio; ustedes son la razón de mi vida, las amo mucho.

A mis Jefes, profesores y compañeros

Por compartir enseñanzas que me ayudaron a obtener las herramientas necesarias para desempeñarme eficientemente en el mundo laboral, profesional y personal.

## AGRADECIMIENTO

“A Dios por las innumerables muestras de amor hacia mí y a mi familia; a mi Alma Máter la universidad Privada del Norte, por haberme dado la oportunidad de formarme en sus aulas con la exigencia necesaria para alcanzar mi sueño y a mi asesor Ing. Pedro Loja Herrera por la dedicación, tiempo y paciencia que mostró en todo el proceso de la elaboración de mi tesis”

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Situación problemática .....	1
1.2.1. <i>Presentación de la organización</i> .....	1
1.2.2. <i>Realidad Problemática del proceso de producción</i> .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. <i>Objetivo</i> .....	5
1.3.2. <i>Objetivo Específico</i> .....	5
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1. Proceso de moldeo por inyección de plásticos .....	6
2.1.1. <i>Ciclo de moldeo por inyección</i> .....	7
2.2. Estudio y Medición del Trabajo .....	9
2.2.1. <i>Pasos para una mejora de métodos</i> .....	10
2.2.2. <i>Técnicas del Registro</i> .....	11
2.2.3. <i>Técnica de interrogatorio sistemático (TIS)</i> .....	17
2.2.4. <i>Herramientas de mejora continua:</i> .....	19
2.2.4.1. <i>Diagrama causa-Efecto</i> .....	19
2.2.4.2. <i>Diagrama Pareto:</i> .....	20
2.2.5. <i>Herramientas cuantitativas: relaciones entre el operador y la máquina</i> .....	21
2.2.5.1. <i>Servicio Sincrónico</i> .....	21
2.2.5.2. <i>Clasificación según la interrelación de las máquinas en el servicio sincrónico</i> .....	21
2.2.6. <i>Medición del tiempo de trabajo</i> .....	23
2.2.6.1. <i>Cronometraje Industrial</i> .....	24
2.2.6.2. <i>Establecer el tiempo estándar (Ts) de la actividad</i> .....	25
2.2.7. <i>Número requerido de observaciones</i> .....	29
2.2.7.1. <i>Niveles de confianza</i> .....	29
2.3. Indicadores de Producción.....	30

2.3.1.	<i>Productividad</i> .....	31
2.3.1.1.	<i>Incremento de la productividad</i> .....	32
2.3.2.	<i>Porcentaje de utilización de la capacidad</i> .....	33
2.3.3.	<i>Calidad</i> .....	33
2.3.4.	<i>Disponibilidad</i> .....	33
2.4.	Costos de producción .....	34
2.4.1.	<i>Estructura de los costos de producción</i> .....	35
2.5.	Factor humano dentro de una organización .....	35
2.6.	Definición de términos básicos .....	36
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO</b> .....		<b>40</b>
3.1.	Organización .....	42
3.1.1.	<i>Proceso de Producción Inyección Plásticos</i> .....	43
3.1.2.	<i>Diagrama de procesos de inyección plásticos</i> .....	48
3.1.3.	<i>Layout Actual área de inyección Ciplast Perú S.A.C.</i> .....	52
3.1.4.	<i>Definir el producto para el estudio</i> .....	53
3.1.5.	<i>Diagrama Causa-Efecto del proceso de fabricación del vasito modelo B</i> .....	54
3.1.5.1.	<i>Métodos</i> .....	55
3.1.5.2.	<i>Medio Ambiente</i> .....	55
3.1.5.3.	<i>Mano de obra</i> .....	56
3.1.5.4.	<i>Máquina</i> .....	56
3.1.5.5.	<i>Medición</i> .....	56
3.1.5.6.	<i>Materia Prima</i> .....	56
3.2.	Actividades realizadas .....	57
3.2.1.	<i>Diagrama de Operaciones de la fabricación del vasito modelo B</i> .....	58
3.2.2.	<i>Diagrama de Actividades del proceso de Inyección Vasito modelo B</i> .....	59
3.2.3.	<i>Diagrama de recorrido Actual del Proceso de fabricación de vasito modelo B</i> .....	60
3.2.4.	<i>Definir el número de observaciones para el estudio</i> .....	61
3.2.4.1.	<i>Alcance inicial de las operaciones para estudio preliminar</i> .....	61
3.2.4.2.	<i>Cálculo del número de observaciones</i> .....	62
3.2.5.	<i>Tiempo observado del proceso de fabricación de vasitos modelo B</i> .....	68
3.2.5.1.	<i>Tiempo estándar del ciclo de trabajo observado</i> .....	70
3.2.5.2.	<i>Productividad actual de la fabricación del vasito modelo B</i> .....	72
3.2.5.3.	<i>Diagrama Bimanual de la operación "Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar"</i> .....	73
3.2.5.4.	<i>Diagrama hombre- Máquina actual para fabricar 1500 unidades</i> .....	75
3.2.5.5.	<i>Comparativo de cantidad producida entre el operario y la máquina</i> .....	77
3.2.6.	<i>Propuesta de mejora del proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.</i> .....	78
3.2.7.	<i>Preguntas necesarias de las actividades para mejorar el proceso utilizando la técnica de interrogatorio sistemático (TIS)</i> .....	78
3.2.7.1.	<i>Mejora en la distribución de planta Ciplast Perú S.A.C.</i> .....	81
3.2.7.2.	<i>Diagrama de recorrido propuesto del Proceso de fabricación de vasito modelo B</i> .....	83
3.2.7.3.	<i>Diagrama de actividades propuesto del proceso de Inyección Vasito modelo B</i> .....	85
3.2.7.4.	<i>Diagrama hombre- Máquina propuesto para fabricar 1500 unidades</i> .....	86

3.2.7.5.	<i>Determinación del número de máquinas asignada al operario de producción</i>	88
3.2.7.6.	<i>Diagrama de analítico del proceso mejorado en la fabricación del vasito modelo B</i>	92
3.2.7.7.	<i>Diagrama hombre- Máquina asignando 2 máquinas al operario</i>	94
3.2.7.8.	<i>Indicadores y cuadro resumen del ahorro de la propuesta mejorada</i>	98
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b>		<b>102</b>
4.1.	Mejora en la producción y productividad obtenida del operario	102
4.2.	Reducción de mano de obra directa	102
4.3.	Implementación de registro de producción	102
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN</b>		<b>103</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>105</b>
<b>REFERENCIAS</b>		<b>106</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>107</b>
Anexo n°.	1. Formato 1 de estudio de métodos utilizados en la investigación	107
Anexo n°.	2. Formato 2 de estudio de métodos utilizados en la investigación	108
Anexo n°.	3. Formato 3 de estudio de métodos utilizados en la investigación	109
Anexo n°.	4. Formato 4 de estudio de métodos utilizados en la investigación	110
Anexo n°.	5. Formato 5 de estudio de métodos utilizados en la investigación	111
Anexo n°.	6. Formato 6 de estudio de métodos utilizados en la investigación	112
Anexo n°.	7. Área de inyección antes de la mejora implementada	113
Anexo n°.	8. Área de inyección después de la mejora implementada	114

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1-1. Productos Terminados de Producción.....	3
Tabla n.º 2-1. Técnicas del estudio del trabajo .....	9
Tabla n.º 2-2. Etapas del estudio de métodos.....	10
Tabla n.º 2-3. Diagrama de Operaciones del proceso.....	11
Tabla n.º 2-4. Diagrama de Actividades del proceso.....	13
Tabla n.º 2-5. Definición de los factores de valoración.....	26
Tabla n.º 2-6. Niveles de confianza.....	30
Tabla n.º 2-7. Números aleatorios.....	30
Tabla n.º 2-8. Estructura de los costos.....	35
Tabla n.º 3-1. Productos de inyección.....	44
Tabla n.º 3-2. Proyección de ventas Ciplast.....	44
Tabla n.º 3-3. Horario de la medición preliminar .....	62
Tabla n.º 3-4. Tiempos observados del operario en la fabricación del vasito modelo B.....	62
Tabla n.º 3-5. Análisis del estudio de tiempos de la actividad “Inspeccionar” .....	63
Tabla n.º 3-6. Análisis del estudio de tiempos de la actividad “Moler”.....	64
Tabla n.º 3-7. Análisis del estudio de tiempos de la actividad “Mezclar” .....	65
Tabla n.º 3-8. Análisis del estudio de tiempos de la actividad “Pesar” .....	66
Tabla n.º 3-9. Análisis del estudio de tiempos de la actividad “Almacenar” .....	67
Tabla n.º 3-10. Resumen de las observaciones requeridas para el estudio.....	68
Tabla n.º 3-11. Resumen del tiempo de ciclo observado .....	70
Tabla n.º 3-12. Factor de valoración para el tiempo de ciclo actual .....	71
Tabla n.º 3-13. Factor de suplementos para el tiempo de ciclo actual .....	71
Tabla n.º 3-14. Resumen del tiempo de ciclo observado .....	71
Tabla n.º 3-15. Recursos de producción para obtener 1500 unidades de vasitos .....	72
Tabla n.º 3-16. Comparativo de producción entre el operario y la máquina.....	78
Tabla n.º 3-17. Comparativo Distribución de planta actual y el propuesto .....	83
Tabla n.º 3-18. Resumen del tiempo de ciclo observado de la propuesta.....	89
Tabla n.º 3-19. Resumen del tiempo de ciclo mejorado .....	90
Tabla n.º 3-20. Identificación de los términos del servicio Sincrónico para una caja de 1500 unidades .....	91
Tabla n.º 3-21. Recursos de producción para obtener 1500 unidades de vasitos método mejorado .....	97
Tabla n.º 3-22. Comparación de datos obtenidos del proceso del estudio de métodos .....	98
Tabla n.º 3-23. Ahorro obtenido del proceso del estudio de métodos .....	98



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1-1. Mapa de Procesos – Ciplast Perú S.A.C. ....	2
Figura n.º 2-1. Partes del sistema de inyección .....	6
Figura n.º 2-2. Distribución del tiempo de ciclo .....	7
Figura n.º 2-3. Fases del ciclo de moldeo de inyección .....	8
Figura n.º 2-4. Componentes del estudio del trabajo .....	9
Figura n.º 2-5. Ejemplo DOP .....	12
Figura n.º 2-6. Ejemplo DAP .....	14
Figura n.º 2-7. Ejemplo DR .....	15
Figura n.º 2-8. Ejemplo Diagrama Hombre-Máquina.....	16
Figura n.º 2-9. TIS Preguntas de examen crítico preliminares .....	18
Figura n.º 2-10. TIS Preguntas de examen crítico de fondo.....	19
Figura n.º 2-11. Diagrama causa-efecto.....	20
Figura n.º 2-12. Diagrama Pareto.....	20
Figura n.º 2-13. Interrelación de las máquinas según proceso .....	21
Figura n.º 2-14. Sistema de ubicación de máquinas .....	23
Figura n.º 2-15. Técnicas de medición del trabajo .....	24
Figura n.º 2-16. Sistema Westinghouse de valoración.....	26
Figura n.º 2-17. Suplementos.....	27
Figura n.º 2-18. Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos ..	28
Figura n.º 2-19. Guía de la productividad.....	32
Figura n.º 2-20. Disponibilidad de planta.....	34
Figura n.º 2-21. Elementos del costo de producción.....	35
Figura n.º 3-1. Organigrama Funcional – Ciplast Perú S.A.C. ....	41
Figura n.º 3-2. Objetivos de Calidad – Ciplast Perú S.A.C. ....	42
Figura n.º 3-3. Plan de producción Mensual Ciplast.....	45
Figura n.º 3-4. Orden de Trabajo Ciplast.....	46
Figura n.º 3-5. Construcción Orden de Trabajo Ciplast.....	47
Figura n.º 3-6. Diagrama de proceso de Producción Inyección .....	48
Figura n.º 3-7. Layout Planta de Inyección Ciplast Perú S.A.C.....	52
Figura n.º 3-8. Ventas anual 2012 – Ciplast.....	53
Figura n.º 3-9. Diagrama Causa- Efecto Proceso de inyección.....	54
Figura n.º 3-10. Diagrama de Operaciones de fabricación de vasitos modelo B .....	58
Figura n.º 3-11. Diagrama Actividades de Proceso de fabricación de vasitos B .....	59
Figura n.º 3-12. Diagrama de Recorrido de fabricación de vasitos modelo B .....	60
Figura n.º 3-13. Registro de medición de tiempos para un ciclo de trabajo .....	69
Figura n.º 3-14. Registro de medición de la operación revisar el PT, separar bueno y malo de PTs, separar colada y encajar PTs.....	74
Figura n.º 3-15. Diagrama Hombre-Máquina del ciclo vasito modelo B .....	76
Figura n.º 3-16. Distribución de planta propuesta .....	82
Figura n.º 3-17. Diagrama de recorrido propuesto del Proceso de fabricación de vasito modelo B .....	84
Figura n.º 3-18. Diagrama de recorrido propuesto del Proceso de fabricación de vasito modelo B .....	85
Figura n.º 3-19. Diagrama Hombre-Máquina del ciclo vasito modelo B .....	87
Figura n.º 3-20. Diagrama de analítico mejorado del Proceso de fabricación de vasito modelo B93	
Figura n.º 3-21. Diagrama Hombre-Máquina propuesta mejorada.....	95
Figura n.º 3-22. Registro de ocurrencias de producción .....	99

## RESUMEN

En la actualidad las empresas que fabrican productos plásticos por proceso de inyección, están en una constante búsqueda de mejoras dentro del proceso productivo para reducir los *costos de producción*, con el fin de aumentar su *productividad* y por ende mejorar su rentabilidad; para esto, la mayoría de empresas optan por optimizar el proceso productivo mediante la adquisición de maquinaria de última generación, que en la mayoría de los casos reemplazan la (mano de obra directa); sin embargo, esta opción está diseñada para las empresas que poseen capacidad financiera ya que la inversión es muy alta y el retorno de esta, es a largo plazo; pero, ¿qué sucede con las empresas que no pueden ejecutar esta inversión?, ellas optan por contratar personal especializado en procesos, que en la mayoría de los casos, son profesionales en ingeniería Industrial; ellos tienen la capacidad para evaluar alternativas de mejoras dentro de un proceso, gracias a las herramientas adquiridas en el transcurso de la carrera; estas mejoras se fundamentan en la (*metodología para estudio del trabajo* que permite medir, analizar y diseñar) un proceso con el único fin de reducir el costo, partiendo de la premisa, que para reducir, se tiene que ser eficiente y productivo, y para ser eficiente y productivo se tiene que planear cuidadosamente todas las actividades operativas del proceso.

En este sentido, la presente tesis muestra la implementación de un nuevo (método de trabajo) en el *proceso de inyección plásticos* en la empresa Ciplast Perú S.A.C., en el cual se analizó las diferentes variables que originan el uso ineficiente de la mano de obra directa, que incluyó la distribución de planta, actividades de los colaboradores relacionado al tiempo de operación de las máquinas, tiempos estándar de trabajo para producir los productos terminados y planificación de la producción; con este estudio se logró optimizar eficientemente el recurso *mano de obra directa*, lográndose reducir en un 50% el uso del mismo; asimismo, se elaboró indicadores de gestión, procedimientos e instructivos de trabajo, plantillas para inicio de producción, especificaciones técnicas de los productos, formatos para registro de producción que controlen la calidad del producto y paradas de máquinas.

Finalmente, se logró determinar los (*tiempos estándar del ciclo de trabajo*) para producir una determinada cantidad de producto terminado, reducción en los costos producción, (*aumento de la productividad*).

### Palabras Clave:

- Aumento de la productividad
- Uso eficiente de la mano de obra directa
- Tiempo estándar de ciclo de trabajo
- Servicio sincrónico
- Proceso de inyección plásticos

## ABSTRACT

At present, companies that manufacture plastic products by injection process, are constantly seeking improvements within the production process to reduce *production costs*, in order to increase their *productivity* and thus improve their profitability; For this, the majority of companies opt to optimize the production process by acquiring state-of-the-art machinery, which in most cases replaces (direct labor); However, this option is designed for companies that have financial capacity since the investment is very high and the return of this is long term; But what happens to companies that can not execute this investment ?, they choose to hire personnel specialized in processes, which in most cases, are professionals in Industrial Engineering; They have the ability to evaluate improvement alternatives within a process, thanks to the tools acquired during the course of the race; These improvements are based on the (work study *methodology that allows to measure, analyze and design*) a process with the sole purpose of reducing the cost, starting from the premise, that to reduce, it has to be efficient and productive, and for Being efficient and productive, all the operational activities of the process must be carefully planned.

In this sense, the present thesis shows the implementation of a new (working method) in the *plastic injection process* in the company Ciplast Peru SAC, in which the different variables that originate the inefficient use of direct labor , Which included the distribution of plant, activities of the collaborators related to the time of operation of the machines, standard working times to produce finished products and production planning; With this study it was possible to efficiently optimize the *direct labor* resource, being able to reduce its use by 50%; Management indicators, work procedures and instructions, production start-up templates, product technical specifications, production recording formats that control product quality, and machine downtime are also developed.

Finally, it was possible to determine the (*standard times of the work cycle*) to produce a certain amount of finished product, reduction in production costs, (*increase in productivity*).

### Key words:

- Increased productivity
- Efficient use of direct labor
- Standard duty cycle time
- Synchronous service
- Plastic Injection Process

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

En los últimos años, la fuerte competencia entre grandes y pequeñas empresas que fabrican productos en proceso de inyección, ha originado que estas busquen constantemente alternativas de mejora para optimizar su proceso de fabricación, en algunos casos, mediante la adquisición de maquinaria de última tecnología que reemplaza la mano de obra directa, son más rápidas, bajo consumo energético, y por ende reduce sus costos de producción y aumenta su productividad; sin embargo, esta alternativa está diseñada para las grandes empresas que tienen un respaldo financiero que les permita realizar la inversión y recuperarlo a largo plazo; pero, por otro lado, están las pequeñas empresas como Ciplast Perú S.A.C. que busca mediante la mejora de procesos optimizar eficientemente los recursos de su proceso productivo para lograr reducir sus costos de producción y aumentar su productividad. El campo de estudio en donde se realiza la presente tesis es en el proceso productivo de Ciplast Perú S.A.C. utilizando la metodología de estudio y medición del trabajo. La empresa Ciplast Perú S.A.C. tiene 02 divisiones dentro de la organización, en una de ellas comercializa productos de empaque de diferentes materiales: plástico, vidrio, aluminio y hoja lata que se importa de diferentes partes del mundo y es ofrecida a los sectores farmacéutico, cosmético, alimentos y limpieza; en la otra división, se fabrica localmente productos plásticos en proceso de inyección para el sector farmacéutico y cosmético. Es importante mencionar que el estudio realizado se centró básicamente en el proceso de producción en donde se fabrican productos plásticos de inyección.

### **1.2. Situación problemática**

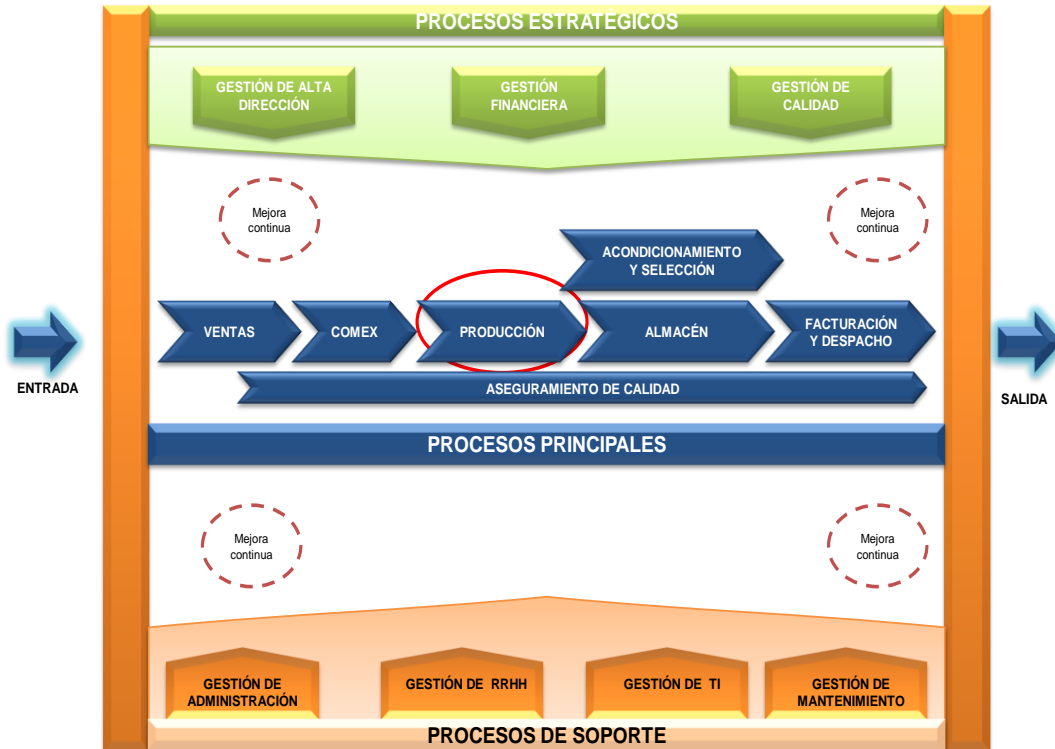
#### **1.2.1. Presentación de la organización**

CIPLAST PERU fue fundada por Allen Novak Dominique en 1981; Somos una empresa dedicada íntegramente a la importación, exportación, fabricación y distribución de productos de empaque para los sectores farmacéuticos, cosméticos, alimentos y limpieza.

El 90% de nuestras ventas son generadas por la comercialización de productos importados los cuales provienen de las más de 8 empresas representadas por CIPLAST en Perú, Colombia y Ecuador.

El 10% restante es generado por las ventas de los productos que CIPLAST fabrica localmente en su empresa ubicada en el distrito de El Agustino.

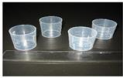


Figura n.º 1-1. Mapa de Procesos – Ciplast Perú S.A.C.



Fuente: Manual de Procesos – Ciplast Perú S.A.C.

- Proceso de Producción: Este proceso está ubicado dentro de las instalaciones de Ciplast Perú S.A.C., ocupa un área de 117 m<sup>2</sup>; en esta se fabrica productos plásticos de polipropileno y poliestireno en 02 máquinas inyectoras, según requerimiento del área comercial, trabaja 01 operario por cada máquina cada 8 horas, los turnos de trabajo son 03 y se laboraba 06 días a la semana, en total trabajaban 06 operarios en la planta; la presentación del embalaje final del producto terminado es a granel en cajas protegidas internamente con bolsas plásticas para evitar que estas se contaminen, en cantidades diferentes, según el producto que se esté produciendo. Los productos que se fabrican son:

Tabla n.º 1-1. Productos Terminados de Producción

Descripción del Producto	Imagen	Tipo de Materia Prima	Embalaje	Cantidad por caja (unidades)	Ciclo de máquina (segundos)	Producción por hora (unidades)
<b>Vasito dosificador modelo B x 15 ml.</b>		Polipropileno clarificado copolímero (PPCI)	Se embala en cajas blancas a granel, protegido internamente con una bolsa plástica.	1 500	12,0	3 000
<b>Cucharitas dosificadoras x 5 ml</b>		Poliestireno Cristal (PS)	Se embala en cajas blancas a granel, protegido internamente con una bolsa plástica.	5 000	11,3	4 460
<b>Sobretapa verde orgánico d:25mm.</b>		Polipropileno homopolímero (PPHI)	Se embala en cajas blancas ordenadas en camas, protegido internamente con una bolsa plástica.	1 500	17,0	1 058

Fuente: Elaboración propia- Ciplast Perú S.A.C.

Como nuestro objetivo, es mejorar la productividad mediante el uso eficiente de la mano de obra directa en producción; se analizó las actividades del proceso de inyección plásticos, en el área de producción para determinar las principales causas por el cual se estaba usando ineficientemente el recurso mano de obra directa, mediante la aplicación de las herramientas adquiridas en la carrera de ingeniería industrial y así proponer un sistema que optimice el uso eficiente de los recursos y genere beneficios económicos para la empresa.

Es así que, con la implementación de las mejoras en el proceso, se llegó a los resultados esperados, que fue usar eficientemente la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos, determinar los tiempos estándar, aumentar la productividad y reducir el costo de producción; asimismo, se elaboró indicadores de gestión, con el único fin de medir la implementación de la mejora.

### 1.2.2. Realidad Problemática del proceso de producción

La baja productividad ha sido uno de los principales problemas siempre presente en todas las pequeñas empresas del sector plásticos, esto debido al uso ineficiente de los recursos dentro del proceso productivo; según Rojas (2015) demostró que la baja productividad dentro de un proceso de inyección plásticos se debe a una ineficiente distribución de planta, actividades mal ejecutadas por el operario y a la falta de tecnología que afecta directamente a los factores de producción como son hombre, máquina y material; esta baja de productividad afecta directamente al costo del producto, porque al obtener un volumen de producción usando más recursos, el costo de este es alto y la compañía para evitar obtener pérdidas, compensan

aumentando el precio del producto; la consecuencia de este, es que los clientes dejan de comprar e inician a buscar en el mercado alternativas para obtener el mismo producto a un bajo precio.

El problema de Ciplast Perú es su baja productividad en el proceso de producción de productos plásticos por inyección; esto se debe por dos motivos principales: su distribución de planta y falta de estandarización de su proceso y métodos de trabajo.

Se puede observar que el operario de producción recorre distancias largas para trasladar la materia prima y el producto terminado; asimismo, se observa gran parte del tiempo que está asignado a producir, en que el operario está inactivo, realizando actividades que no generan valor.

Teniendo en cuenta que el actor principal del proceso productivo de inyección plásticos es el operario de producción, ya que es quien ejecuta todas las operaciones desde el traslado y alimentación de la materia prima a la máquina hasta el almacenaje del producto terminado, es importante aplicar las herramientas de ingeniería industrial para establecer una correcta distribución de planta y un método de trabajo estandarizado para utilizar eficientemente el recurso mano de obra directa.

Por ello, en octubre del 2013, se inició la presente investigación para evaluar el proceso productivo de Ciplast Perú S.A.C. estudiando las actividades que realiza el operario de producción en máquina, con el producto y en el ambiente de trabajo.

### **1.3. Justificación**

La industria plástica en los últimos años ha crecido de manera exponencial, debido a la gran demanda de sus productos en los diferentes sectores de consumo masivo: farmacéutico, cosmético, alimentos, automotriz, electrodomésticos, etc.; en donde las grandes empresas manufactureras del mundo, compiten para obtener la mayor participación del mercado, ofreciendo a sus clientes productos de buena calidad y a un menor precio, gracias a la inversión que realizan para adquirir maquinaria de última generación que en algunos casos, reemplazan la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos; sin embargo, este tipo de competencia afecta negativamente a las pequeñas empresas del mismo rubro, porque no cuentan con la capacidad financiera para adquirir maquinaria mucho más eficientes y por ende brindar sus productos a igual o menor precio.

Al respecto, es necesario identificar alternativas de mejoras en este tipo de rubros, que permita el uso eficiente de los recursos y que no genere sobrecostos a las pequeñas empresas que fabrican productos plásticos en proceso de inyección y que abastecen al sector farmacéutico y cosmético; para tal fin, nos basaremos en las herramientas que proporciona

la carrera de ingeniería industrial como son: métodos, estándares, estudio y diseño del trabajo, productividad y factor humano.

El presente trabajo de investigación brindará las herramientas necesarias para mejorar el proceso productivo de la empresa Ciplast Perú con la finalidad de optimizar el uso adecuado de la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos. Además, beneficiará a la empresa económicamente ya que le permitirá cuantificar monetariamente el ahorro obtenido de la mejora implementada.

### **1.3.1. Objetivo**

Implementar un nuevo método de trabajo que logre mejorar la productividad mediante el uso eficiente de la mano de obra directa en Ciplast Perú S.A.C.

### **1.3.2. Objetivo Específico**

- ✓ Identificar las variables que afectan al uso eficiente de la mano de obra directa en el proceso de producción actual de Ciplast Perú S.A.C.
- ✓ Aplicar las herramientas de ingeniería industrial para mejorar el proceso productivo de inyección plásticos.
- ✓ Verificar el proceso mejorado de inyección plásticos para determinar el resultado de la mejora de la productividad mediante el uso eficiente de la mano de obra directa.
- ✓ Implementar las bases para establecer indicadores de gestión de la producción en el proceso de inyección plásticos.



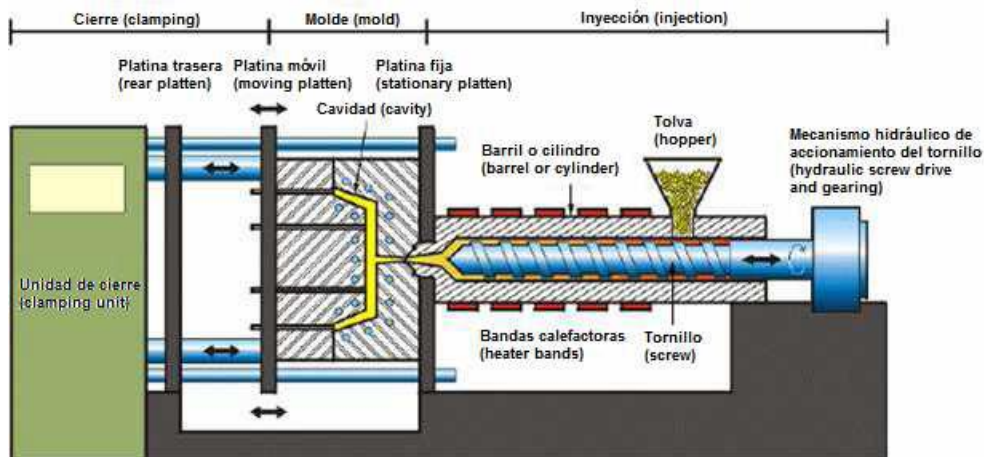
## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Para comprender la importancia de la aplicación de esta mejora en el proceso de inyección plásticos, primero debemos conocer los conceptos básicos de los elementos que conforman el proceso productivo de inyección y de las herramientas necesarias que usaremos en todo el proceso de análisis del estudio y medición del trabajo; asimismo, presentar diversos estudios de investigación implementados por especialistas que buscan la reducción o ahorro de los recursos y que se podrían aplicar para reducir la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.

### 2.1. Proceso de moldeo por inyección de plásticos

Es un proceso rápido de formar un producto terminado plástico, partiendo de una resina plástica de forma de gránulos o polvos; la materia prima se ingresa a una tolva que hace que esta caiga por gravedad a un cilindro calentado por resistencias, desde el cual es inyectado hacia un molde de inyección mediante una boquilla metálica, en ese molde el material se solidifica, formando el producto final. La pieza se extrae al abrir el molde.

*Figura n.º 2-1. Partes del sistema de inyección*



Fuente: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.MOLDEO.POR.INYECCION.pdf> Pág.4

### 2.1.1. Ciclo de moldeo por inyección

El ciclo de moldeo por inyección consta de de las siguientes partes: cierre del molde, inyección de plástico fundido, enfriamiento del material plástico, apertura del molde y expulsión del producto.

A continuación describiéremos cada una de las etapas

- Cierre de molde: Es el desplazamiento de la placa móvil hacia la placa fija hasta el cierre total (sellado) de ambas caras del molde.
- Inyección del plástico fundido: Ingreso del material fundido al molde por acción de un movimiento lineal del pistón hidráulico, que acciona directamente el tornillo que se encuentra en el interior del cilindro plastificador.
- Enfriamiento del material plástico: Es el tiempo necesario para la solidificación del producto, el enfriamiento se efectúa por medio de la circulación de agua helada a través del molde. Se considera el mayor tiempo que utiliza el proceso en el ciclo de moldeo por inyección. La temperatura del agua se determina de acuerdo con las necesidades del plástico y artículo que se está moldeando; durante este tiempo se lleva a cabo la rotación del tornillo permitiendo cargar material fundido para el siguiente ciclo.
- Apertura de molde: Desplazamiento de la placa móvil hacia su posición inicial (atrás).
- Expulsión del producto: Las piezas solidificadas son desprendidas por medio de los expulsores o placa, según diseño, que las impulsan fuera del molde a medida que este se abra.

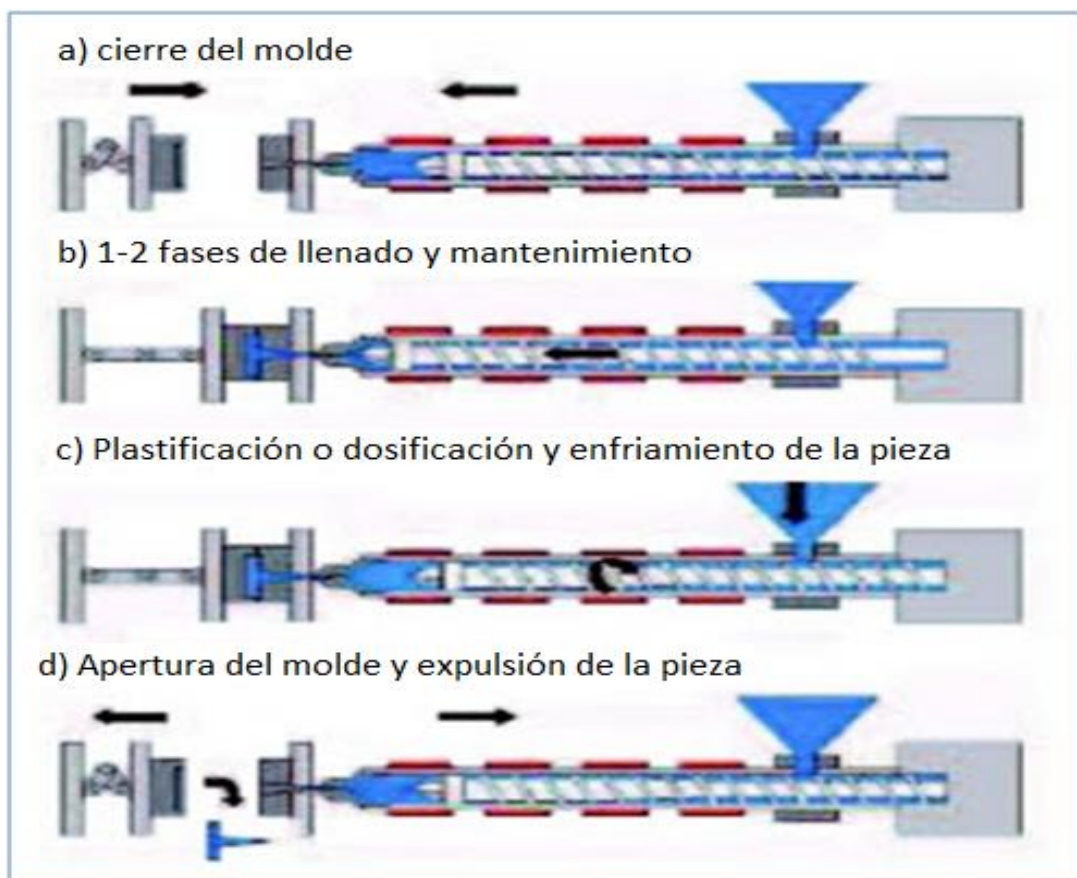
*Figura n.º 2-2. Distribución del tiempo de ciclo*



*Fuente: Elaboración propia*

Como podemos observar en la figura n° 2-2, la distribución del tiempo de ciclo en el proceso de inyección plásticos, está asignado de acuerdo a las fases del proceso; de los cuales hay uno que ocupa el 44% del tiempo total ciclo, este es el enfriamiento, que es cuando el plástico fundido se encuentra dentro del molde formando las cavidades del producto y entra en acción el agua helada desde la red de un equipo chiller y que se encuentra a una temperatura entre 10 a 12°C, circulando a través de los canales internos del molde de acero originado un intercambio de calor para que el producto final se solidifique.

*Figura n.º 2-3. Fases del ciclo de moldeo de inyección*



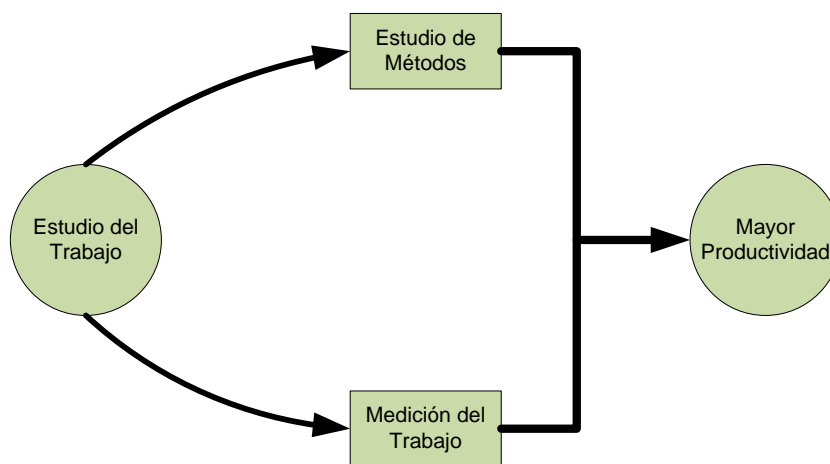
Fuente: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.MOLDEO.POR.INYECCION.pdf> Pág.10

En la figura n°2-3 se muestra la relación del proceso con respecto a sus tres recursos: máquina, material y molde, que representan las fases del proceso.

## 2.2. Estudio y Medición del Trabajo

“El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando” (oficina Internacional del Trabajo [OIT] cuarta edición, 1996, p.9).

Figura n.º 2-4. Componentes del estudio del trabajo



Fuente: OIT Cuarta Edición Introducción al Estudio del Trabajo

Estas técnicas del estudio del trabajo se relacionan para analizar e implementar el uso eficaz de los recursos dentro de un proceso productivo.

Según Barnes (1979) define cada método de la siguiente manera:

Tabla n.º 2-1. Técnicas del estudio del trabajo

	Estudio de Métodos	Medición del Trabajo
<b>Definición</b>	Es el registro sistemático y examen crítico de los métodos existentes y propuestos para realizar un trabajo con el fin de desarrollar y aplicar métodos más sencillos y eficientes para reducir los costos.	Es la aplicación de las técnicas diseñadas para determinar los tiempos estándar que le lleva a un trabajador calificado para realizar una determinada tarea.
<b>Alcance</b>	Métodos, materiales, herramientas e instalaciones, condiciones de trabajo.	Al tiempo que un trabajador calificado invierte en llevar a cabo una tarea definida según norma de ejecución establecida.
<b>Herramientas</b>	Diagramas de proceso, diagrama de actividades, diagramas de recorrido, diagramas de operación, diagrama hombre-máquina	Medición de los tiempos con cronómetro, fórmulas, selección del operario, cálculos, hojas de observaciones, división de la operación en elementos, aplicación de suplementos.

Fuente: Elaboración propia

Rojas (2015) demuestra que la baja de productividad dentro de un proceso de inyección plásticos en la empresa León Plast EIRL se debe a una ineficiente distribución de planta, actividades mal ejecutadas por el operario y a la falta de tecnología que afecta directamente a los factores de producción como son hombre, máquina y material; después analizar con las herramientas del estudio del trabajo e implementar la mejora se logró reducir los tiempos de recorrido del personal hasta en un 31% y una reducción en el tiempo estándar de 14.70 minutos en el proceso de producción para obtener una determinada cantidad de producto terminado; asimismo, se logró aumentar el indicador de productividad en los principales productos como son: 16.32% para los ganchos de ropa tipo chupón, 35.83% para los ganchos de ropa tipo bisagra y 90% para los colgadores de ropa de cuatro piezas.

### 2.2.1. Pasos para una mejora de métodos

Según Niebel y Freivalds (2014) los pasos básicos para analizar en implementar el estudio de métodos en un proceso productivo de inyección plásticos son 8:

*Tabla n.º 2-2. Etapas del estudio de métodos*

Etapas	Descripción
Seleccionar	Definir el alcance del estudio por razones de seguridad, costos u operativas (plantas, productos, métodos, operaciones con cuello de botella).
Registrar	Todos los datos necesarios del objeto del estudio; es recomendable el uso de instrumentos de registro de información para registrar las secuencias de actividades en la tarea, relaciones de tiempo de las actividades o movimientos de alguna parte de la tarea, estos instrumentos pueden ser gráficos y diagramas.
Examinar	Es una de las etapas más importante en el estudio, porque se analiza los datos exhaustivamente con sentido crítico, cuestionando cada detalle, para poner en manifiesto las deficiencias existentes y plantear mejoras, para esto utilizamos la técnica del interrogatorio: por qué, dónde, quién, cuándo, cómo; el propósito de estas es eliminar partes innecesarias del trabajo.
Establecer	El método más práctico, tomando en consideración que es la etapa de eliminar, combinar, simplificar y arreglar el método actual, teniendo en cuenta, que se examina el costo/beneficio de la alternativa de mejora; asimismo, se debe considerar aspectos cuantitativos (ahorro económico), cualitativos (motivación de los trabajadores o las relaciones del trabajo).
Evaluar	Las diferentes alternativas el nuevo método comparando la relación costo/eficacia entre el nuevo método y el actual.
Definir	El método propuesto utilizando herramientas para la toma de decisiones, presentando verbal y escrito el nuevo método a los directivos, jefes y operarios de la organización para su aprobación.
Implantar	El nuevo método de trabajo como una práctica normal y capacitar a todos los colaboradores que tendrán que utilizarlo.
Seguimiento	Auditar el método implementado con el fin de validar que se esté alcanzado los objetivos planeados de la productividad, calidad y la reducción de costos.

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.2. Técnicas del Registro



Para nuestro estudio, solo definiremos los registros necesarios para anotar los datos del método actual.

Según León (2013), profesor del curso de ingeniería de Métodos I de la Universidad Privada del Norte, define que los diagramas son las herramientas más utilizadas por los técnicos o especialista de la organización, debido a que su uso en el transcurso del tiempo, se ha normalizado y que pueden ser aplicados a cualquier clase de trabajo e incluso a trabajos administrativos.

- a) Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP): Es la representación gráfica de todas las operaciones e inspecciones relacionadas cronológicamente que se llevan a cabo dentro de un proceso productivo, desde la materia prima hasta el producto terminado; en esta solo se registra las principales operaciones e inspecciones sin tener en cuenta el operario que lo ejecuta, ni el lugar donde la realiza.

Los símbolos que se usan este diagrama son:

*Tabla n.º 2-3. Diagrama de Operaciones del proceso*

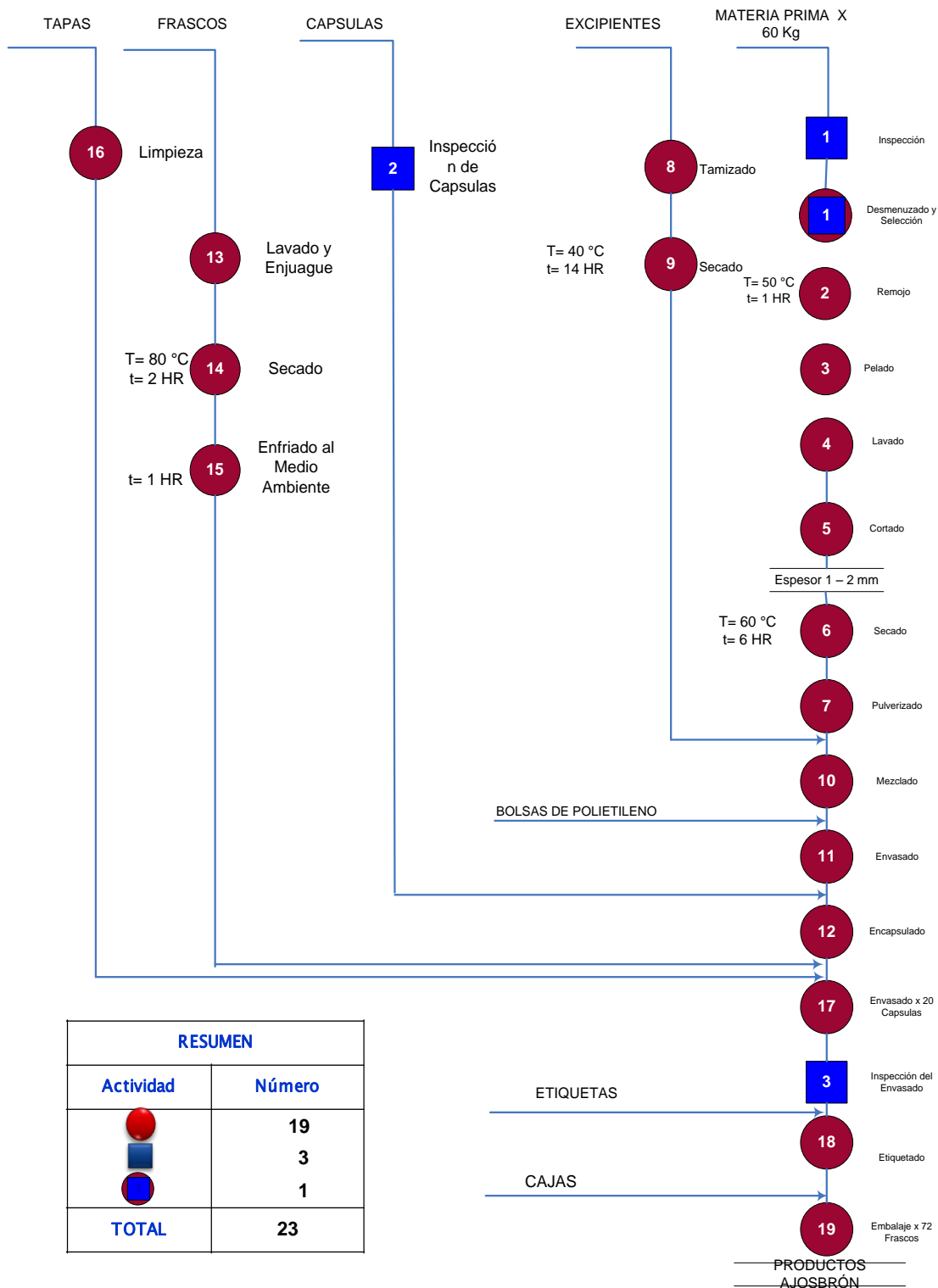
Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se transforma intencionalmente o se efectúa algo. Cortar, dibujar un plano, inyectar un producto, etc.
Inspección		Cuando se valida la calidad o cantidad. Pesar, contar, medir, etc.




*Fuente: Elaboración propia*

Para conocer como se elabora el diagrama de operaciones del proceso, tenemos un ejemplo expuesto en clase de ingeniería de métodos I, sobre las operaciones que intervienen en el proceso de fabricación de productos ajosbrón, desde la recepción de los insumos e ingreso al proceso productivo hasta el embalaje final del producto terminado:

Figura n.º 2-5. Ejemplo DOP






DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO EN FABRICACIÓN DE PRODUCTOS  
AJOSBRÓN



RESUMEN	
Actividad	Número
	19
	3
	1
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>

- b) Diagrama de Actividades del Proceso (DAP): Es un diagrama que se utiliza para representar el trabajo realizado o por realizar en un producto a medida que pasa por todas las etapas de un proceso productivo. Particularmente es útil para poner en manifiesto costos ocultos como pueden ser distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

*Tabla n.º 2-4. Diagrama de Actividades del proceso*

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se efectúa algo.
Transporte		Se traslada de lugar o se mueve a más de 1.50 m.
Inspección		Se valida cantidad o calidad.
Demora		Se produce cuando un objeto o persona espera la acción siguiente.
Almacenaje		Tiene lugar cuando un objeto se guarda o protege.

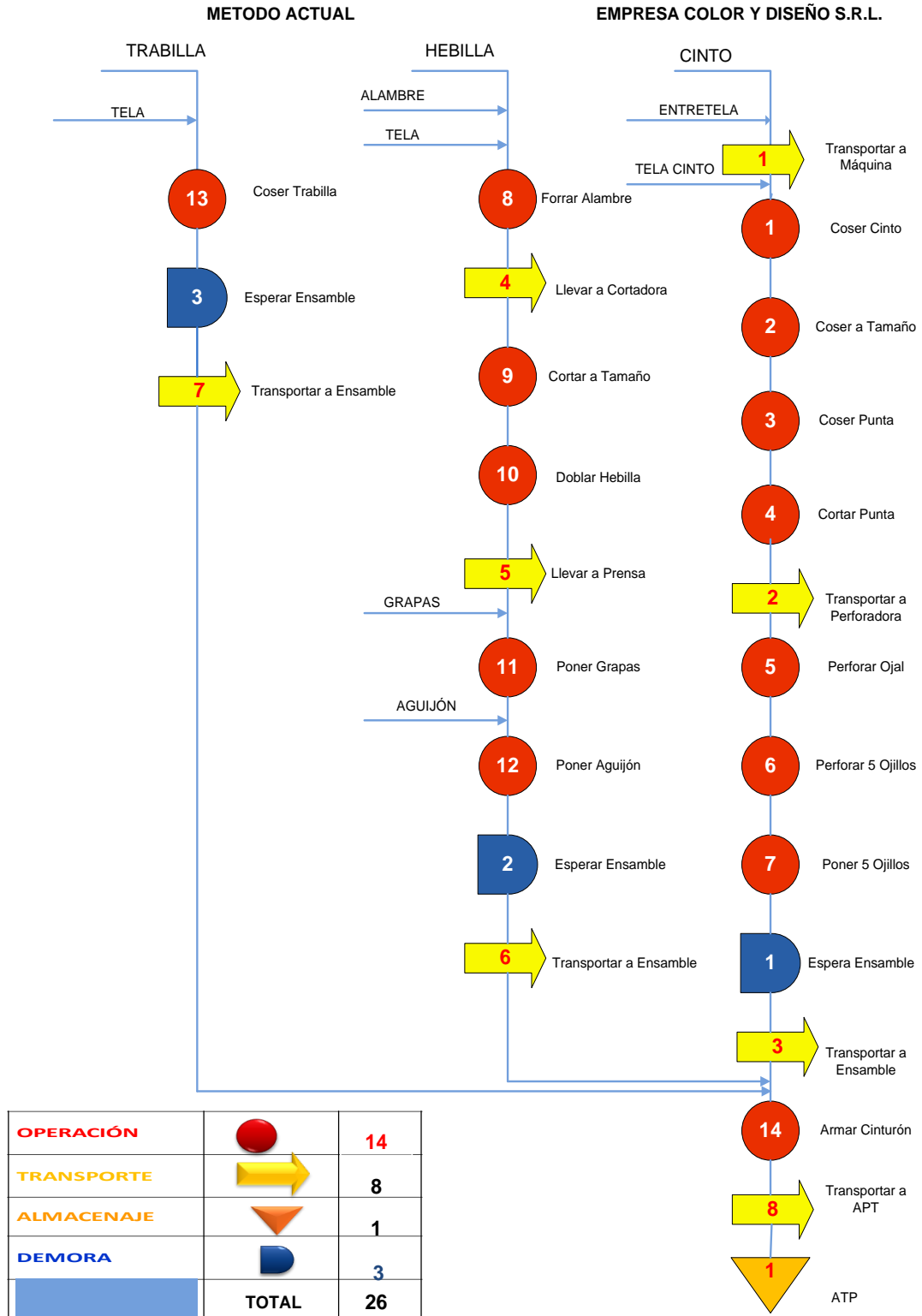
*Fuente: Elaboración propia*

Para un mejor entendimiento, presentamos un ejemplo de diagrama de actividades del proceso de fabricación de cinturones para vestido, en donde se describen todas las actividades (operaciones, esperas, transportes, almacenajes) e ingreso de materias primas y componentes al proceso productivo para lograr el producto terminado.



Figura n.º 2-6. Ejemplo DAP

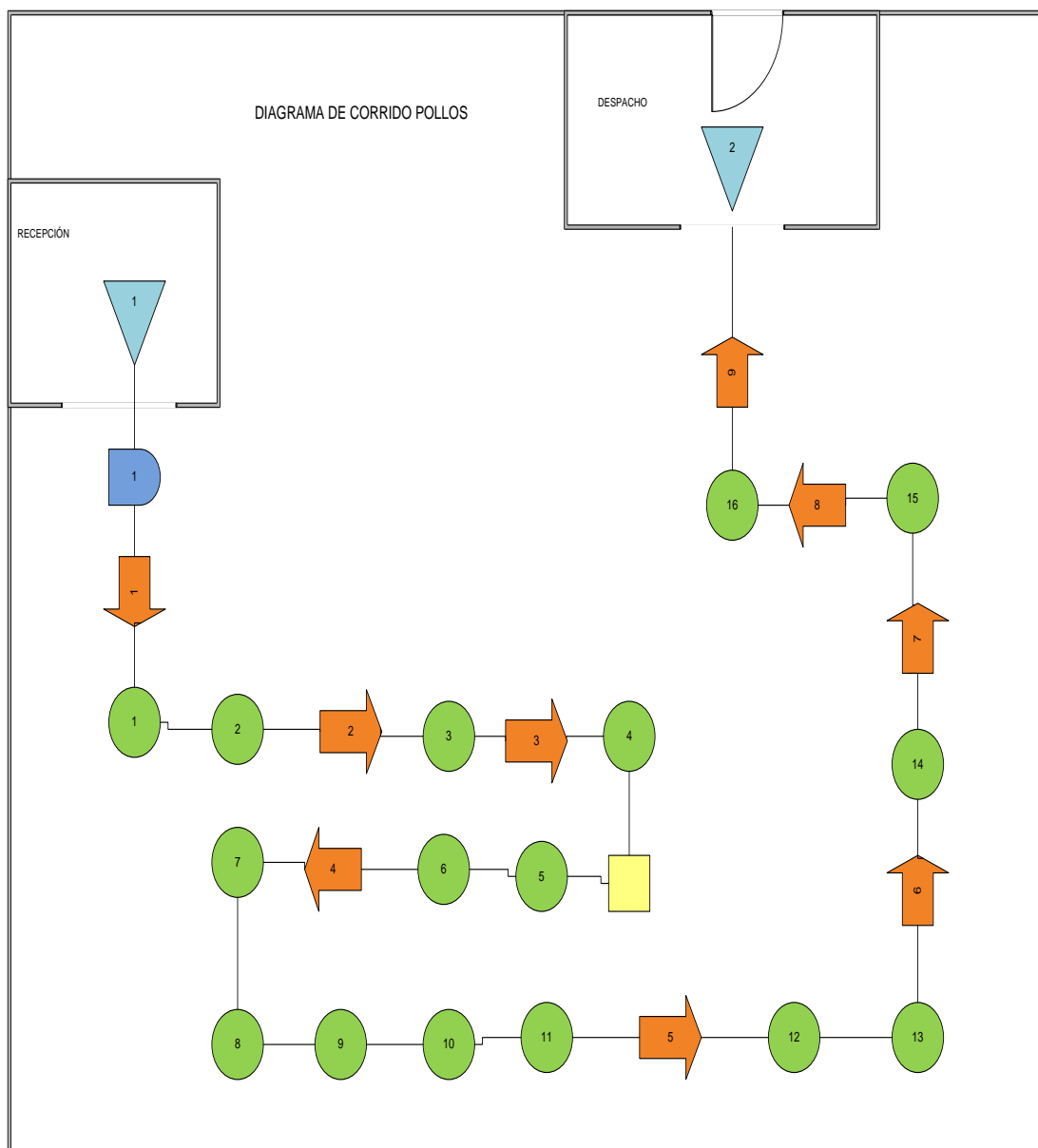
**DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE UN CINTURON DE VESTIDO**



Fuente: <https://industrialudobolivar.files.wordpress.com/2010/05/unidad-ii.doc>

- c) Diagrama de Recorrido (DR): Es un esquema de distribución de planta en un plano bi o tridimensional a escala, se muestra dónde se ejecutan las actividades que figuran en el DAP; la ruta de los movimientos se señalan por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada de acuerdo con el DAP.

*Figura n.º 2-7. Ejemplo DR*



Fuente: <http://ingenieriametodos.blogspot.mx/2008/10/ejemplo-elaboracin-del-diagrama-de.html>.

- d) Diagrama de Actividades Múltiples: Son gráficas en las cuales se registran en forma simultánea las acciones que realiza los operarios con respecto a las máquinas que atiende; el objetivo de este diagrama es mostrar la relación de tiempo de trabajo y tiempos ociosos con el fin de eliminarlos o reducirlos.

Dentro de los diagramas de actividades múltiples, tenemos el diagrama de Hombre-Máquina, diagrama que usaremos para comparar los tiempos de trabajo del operario con respecto a la operación de la máquina.

A continuación, Barnes (1963) presenta un ejemplo del uso del diagrama hombre-máquina en la operación de cortar cinta engomada según el método perfeccionado.

*Figura n.º 2-8. Ejemplo Diagrama Hombre-Máquina*

OPERACIÓN: Cortar cinta engomada		Núm. OPER. S.46			
NOMBRE DEL PRODUCTO: Cinta engomada		Núm. Del PRODUCTO: f 261			
NOMBRE DE LA MÁQUINA: Máquina especial de cortar		Núm. MÁQUINA S.431			
NOMBRE DEL OPERARIO: J. S. Wilson. Ayudte S. K. Smith		FECHA: 20.5.43			
MÉTODO PRIMITIVO	NUEVO MÉTODO	X CUADRO por J.S.W			
Operario	Tiempo	Ayudante	Tiempo	Máquina	Tiempo
Manipula la máquina	2,2	Envuelve los rollos (continuación)	0,3	Corta la cinta preparada	2,2
		Rotula los rollos	0,6		
		Los coloca sobre el plano inclinado	0,5		
		Prepara envoltura y rótulos	0,9		
Abre el eje del arrollamiento	0,3	Espera al operario		Parada	1,4
Saca los rollos	0,5	Ayuda a sacar los rollos	0,5		
Arranca la máquina	0,6	Envuelve los rollos	0,6		
Tiempo en minutos					

RESUMEN			
	Operario	Ayudante	Máquina
Tiempo Inactivo.....	0,0 min	0,2 min	1,4 min
Tiempo de trabajo.....	3,6	3,4	2,2
Tiempo total del ciclo.....	3,6	3,6	3,6
Utilización en porcentajes.....	Utilización del operario= $\frac{3,6}{3,6} = 100\%$	Utilización del ayudante= $\frac{3,4}{3,6} = 95\%$	Utilización de la máquina= $\frac{2,2}{3,6} = 61\%$

Fuente: Barnes (1975), estudio de Tiempos y Movimiento

Para calcular la utilización o saturación del operario y máquina, tenemos la siguiente fórmula:

$$\text{Saturación del operario}(S_o) = \left[ \frac{L}{C} \right] \times 100$$

$$\text{Saturación de la máquina}(S_m) = \left[ \frac{m}{C} \right] \times 100$$

Donde:

L = Tiempo que el operario trabaja en el ciclo

m = Tiempo de máquina

C = Tiempo de ciclo

Después de encontrar el tiempo de ciclo del operario y de la máquina, debemos encontrar el tiempo estándar de la tarea del operario, para esto tendremos que conocer las técnicas de medición del trabajo, que lo llevaremos más detallado cuando iniciemos la parte que le corresponde a este tema; sin embargo, para continuar con el desarrollo correspondiente al diagrama hombre-máquina, adelantamos la fórmula:

$$T_s = (\text{Tiempo observado}(t_o) \times \text{factor de valoración}(F_v) \times (1 + \text{frecuencia}(f)) \times (1 + \text{factor de suplementos}(f_s))$$

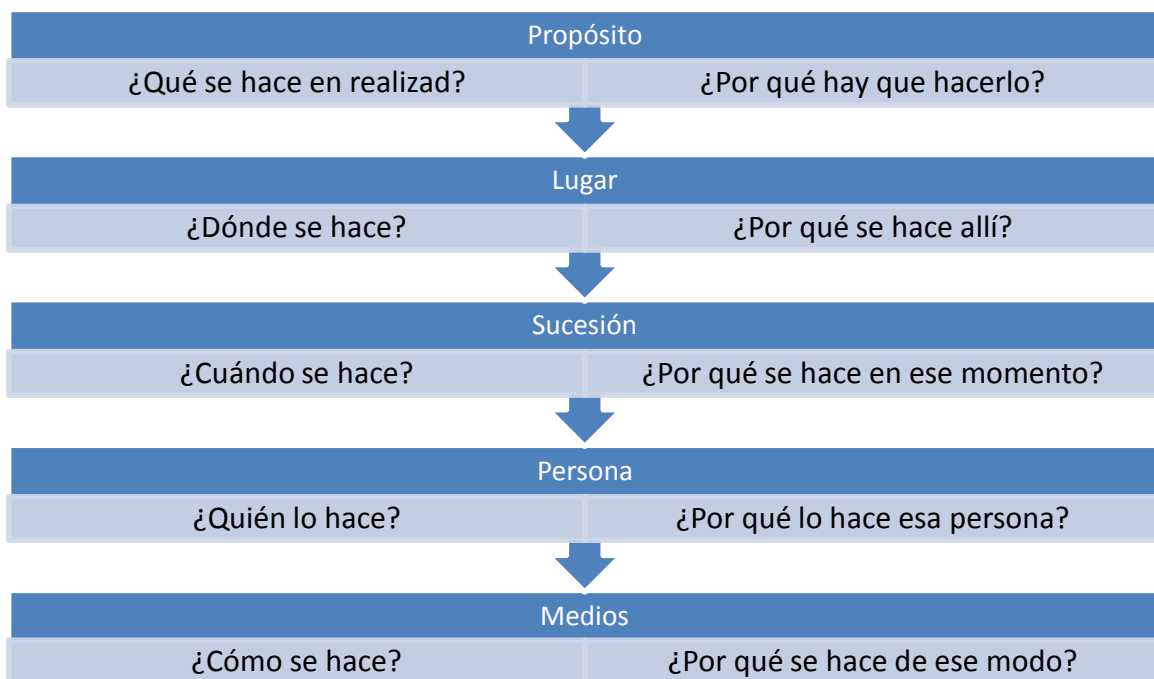
### 2.2.3. Técnica de interrogatorio sistemático (TIS)

El TIS es una técnica que se utiliza para realizar un examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad observada a una serie de preguntas con el objetivo de simplificar, eliminar, combinar u ordenar dicha actividad que genera tiempos de transporte o retraso en el sistema productivo.

Las preguntas que se realicen deben tener un orden y hacerse sistemáticamente cada vez que se inicia un estudio de métodos, porque con esta se asegura las condiciones básicas de un buen resultado.

Se inicia el interrogatorio con preguntas preliminares para poner en tela de juicio cada actividad registrada, en propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

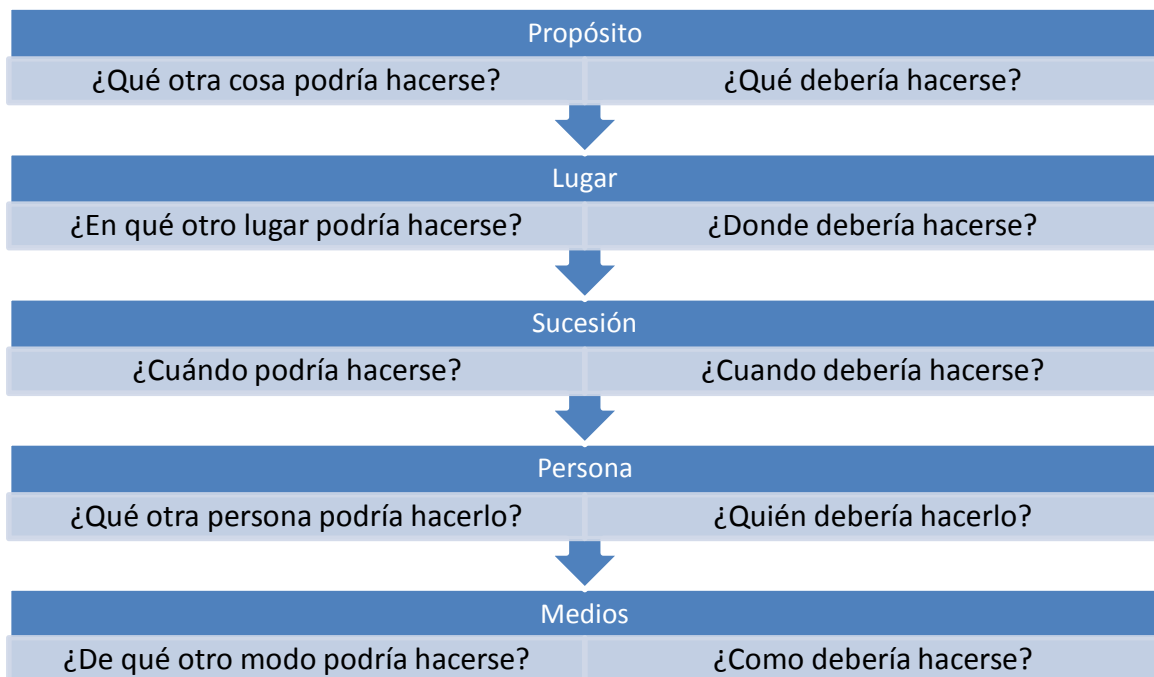
*Figura n.º 2-9. TIS Preguntas de examen crítico preliminares*



*Fuente: Libro Introducción al estudio del trabajo OIT cuarta edición.*

Luego se continúa con las preguntas de fondo, según la OIT (1996) cuarta edición, define que esta es la segunda fase del interrogatorio que prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro lugar, la sucesión, la persona y/o los medios.

Figura n.º 2-10. TIS Preguntas de examen crítico de fondo



Fuente: Libro *Introducción al estudio del trabajo OIT* cuarta edición.

## 2.2.4. Herramientas de mejora continua:

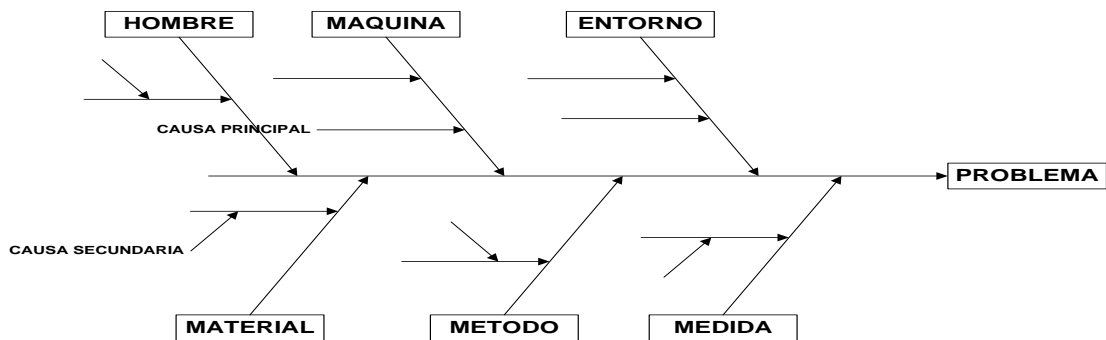
Según Espinoza (2016) define a dos herramientas de mejora continua:

### 2.2.4.1. Diagrama causa-Efecto

Herramienta creada por Kaoru Ishikawa, se utiliza para organizar la relación entre las propiedades (problemas) y factores para descubrir la causa.

El objetivo principal de este diagrama es esclarecer lo que puede ser considerado como causa del problema para luego tomar las medidas correctivas para combatir las causas.

Figura n.º 2-11. Diagrama causa-efecto

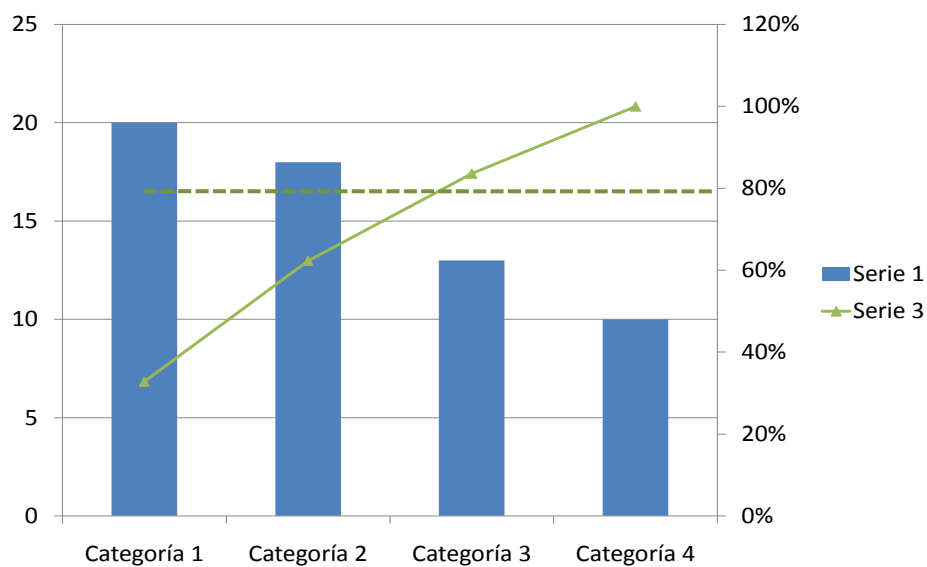


Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.4.2. Diagrama Pareto:

Gráfico que define por dónde empezar a realizar las mejoras. Es un método que sirve para definir acción en la solución de los problemas más importantes, a partir de la definición clara de aquellos con mayor representatividad.

Figura n.º 2-12. Diagrama Pareto



Fuente: Elaboración propia

Se lee: el 20% de categorías generan el 80% de las ventas, cuando se mide las ventas de productos.

## 2.2.5. Herramientas cuantitativas: relaciones entre el operador y la máquina

Según Niebel y Freivald (2014), menciona que desde el diagrama hombre-máquina es posible identificar la cantidad de máquinas que un operario puede operar en el proceso productivo; sin embargo, existen modelos matemáticos que desarrollan el cálculo en menos tiempo. La relación hombre-máquina es de uno de estos tres tipos: 1) servicio sincrónico, 2) servicio totalmente aleatorio, y 3) una combinación de servicios sincrónico y aleatorio.

Para nuestro caso utilizaremos el servicio sincrónico.

### 2.2.5.1. Servicio Sincrónico

Este modelo se aplica cuando se necesita encontrar el número de máquinas que un operario puede operar, normalmente esto se da en casos ideales.

El cálculo para asignar el número de máquina es:

$$\eta = \frac{\iota + m}{\iota}$$

Donde:

$\eta$  = Número de máquinas asignadas al operador

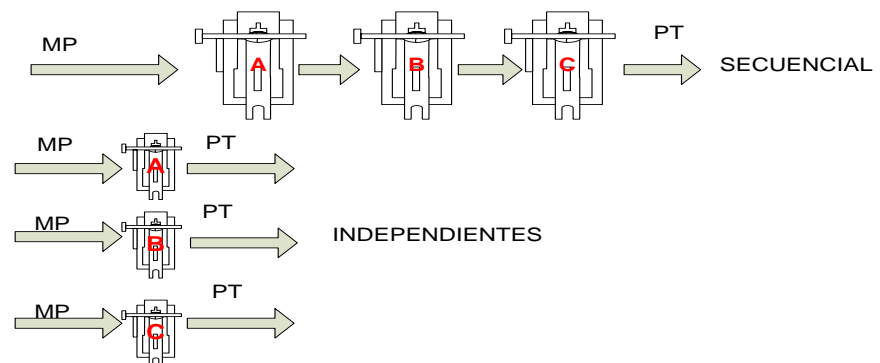
$\iota$  = Tiempo total de carga y descarga (servicio) por máquina.

$m$  = Tiempo total de operación de la máquina (alimentación automática de energía)

### 2.2.5.2. Clasificación según la interrelación de las máquinas en el servicio sincrónico

Esta clasificación toma de referencia la distribución física de las máquinas para trabajar un determinado productos; estos pueden ser:

*Figura n.º 2-13. Interrelación de las máquinas según proceso*



*Fuente: Elaboración propia*



Si queremos calcular el número de máquinas que se debe asignar a un operador en condiciones reales podemos recalcularlo mediante el número entero menor a partir de la siguiente ecuación:

Ubicación Radial

$$N = \left\lfloor \frac{L+m}{L+L'} \right\rfloor$$

Ubicación Lineal

$$N = \left\lfloor \frac{L+m}{L+W+L'} \right\rfloor$$

Donde:

N = Número de máquinas asignadas al operador

L = Tiempo total de atención del operario a las máquinas (carga y descarga)

m = Tiempo total de operación de la máquina

L' = Tiempo de inspección

Además,

$$L = L_1 + L_2,$$

L<sub>1</sub> = Tiempo de carga de materia prima a la máquina

L<sub>2</sub> = Tiempo de descarga de la máquina

W = Tiempo de desplazamiento entre máquinas

Cuando "N", no salga entero, y necesitamos saber cuántas máquinas asignar, utilizamos estas dos ecuaciones para analizar sus costos:

Primero para N=N<sub>1</sub> (redondeado a menor)

$$CTE_{N_1} = \frac{(L + m)(k_1 + N_1 k_2)}{N_1}, \quad \text{Ciclo} = (L + L' + m)$$

Donde:

CTE<sub>N<sub>1</sub></sub> = Costo total esperado unitario

k<sub>1</sub> = Salario del operario por unidad de tiempo

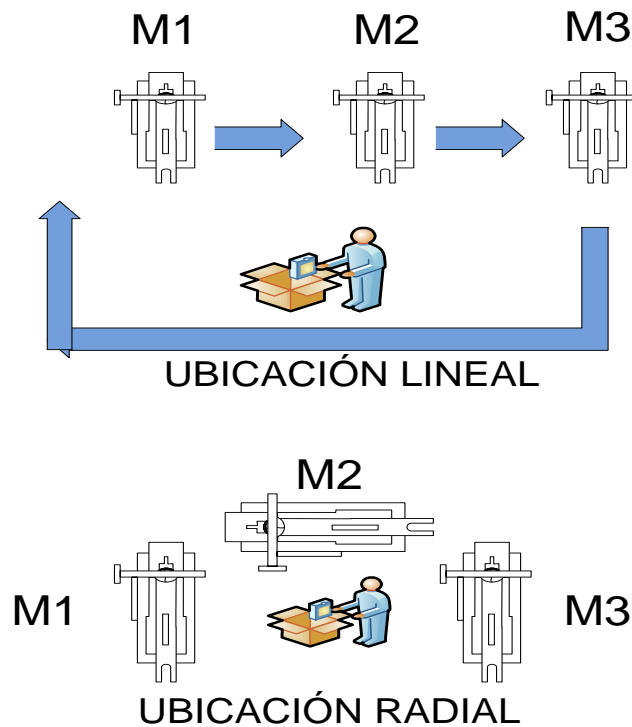
k<sub>2</sub> = Costo de máquina por unidad de tiempo

Primero para N=N<sub>2</sub> (redondeado a mayor)

$$CTE_{N_2} = (L + w)(k_1 + N_2 k_2), \quad \text{Ciclo} = (L + L' + w) * N_2$$

El número de máquinas a asignar será el de menor costo

Figura n.º 2-14. Sistema de ubicación de máquinas



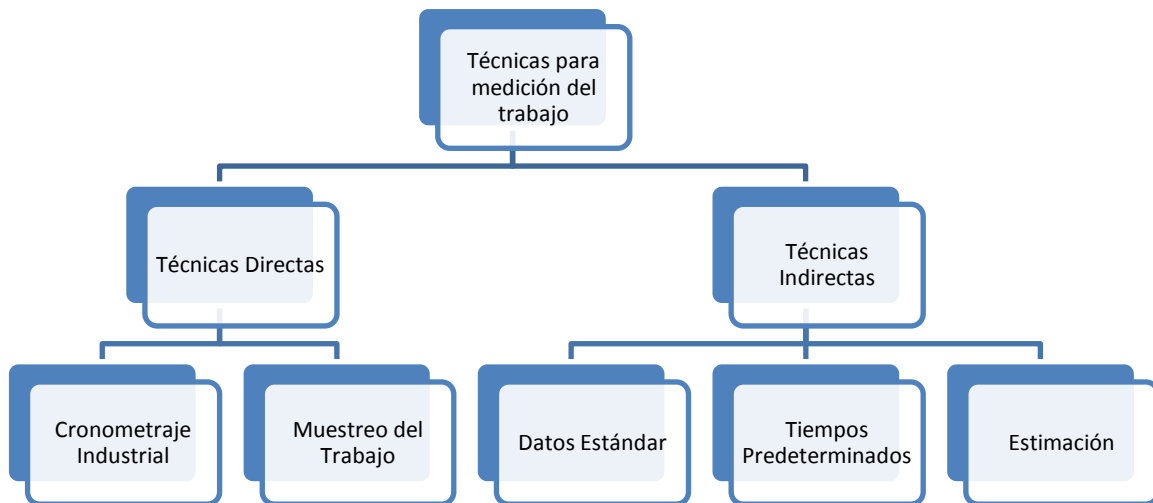
Fuente: Villaseñor y Galindo (2007) conceptos y reglas de Lean Manufacturing

### 2.2.6. Medición del tiempo de trabajo

Esta técnica se utiliza para determinar el tiempo que incurre un trabajador calificado en realizar una tarea específica; sin embargo, este también se puede aplicar para determinar lo siguiente:

- Tiempos improductivos en el proceso de inyección plásticos y buscar alternativas de mejora.
- Comparar los diferentes métodos que se puede aplicar tomando como referencia sus tiempos.
- Distribuir el trabajo dentro de los equipos de trabajo equitativamente.
- Determinar la carga de trabajo para un trabajador calificado.

Figura n.º 2-15. Técnicas de medición del trabajo



Fuente: Barnes(1975) Estudio de Tiempos y Movimiento

Para nuestro estudio, utilizaremos la técnica directa. Valencia (2010), cita la definición de Prokopenko (1989) que considera a la técnica de medición directa como una herramienta para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo a cada elemento de una tarea definida y ejecutada en condiciones normales, con el objetivo de buscar el tiempo estándar.

#### 2.2.6.1. Cronometraje Industrial

Es una técnica que necesita el apoyo directo del personal operativo, debido a que ellos han adquirido la destreza y conocimiento respetando las normas de seguridad y calidad.

Los criterios básicos que se deben tener en cuenta son:

- Registrar los trabajos manuales y mecánicos por separado
- Dividir las operaciones de trabajo en fases del proceso
- Desarrollar el mayor detalle posible del trabajo
- Registrar criterios medibles
- Elegir hitos claramente reconocibles.
- Estudiar la tarea con el fin de conocer el ritmo normal
- Desechar los valores absurdos
- valorar el comportamiento del trabajador
- Calcular el tiempo normal
- Adicionar suplementos

- Calcular el tiempo estándar.

Se debe tener siempre presente que los datos obtenidos deben considerarse dentro de los límites de desviación entre 10% y 20% con respecto al promedio; las técnicas que pueden ser utilizados son cronometraje continuo o con vuelta a cero; para el primero, los tiempos se registran cada vez que terminan un elemento de la tarea, sin regresar el cronometro a cero, se recomienda para elementos con tiempos cortos, además, la medición debe contemplar todos los elementos; para el segundo, se tiene que fijar el punto de inicio y fin de la actividad, luego de finalizar se debe anotar el valor de la lectura y volver a reiniciar el cronómetro.

#### 2.2.6.2. Establecer el tiempo estándar (Ts) de la actividad

Para establecer el tiempo estándar, debemos usar la siguiente fórmula:

$$T_s = (\text{Tiempo observado}(t_o) \times \text{factor de valoración}(F_v) \times (1 + \text{frecuencia}(f)) \times (1 + \text{factor de suplementos}(f_s)))$$

A continuación describo la definición de cada variable:

- a) Tiempo normal  $t_n$ : dentro de esta variable está considerado el tiempo observado y el factor de valoración; estos tienen el siguiente concepto:

$$t_n = t_o \times (1 + F_v) \times (1 + f)$$

- Tiempo observado ( $t_o$ ): Es el tiempo medio medido al ciclo de trabajo de una determinada tarea.
- Factor de valoración ( $F_v$ ): Este factor solo se aplica a los operarios. Según Barnes (1979), define a la valoración como el proceso más importante y difícil que el especialista de métodos tiene que realizar, porque tiene que valorar el performance del operario en cuanto a su velocidad o tiempo (grado de velocidad y esfuerzo de los movimientos del operario), bajo su propio criterio de observador.

Para el presente trabajo utilizaremos el *sistema de valoración Westinghouse*, este sistema se utiliza para valorar la actuación del operario, tomando de referencia cuatro factores:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones de trabajo
- Regularidad

Para cada uno de ellos existe una escala de valores numéricos (Fig. 2-12); el tiempo elegido obtenido de las observaciones se normaliza multiplicándolo por la suma de las evaluaciones de los cuatro factores.

Figura n.º 2-16. Sistema Westinghouse de valoración

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Bueno
0,03	C2		0,02	C2	
0,00	D	Media	0,00	D	Medio
- 0,05	E1	Aceptable	- 0,04	E1	Aceptable
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Pobre	- 0,12	F1	Pobre
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0,00	D	Medias	0,00	D	Media
- 0,03	E	Aceptables	- 0,02	E	Aceptable
- 0,07	F	Pobres	- 0,04	F	Pobre

Fuente: Barnes(1975) Estudio de Tiempos y Movimiento Pág.387

A continuación definimos los cuatro factores de valoración

Tabla n.º 2-5. Definición de los factores de valoración

Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Regularidad
Destreza del operario	Anhelos de trabajo del operario	Aquellas que afectan al operario (luz, ventilación, calor, etc.)	Motivación mental para relacionarse con las condiciones adversas.

Fuente: Elaboración propia

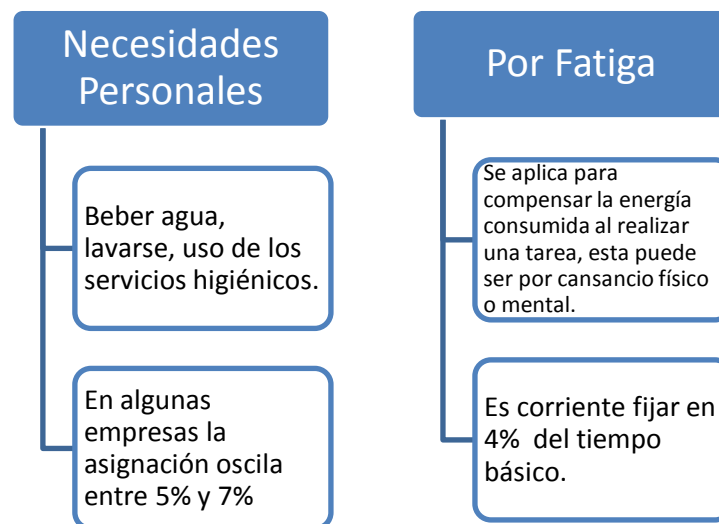
- Frecuencia(f): Es la frecuencia en que se repite el elemento de la tarea estudiada; estos pueden ser: regulares, siempre se repite en cada ciclo, se asigna el valor 1; irregulares, son eventos que no siempre está presente en cada ciclo, son ocasionales, el valor se calcula de la siguiente manera:

$$f = \frac{1}{\text{número de veces que se repite}}$$

- b) Factor de suplementos ( $f_s$ ): Es el porcentaje de tiempo que necesita un operario calificado para realizar una determinada tarea a marcha normal, este tiempo necesario puede ser gastado para necesidades personales, descansar y por razones fuera de su control. para estas interrupciones en producción existen suplementos que se clasifican como sigue: 1) suplemento por necesidades personales; 2) suplemento por fatiga; 3) suplemento por esperas.

Para nuestro estudio solo tomaremos los suplementos por necesidades personales y fatiga; a continuación describimos la aplicación de cada suplemento:

*Figura n.º 2-17. Suplementos*



*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, para los suplementos del presente estudio, tomaremos de referencia la siguiente tabla para los cálculos:

Figura n.º 2-18. Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos

**Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos**

	H	M		H	M
1. suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplemento por necesidades personales	5	7	- buena ventilación o aire libre	0	0
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidas al suplemento básico por fatiga			F. tensión visual		
A. suplemento por trabajar de pie	2	4	- trabajos de cierta precisión	0	0
			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
B. suplemento postura anormal			- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
- Ligeramente incómoda	0	1	G. Tensión auditiva		
- Incómoda inclinado	2	3	- Sonido continuo	0	0
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Intermitente y fuerte	2	2
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			- Intermitente y muy fuerte	3	3
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Estridente y fuerte	5	5
2,50	0	1	H. Tensión mental		
5,00	1	2	- Proceso bastante complejo	1	1
7,50	2	3	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
10,00	3	4	- Muy complejo	8	8
12,50	4	6	I. Monotonía mental		
15,00	6	9	- Trabajo algo monótono	0	0
17,50	8	12	- Trabajo bastante monótono	1	1
20,00	10	15	- Trabajo monótono	4	4
22,50	12	18	J. Monotonía física		
25,00	14	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
30,00	19	---	- Trabajo aburrido	2	1
40,00	33	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
50,00	58	---			
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Fuente: Libro Introducción al estudio del trabajo OIT cuarta edición.

### 2.2.7. Número requerido de observaciones

Los tiempos necesarios para realizar los elementos de una operación varían ligeramente de ciclo a ciclo, debido a factores humanos, equipos, materiales o por la definición de los límites de cada elemento que será medido; por tal motivo, los especialistas sugieren que es de gran utilidad realizar una mayor cantidad de ciclos cronometrados para aproximarnos a los resultados reales de la actividad medida; sin embargo, para evitar subjetividad al momento de determinar el número de observaciones a criterio del responsable de la medición, usualmente se utiliza fórmulas matemáticas que se aplica en estadística para evaluar el error del valor medio del tiempo de un elemento, definiendo el nivel de confianza y la precisión requerida.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (N) y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95 por ciento con un margen de error de  $\pm 5$  por ciento para encontrar el número de observaciones necesarias (N') para determinar el tiempo verdadero del elemento medido.

Según Barnes (1979) quinta edición (pág. 370), la fórmula para determinar el número de observaciones es la siguiente:

$$N' = \left( \frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Siendo:

N' = El número necesario de observaciones

N = Número de observaciones del estudio preliminar

X = Valores de las observaciones

$\sum$  = suma de los valores de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 95%

Generalmente se emplea en estudios de tiempos un nivel de confianza de 95% y una precisión de  $\pm 5\%$ ; esto quiere decir, que existe un 95% de probabilidades de que la media de la muestra o el valor medio del elemento no estén afectados de un error superior a  $\pm 5\%$  del verdadero tiempo del elemento.

#### 2.2.7.1. Niveles de confianza

Es el grado de confianza que inspira las observaciones, siempre que estas se realicen con muestras aleatorias; para nuestro caso al escoger un nivel de confianza de 95.45%, quiere



decir que la media obtenida de las observaciones está comprendida entre  $2\sigma\bar{x}$  (dos desviaciones típicas de la distribución de las medias); sin embargo, para facilitar las cosas más vale evitar el uso de porcentajes decimales, pues es más sencillo hablar de un nivel de confianza de 95% que de 95.45%, con este fin pueden cambiarse los cálculos, obteniéndose:

*Tabla n.º 2-6. Niveles de confianza*

Niveles de Confianza	
Z	Nivel de confianza (%)
1.00	68,00
1.64	90,00
1.96	95,00
2.00	95,45
3.00	99,73

*Fuente: Murray R. Spiegel (1976) Probabilidad y estadística (Pag. 195)*

Con el cálculo se puede determinar el número de observaciones, pero es necesario definir los horarios para la toma de datos de lunes a sábado; para esto, utilizaremos la siguiente tabla de números aleatorios:

*Tabla n.º 2-7. Números aleatorios*

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7
950622	220985	742942	783807	907093	989408	037183
133869	362686	485453	194660	687432	674192	695066
899093	785915	610163	414101	171067	096124	978142
269577	163214	211559	168942	326355	358421	268787
947189	069133	356141	679380	866478	595132	347104

*Fuente: Barnes (1963) Estudio de tiempos y Movimiento*

En la tabla, el primer número 950,622: el primer dígito de este número puede indicar la hora y el segundo y el tercero los minutos.

Así, 950 indicaría 9,50 o sea las 09:30 horas. La segunda mitad del número, 622, puede leerse como 6,22, o aproximadamente las 6:13 horas ( $0,22 \times 0,6 = 0:13$ ).

### 2.3. Indicadores de Producción

Una de las características en las organizaciones modernas es que han adoptado en sus procesos, indicadores de gestión que les permita evaluar los logros o señalar las falencias

para aplicar las acciones correctivas necesarias; estos elementos conocidos como indicadores tienen como objetivo asegurar que las distintas áreas de la compañía vayan en la dirección correcta.

La importancia de los indicadores se basa en lo siguiente:

- Permite definir objetivos y prioridades
- Asignar recursos de acuerdo a los niveles exigidos
- Planificar la producción
- Explicar el comportamiento de la productividad y la calidad a la alta dirección
- Identificar con mayor exactitud las oportunidades de mejora dentro del proceso productivo

### 2.3.1. Productividad

El principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es poder encontrar las causas de una baja productividad y conociéndolas, establecer las bases para incrementarla. Entonces la definimos como la relación que existe entre los recursos y los productos de un sistema productivo; sin embargo, también podemos decir, que es el grado de aprovechamiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

Estos recursos pueden ser: materia prima, mano de obra, capital, máquinas y herramientas.

La fórmula que se usa para hallar este indicador es:

$$productividad(p) = \frac{Producción\ obtenida(P)}{\sum\ cantidad\ de\ recursos\ empleados(Q)}$$

Donde:

Producción obtenida: unidades, precios, valor de producción

Cantidad de recursos: horas hombre, horas máquina, unidades de material, precio del recurso; se debe establecer una sola unidad.

Francis P. (2008). Feria internacional de plásticos. Herramientas de Alto Impacto. Seminario realizado en el Jockey Club del Perú, define la productividad como:

La productividad es ante todo, un estado de la mente. Es una actitud que busca el mejoramiento continuo de todo lo que existe. Es la convicción de que las cosas se pueden hacer mejor hoy que ayer, y mañana, mejor que hoy.

Adicionalmente, significa un esfuerzo continuo para adaptar las actividades económicas y sociales al cambio permanente de las situaciones, con la aplicación de nuevas teorías y nuevos métodos. (p.4)

Figura n.º 2-19. Guía de la productividad

Medida de la productividad	Variables de la productividad	Factores de incidencia de la productividad	Condicionales para la productividad	Barreras a la productividad	Técnicas de mejoramiento de la productividad
<ul style="list-style-type: none"> <li>Productividad Manofactorial</li> <li>Productividad Multifactorial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo</li> <li>Capital</li> <li>Gestión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producto</li> <li>planta y equipos</li> <li>Tecnología</li> <li>Materiales y Energía</li> <li>Métodos de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño adecuado del producto</li> <li>Selección de tecnologías más idóneas</li> <li>Planificación de la calidad requerida</li> <li>Utilización óptima de los recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Burocracia obsesiva</li> <li>Demasiados niveles jerárquicos</li> <li>Desconocimiento de los objetivos de la organización</li> <li>Excesiva centralización de los controles</li> <li>Mentes cerradas al cambio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio del trabajo</li> <li>Estudios de métodos</li> <li>Medición del trabajo</li> <li>Simplificación del trabajo</li> <li>Análisis y aplicación de la curva de aprendizaje y de experiencia</li> <li>Análisis costo-Beneficio</li> </ul>
<b>Círculos de Mejoramiento de la Productividad</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajadores de la misma organización que deciden participar de manera voluntaria</li> <li>Contribuyen a la productividad, estabilidad y crecimiento de la empresa</li> <li>Promueven el potencial humano al máximo</li> <li>Aumentan la competitividad de la empresa gracias al mejoramiento del producto y a la reducción de los costos de producción.</li> <li>Dar la posibilidad a los trabajadores de ampliar y enriquecer las tareas.</li> <li>Problemas que pueden someterse en el círculo son: reducción del desperdicio y de los costos, mejoramiento de la calidad, de los métodos, simplificación del trabajo, mejoramiento de la motivación de los trabajadores.</li> </ul>					

Fuente: *Elaboración propia*

### 2.3.1.1. Incremento de la productividad

El incremento de la productividad puede realizarse de varias formas:

Aumentando la producción con los mismos o menos recursos.

Reduciendo los recursos manteniendo o incrementando al mismo tiempo la producción.

Permitiendo que se incrementen los recursos utilizados, siempre y cuando la producción se incremente.

Permitiendo que se reduzca la producción, siempre en cuando la cantidad de recursos utilizados sea menor.

La naturaleza del mejoramiento de la productividad es trabajar de manera más eficiente.

En los problemas para la mejora de métodos se presentan dos situaciones:

Una actual, en el momento en el que se inicia el estudio y se analiza lo que sucede; y otra propuesta donde se plantean mejoras para elevar la productividad.

Ante esto podemos calcular el incremento de la productividad que se lograrían por los cambios que se efectuarían.

$$P_R \rightarrow \text{Actual} \frac{P_1}{R_1} \qquad P_R \rightarrow \text{Propuesta} \frac{P_2}{R_2}$$

$$\Delta P_R = \frac{\text{Propuesta} - \text{Actual}}{\text{Actual}} \times 100$$

### 2.3.2. Porcentaje de utilización de la capacidad

Es la tasa de producción máxima de una instalación o proceso; para especificar correctamente la capacidad se debe determinar las unidades producidas en un periodo de tiempo determinado.

Asimismo, también se puede definir como la razón entre la producción real y la producción estándar esperada.

$$\% \text{ Utilización de la capacidad} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$$

### 2.3.3. Calidad

Grado de cumplimiento de la producción, con respecto a las especificaciones acordados con los clientes internos y externos.

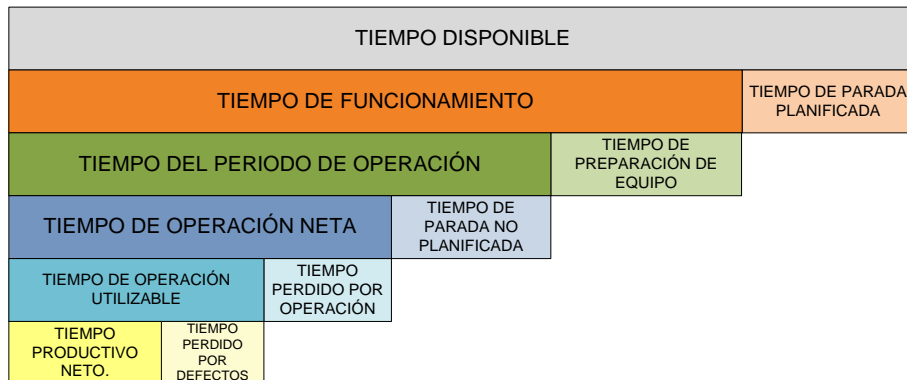
$$\text{calidad} = \frac{\text{Producción conforme}}{(\text{producción conforme} + \text{producción no conforme})} \times 100$$

### 2.3.4. Disponibilidad

Es la relación entre la cantidad de horas que la máquina de inyección estuvo disponible para producir un determinado producto, eliminando tiempo de falla de equipo y tiempos de mantenimiento preventivo, en relación a las horas del tiempo operativo programado en un determinado periodo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación neta}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} \times 100$$

Figura n.º 2-20. Disponibilidad de planta



Fuente: Collantes (2005) IV foro Datastream de mantenimiento e industria

## 2.4. Costos de producción

Según Marín (2010), define al costo como la medida del valor de los recursos o elementos que son usados para la fabricación de productos de la empresa como bienes y/o servicios. Los costos son asignados a los “objetos de costos” que son productos, fases de elaboración o centros de costos.

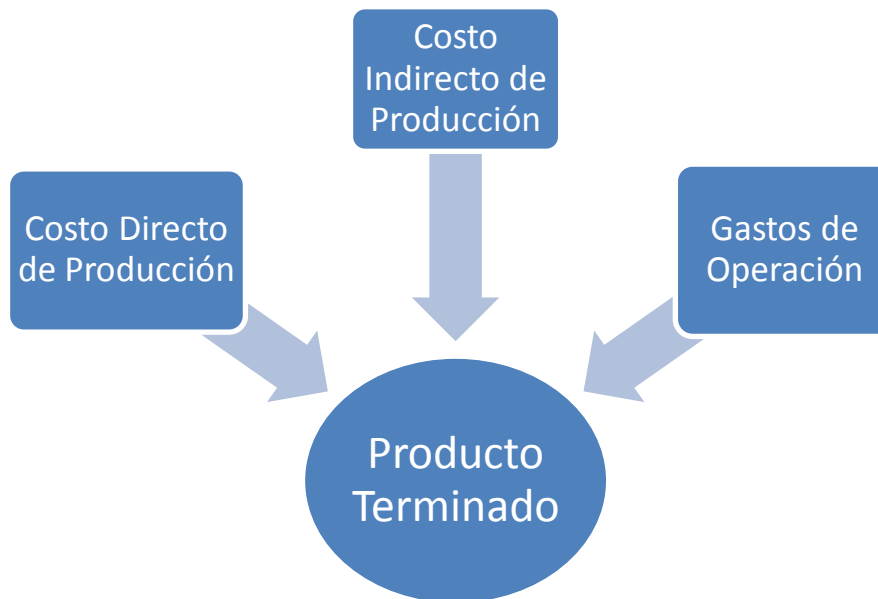
Los costos son importantes por lo siguiente:

- Son herramientas de medición en un proceso productivo.
- Base para la determinación de la creación de valor
- Para toma de Decisiones Gerenciales
- Base de la situación económica financiera la organización
- Ayuda a determinar bajo el principio de importancia relativa su reducción y su contención.
- Nos permite identificar y evaluar oportunidades de mejora

Por lo tanto, debemos encargarnos como parte de nuestras actividades de: medir, controlar, presupuestar, negociar, reducir, continuamente los costos de la empresa.

$$\text{Costo Total de Producción} = \text{Costo Directo} + \text{Costo Indirecto} + \text{Gastos de Operación}$$

Figura n.º 2-21. Elementos del costo de producción



Fuente: Elaboración propia

### 2.4.1. Estructura de los costos de producción

Detalle el alcance de cada elemento:

Tabla n.º 2-8. Estructura de los costos

Costos Directos	Costos Indirectos	Gastos de Operación
- Materia Prima	- Mano de obra indirecta	- Gastos de venta
- Mano de obra directa.	- Material indirecto	- Gastos administrativos
	- Depreciación	- Gastos financieros.
	- Energía	
	- Servicios	

Fuente: Elaboración propia

### 2.5. Factor humano dentro de una organización

Es uno de los activos más importantes que la organización posee, porque de esta dependerá que se alcance los objetivos trazados por la alta dirección; este factor está presente en todos los niveles y contribuye al prestigio e imagen de la organización, ya que participan directamente de la calidad del producto o servicio que este ofrece a sus clientes.

El realizar un estudio de tiempos en un proceso productivo que podría ocasionar que la mejora afecte a los trabajadores, debe tener como actor principal al mismo operario, por las siguientes razones:

1. Conocen el proceso productivo y en la mayoría de los casos, saben cómo mejorar la productividad.

2. Son elementos importantes que definen el tiempo de ciclo de una operación, para todo el grupo de trabajo.
3. El resultado exitoso del estudio de tiempos, está en función al estado emocional del operario, por eso, importante que la relación operario y alta dirección, sea lo más cordial posible.

En todos los casos se debe dejar claro las razones por el cual se está realizando el estudio de tiempos, enfocándolo en buscar mejoras para minimizar la saturación de su parte en el proceso y adecuar las condiciones de trabajo para que este sea siempre lo más saludable; asimismo, y con apoyo de la alta dirección determinar algún tipo de beneficio que se les otorgará por participar en la mejora del proceso.

## 2.6. Definición de términos básicos

**Análisis de operación:** Proceso de investigación sobre las operaciones en la fábrica o el trabajo de oficina (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Análisis de pareto:** Técnica exploratoria para identificar los artículos de interés (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Análisis costo-beneficio:** Evaluación del costo de inversión sobre los beneficios o ganancias que se recibirán en un determinado tiempo (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Costo de producción:** Costos directos de material más costos directos de mano de obra más gastos de fábrica (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Ciclo de trabajo:** Secuencia total de movimientos y eventos que comprende una sola operación (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Calidad total:** Enfoque global de la calidad que afecta a toda la cadena de valor de la empresa (OIT, 1996 cuarta edición).

**Capacidad de máquina:** Volumen de producción potencial de la máquina, expresado en unidades física producidas por unidad de tiempo (OIT, 1996 cuarta edición).

**Confiabilidad:** Probabilidad de éxito de un sistema (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Cilindro plastificador:** Accesorio de la máquina inyectora en forma de barril que en su interior lleva un tornillo extrusor por donde circula material fundido, en la parte exterior está cubierto de resistencias tipo banda que transfieren calor (P. Arenas, 2014).

**Cronometraje industrial:** Modo de observar y registrar por medio de un reloj u otro dispositivo el tiempo que se tarda en ejecutar cada elemento (OIT, 1996 cuarta edición).

**Condiciones de trabajo:** Espacio que se le brinda al trabajador que cumplen con los requisitos mínimos de confort (A. Villaseñor y E. Galindo, 2007).

**Circulo de la productividad:** Pequeño grupo de personas que se reúnen para solucionar o mejorar la productividad dentro de la organización (OIT, 1996 cuarta edición).

**Costos directos:** Costo de materiales directos más mano de obra directa (A. Villaseñor y E. Galindo, 2007).

**Costos indirectos:** Costo de mano de obra indirecta, más materiales indirectos, más gastos generales de producción (A. Villaseñor y E. Galindo, 2007).

**Distribución de planta:** Distribución física de estaciones de trabajo o maquinaria que se agrupan por similitud de proceso o función (A. Villaseñor y E. Galindo, 2007).

**Diagrama de proceso:** Representación gráfica sencilla de todas las operaciones que tiene un proceso de manufactura (R. Barnes, 1979).

**Diagrama de operaciones:** Diagrama de operación que muestra todos los métodos, inspecciones, holguras, materiales que se usan en un proceso de manufactura (R. Barnes, 1979).

**Diagrama de actividades:** Representación gráfica de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras, almacenamiento que ocurren durante el proceso de manufactura (R. Barnes, 1979).

**Diagrama de recorrido:** Diagrama que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el producto (R. Barnes, 1979).

**Diagrama hombre-máquina:** Diagrama que muestra la correlación que existe entre el operario y la máquina en una determinada escala de tiempo (R. Barnes, 1979).

**Diagrama causa-efecto:** Método para definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema (E. Escalante, 2013).

**Diagrama pareto:** Método que se utiliza definir por donde se debe iniciar la mejora (E. Escalante, 2013).

**Diagrama Bimanual:** Cursograma que se consigna las actividades de las manos de operario indicando la relación entre ellas (R. Barnes, 1979).

**Disponibilidad:** Es el tiempo en que un operario o máquina está operativo para iniciar una determinada actividad (collantes, 2005).

**Estudio del trabajo:** Conjunto de técnicas que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos, que influyen en su eficiencia y economía de la situación estudiada (R. Barnes, 1979).

**Especificación técnica:** Documento que describe las características físicas y funcionales de una máquina o de un producto terminado (OIT, 1996 cuarta edición).

**Elemento:** División del trabajo que se puede medir con un cronómetro (OIT, 1996 cuarta edición).

**Esfuerzo:** Voluntad para realizar trabajo productivo mental o manual (OIT, 1996 cuarta edición).



**Porcentaje de utilización de la capacidad:** Razón de la producción real sobre la producción estándar (R. Barnes, 1979).

**Especificación de Trabajo:** Documento que detalla una operación o tarea, el modo indicado de ejecución, la disposición del lugar de trabajo, las características de las máquina (OIT, 1996 cuarta edición).

**Factor humano:** Ciencia del ajuste de la tarea o del lugar de trabajo a las aptitudes y limitaciones del operario (OIT, 1996 cuarta edición).

**Factor de valoración:** Coeficiente por el cual se multiplica el tiempo observado de un elemento para obtener el tiempo básico (R. Barnes, 1979).

**Factor de suplementos:** Pequeñas cantidades de tiempo que se añaden al contenido de trabajo de la tarea para calcular el verdadero tiempo de dicha tarea (R. Barnes, 1979).

**Máquina inyectora:** Activo que se utiliza para fabricar piezas de plástico (P. Arenas, 2014).

**Medición del trabajo:** Aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado para llevar a cabo una tarea definida (OIT, 1996 cuarta edición).

**Mano de obra directa (MOD):** Trabajo que se realiza en cada pieza que hace que ésta avance hasta obtener sus últimas especificaciones (OIT, 1996 cuarta edición).

**Molde de inyección:** Es un conjunto de piezas de forma geométrica en material acero que tiene la forma del producto final de plástico (P. Arenas, 2014).

**Muestreo del trabajo:** Técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de una actividad determinada (R. Barnes, 1979).

**Mejora continua:** Proceso continuo para asegurar la calidad total de una organización (A. Villaseñor y E. Galindo, 2007).

**Operario calificado:** Operario que puede lograr el estándar de desempeño establecido cuando aplica el método prescrito y trabaja a un ritmo estándar (OIT, 1996 cuarta edición).

**Productividad:** Relación de la cantidad producida sobre los recursos utilizados (OIT, 1996 cuarta edición).

**Proceso de inyección:** Gráfica que representa todas actividades que se realiza de todas las áreas involucradas en el proceso de inyección plásticos (P. Arenas, 2014).

**Polímero:** Resina que se utiliza para la fabricación de envases plásticos (P. Arenas, 2014).

**Producto terminado:** Producto final que cumple con los requisitos del cliente (Definición propia).

**Saturación del operario:** Razón del tiempo de marcha del operario sobre el tiempo disponible (OIT, 1996 cuarta edición).

**Saturación de máquina:** Razón del tiempo de marcha de la máquina sobre el tiempo disponible (OIT, 1996 cuarta edición).

**Servicio sincrónico:** Caso ideal en el cual el trabajador y la máquina actúan en un ciclo repetitivo fijo (OIT, 1996 cuarta edición).

**Sistema de calificación Westinghouse:** Método de calificación desarrollado para en Westinghouse Corp., que se basa en cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Tarea Principal:** Tarea en la que un operario dedica la mayor cantidad de sus recursos de atención (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Tiempo estándar:** Valor en unidades de tiempo para realizar una tarea determinada con la aplicación correcta de las técnicas de medición del trabajo por personal calificado (A. Freivalds y B. Niebel, 2014).

**Tiempo observado:** Tiempo elemental de un ciclo que se obtiene ya sea de manera directa o con la resta de observaciones sucesivas (R. Barnes, 1979).

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO

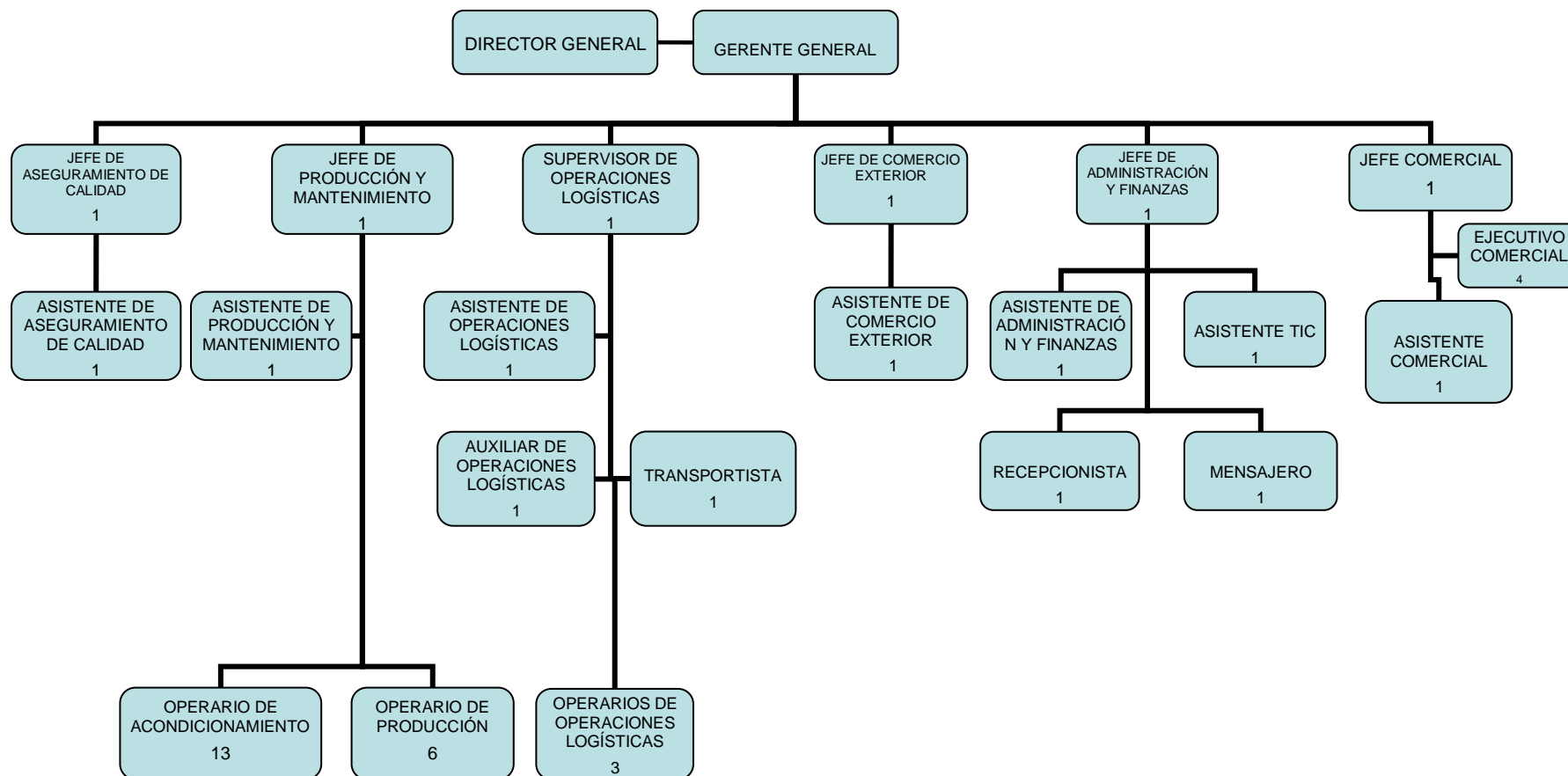
Ciplast Perú S.A.C. es una empresa que ofrece soluciones de empaque a varios sectores del mercado, teniendo entre sus principales clientes: empresas del sector farmacéutico y cosmético.

Los productos que comercializa son: botellas de vidrio de diferentes capacidades, envases de hojalata, atomizadores, dispensadores, envases de aluminio, frascos PET, tapas y sobretapas de plástico, dosificadores (vasitos, jeringas, cucharitas) de diferente tipo de material plástico, precintos de aluminio, potes acrílicos, labiales, etc.

En el proceso productivo de inyección plásticos, los productos que se fabrican localmente son dosificadores vasitos y cucharitas, sobretapas y tapas; los principales de este grupo de productos que tienen mayor participación en cuanto a ventas y tiempo en producción son los dosificadores con el 73% de la producción anual; dentro de los dosificadores las cucharitas tienen una participación del 43% y los vasitos en un 30%; sin embargo, los vasitos otorgan a la compañía mayor margen bruto que el resto de dosificadores con un 40%.

Internamente la organización está compuesta por seis áreas de trabajo, con diferentes funciones y responsabilidades, pero relacionadas entre sí, para obtener resultados que sumen a los objetivos planteados por la organización.

Figura n.º 3-1. Organigrama Funcional – Ciplast Perú S.A.C.



Fuente: Manual de Procesos – Ciplast Perú S.A.C.

La empresa está conformada por el Director y Gerente General, áreas de Aseguramiento de Calidad, Producción y mantenimiento, Operaciones Logísticas, Comercio Exterior, Administración y Finanzas, Comercial; contamos con 45 colaboradores en total.

La política de calidad de la organización es "En CIPLAST brindamos servicio de representación; comercializamos y realizamos servicios de acondicionamiento y selección, de envases de plástico, vidrio, metal, tintas y mantillas.

Nos comprometemos a cumplir con los requisitos de nuestros clientes logrando su satisfacción y los requisitos de las partes interesadas; mediante la capacitación permanente a nuestro personal soportado en los valores y el mantenimiento adecuado de nuestra infraestructura, mejorando continuamente nuestro sistema de gestión de calidad."

*Figura n.º 3-2. Objetivos de Calidad – Ciplast Perú S.A.C.*



*Fuente: Manual de Procesos – Ciplast Perú S.A.C.*

Estos objetivos están soportados por la calidad de nuestro personal y los valores adoptados por la organización como son: Integridad, Vocación de servicio, Compromiso, Excelencia, Creatividad e innovación.

### 3.1. Organización

El área al que se basó dicho estudio, fue el proceso de inyección plásticos la cual cuenta con un jefe de producción, un asistente y seis maquinistas. La función del área de producción Ciplast Perú S.A.C., es producir productos de inyección plásticos que cumplan con los

requisitos solicitados por nuestros clientes internos y externos, en cuanto a calidad, tiempo y a bajos costos.

La responsabilidad del jefe de producción es asegurar la productividad y eficacia en la gestión de la producción, acondicionamiento y mantenimiento, que conlleven a reducir costos en la compañía sin dejar de brindar un buen servicio a nuestros clientes. Entre las principales responsabilidades tenemos:

- Planificar y ejecutar el plan de mantenimiento
- Gestionar y ejecutar el plan de producción inyección y acondicionamiento
- Gestionar los procesos del área
- Supervisar al personal de producción inyección y acondicionamiento
- Velar por el cumplimiento de las políticas de seguridad de la empresa.
- Evaluar e implementar mejoras al proceso para optimizar los recursos que la organización facilita.

Asimismo, las responsabilidades del personal operativo es asegurar que los productos que se fabrica cumplan con las especificaciones técnicas de calidad, salvaguardar los activos de la organización y cumplir con las políticas de seguridad.

### **3.1.1. Proceso de Producción Inyección Plásticos**

El proceso de producción inyección plásticos se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de Ciplast Perú S.A.C. ocupando un área de 117 m<sup>2</sup>, cuenta con 02 máquinas inyectoras de procedencia China, 06 maquinistas en total que están distribuidos 02 en cada turno operando una máquina cada uno; los turnos de trabajo son 03 de lunes a sábado de 08 horas cada uno.

Se cuenta con 08 moldes de inyección que trabajan en intervalos de tiempo con cada una de las máquinas; según, el pedido de venta requerido. Como políticas de Ciplast Perú, nuestra producción de los productos con mayor rotación, en este caso dosificadores, siempre se tiene un stock de seguridad con cobertura de 10 días para evitar desabastecimiento a nuestros clientes que licitan con el estado. Ciplast Perú cuenta con un software ERP llamado Netsuite, que se utiliza para integrar todos los procesos, con la finalidad que los movimientos de inventarios que se realizan de las mercaderías y productos terminados, se registren en los libros contables para un mejor control de los costos de operaciones y producción.

Los productos que se inyectan son los siguientes:

Tabla n.º 3-1. Productos de inyección

Código Ciplast	Descripción	Material	Embalaje X caja	Numero de cavidades del molde
VDS040004	Vasito dosificador modelo B x 15 ml.	Polipropileno Copolímero (PPCI)	1 500 unidades	10
VDS010006	Vasito dosificador modelo C, boca redondeada x 15 ml.	Polipropileno Copolímero (PPCI)	1 500 unidades	10
CHT010001	Cucharita plástica dosificadora x 5 ml	Poliestireno cristal (PS)	5 000 unidades	24
STP020056	Sobretapa verde Sandía Ø 52 mm.	Polipropileno Homopolímero (PPHI) Materbatch verde Sandía.	350 unidades	4
STP020025	Sobretapa verde orgánico Ø 32 mm.	Polipropileno Copolímero (PPCI) Masterbatch verde orgánico.	1 500 unidades	5
TSU010001	Tapa Nipple Head.	Polipropileno Homopolímero (PPHI)	3 000 unidades	12
VDS010005	Vasito dosificador modelo C x 15 ml.	Polipropileno Copolímero (PPCI)	1500 unidades	10
CHT010005	Cucharita plástica dosificadora filo redondeado x 5 ml	Poliestireno cristal (PS)	5000 unidades	14

Fuente: Elaboración propia- Ciplast Perú S.A.C.

La descripción del proceso es el siguiente:

- Inicia con la proyección de ventas anual que envía el área comercial, esta tiene una estructura que indica el cliente, la cantidad de unidades que solicitará mensualmente y el producto que se fabricará; teniendo en cuenta, que este es una variable que depende de factores externos, una de las políticas que se tiene es revisar cada 02 meses la proyección para verificar que este se está cumpliendo, caso contrario, se tiene actualizar con los nuevos datos.

Tabla n.º 3-2. Proyección de ventas Ciplast

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
<b>CHT010001 (cantidad en millares)</b>													
<b>Cliente 1</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	190
<b>Cliente 2</b>	50	200	200	200	250	250	250	250	200	200	150	100	2 300
<b>Cliente 3</b>	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3 600
<b>Cliente 4</b>	1 500	2 000	2 000	2 500	2 500	2 000	2 000	2 500	2 500	2 500	1 500	1 500	25 000
<b>Cliente 5</b>	200	220	220	250	220	250	250	250	250	250	200	200	2 760
<b>Cliente 6</b>	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	220
<b>Cliente 7</b>	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	550
<b>Cliente 8</b>	100	100	100	100	100	100	150	150	100	100	100	100	1 300
<b>Cliente 9</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	240
<b>Cliente 10</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600
<b>Total Mes</b>	2 235	2 955	2 955	3 505	3 525	3 055	3 110	3 610	3 510	3 510	2 410	2 360	36 760

Fuente: Elaboración propia – Ciplast Perú S.A.C.

- b) Se evalúa los requerimientos y se verifica que los productos solicitados se encuentren en stock disponible para venta; si no se cuenta con stock, se analiza la cantidad del producto solicitado y se verifica que se cuente con los recursos necesarios para iniciar producción; si no se cuenta con los materiales, se solicita al área de comex, mediante el registro en el sistema ERP la compra de los materiales.
- c) Luego que se tenga el stock disponible de los materiales, se realiza el plan de producción, asignado a una o varias máquinas el requerimiento.

Figura n.º 3-3. Plan de producción Mensual Ciplast

									MES																													
									dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	
Producto	O/P	Nº PV	Nº OC	Cliente	F. entrega	Cantidad	Disponible	Producción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
VDS040004	2,115.00						685.00	1820																														
		17599		CLIENTE 1	2/01/2017	200.00	485.00																															
		17751		CLIENTE 2	6/01/2017	50.00	435.00																															
		0017372	025-0001450	CLIENTE 3	9/01/2017	300	135.00																															
		0017212	4500035381	CLIENTE 4	13/01/2017	200	635.00																															
		0017751	0000021295	CLIENTE 5	26/01/2017	100	535.00																															
		0017640	0000	CLIENTE 6	31/01/2017	15	520.00																															
		0017415	4700000303	CLIENTE 7	31/01/2017	450	1,190.00																															
		0017806	4700000489	CLIENTE 8	31/01/2017	300	890.00																															
		0015367	LICITACIÓN	CLIENTE 9	31/01/2017	500	390.00																															

Fuente: Elaboración propia – Ciplast Perú S.A.C.

- d) Se lanza una orden de trabajo en el ERP, en donde se especifica el producto los datos del producto terminado: código, descripción, cantidad a producir, número de orden de trabajo (OT); recursos: cantidad y tipo de materia prima, material de empaque, horas de producción, cantidad de MOD, cantidad de indirectos.



Figura n.º 3-4. Orden de Trabajo Ciplast

Orden de Trabajo - NetSuite (CIPLAST)

**Orden de Trabajo**  
**0003565 CONSTRUIDO**

Acciones

**FILIAL:** Ciplast Perú S.A.C.      **ARTICULO TRANSFORMADO:** VASITO DOSIFICADOR MODELO B VDS040004      **OC MAQUILA RELACIONADA:**  
**TRABAJO:**      **CANTIDAD SOLICITADA:** 270.5       **ES MAQUILA?**  
**# OT:** 0003565      **UNIDADES:** MILLAR      **REVISIÓN:**  
**LOCALIDAD:** Ciplast : Para Venta      **CANT.PEDIDO/OTA:** 0  
**FECHA:** 17/2/2017      **CANT.TRANSFORMADA:** 270.5  
**ESTADO:** Construido      **COMENTARIOS:** DEL 01-20/02/17  
 **FIJO**  
 **MARCAR SUBCONJUNTOS COMO FANTASMA**

Articulos		Historial	Flujo de trabajo		DISPONIBLE	CONFIRMADO	USADO EN CONSTRUCCION	PEDIDO EN ESPERA	RENDIMIENTO DE COMPONENTES	CANTIDAD DE LISTA DE MATERIALES	CANTIDAD UNIDADES	NUMEROS DE SERIE/LOTE	COMPROMISO CONFIRMADO	PRIORIDAD DEL PEDIDO	OPCION
POLIPROPILENO COPOLIMERO M25 - BRASKEM (PRINCIPAL VASITO)	MAP010021	PPCIR RP340R MEL,25 SUZANO	600	0	676	0				676	KG				
Mano de obra para Vasito modelo B	MODVDSMB				270.5					270.5					
CAJA P/PRODUCCION, BLANCA, 30X40,5X36CM TIPO B 410C	CJA010015	CAJA PARA PRODUCCION - BLANCA/n	0.29192	0	0.182	0				0.182	MLL				
Depreciacion para vasito modelo B	DEPVDSMB				270.5					270.5					
Luz para vasito modelo B	LUZVDSMB				270.5					270.5					
Agua para vasito modelo B	AGUVDSMB				270.5					270.5					
Alquiler para vasito modelo B	ALQVDSMB				270.5					270.5					
Mano de Obra Indirecto para Vasito	MOIVDSMB				270.5					270.5					
Depreciacion de Maquina para Vasito	DMQVDSMB				270.5					270.5					
Mantenimiento por molde para Vasito	MMLVDSMB				270.5					270.5					
Mantenimiento por maquina para Vasito	MMQVDSMB				270.5					270.5					
Limpieza para Vasito	LIMVDSMB				270.5					270.5					
Seguros Compensatorios para Vasito	SCOVDSMB				270.5					270.5					
Seguros SCTR para Vasito	SCTVDSMB				270.5					270.5					
Depreciacion Instalacion para Vasito	DEIVDSMB				270.5					270.5					
Articulo Despacho-Produccion para Vasito	ADEVDSMB				270.5					270.5					

Acciones

Fuente: ERP Netsuite – Ciplast Perú S.A.C.

- e) Se entrega la OT, formatos de control de producción, etiquetas de identificación, procedimientos e instructivos de producción y seguridad al maquinista de inyección; se solicita los materiales a almacén.
- f) Se enciende la máquina, se espera que llegue a la temperatura ideal, se realiza el montaje del molde de inyección, se limpia la máquina y molde, se ordena el área de trabajo y se realiza las pruebas de funcionamiento.
- g) Se inyecta las primeras muestras para que calidad valide la producción, si todo está conforme, se inicia con la producción.
- h) Se registra las ocurrencias cada hora de trabajo, en cuanto a funcionamiento de molde y máquina, calidad de productos, número de ciclos de la máquina y cantidad de merma.
- i) Si el producto está aprobado por calidad, se ingresa la producción al sistema ERP para que este esté disponible en venta.

Figura n.º 3-5. Construcción Orden de Trabajo Ciplast

1/4/2017 Construccion de OT - NetSuite (CIPLAST)

### Construccion de OT

0006453

Acciones

<p>FILIAL Ciplast Perú S.A.C.</p> <p>ARTICULO A CONSTRUIR VASITO DOSIFICADOR MODELO B VDS040004</p> <p>LOCALIDAD Ciplast : Para Venta</p> <p>FECHA 20/2/2017</p> <p>REF. N° 0006453</p> <p>CANTIDAD 270.5</p> <p>UNIDADES MILLAR</p> <p>NÚMEROS DE LOTE E013517M12</p>	<p>TIPO OPERACION SUNAT Salida a Produccion</p> <p>VALOR CALCULADO 5,407.99</p> <p>CREADO DESDE Orden de Trabajo #0003565</p> <p>CENTRO DE COSTO Producción</p> <p>COMENTARIO VARIOS TURNOS MAQUINA WELLTEC 100 OC MAQUILA RELACIONADA</p> <p>REVISIÓN</p>
--	--

Acciones

COMPONENTE	CANTIDAD	NÚMEROS DE LOS LOTES
POLIPROPILENO COPOLIMERO M25 - BRASKEM (PRINCIPAL VASITO)	676	SPRAF007E(1) SPRAFK047E(675)
Mano de obra para Vasito modelo B	270.5	
CAJA P/PRODUCCION, BLANCA, 30X49.5X36CM TIPO B410C	0.182	5710116467(0.177) 5710129429(0.005)
Depreciacion para vasito modelo B	270.5	
Luz para vasito modelo B	270.5	
Agua para vasito modelo B	270.5	
Alquiler para vasito modelo B	270.5	
Mano de Obra Indirecto para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Depreciacion de Maquina para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Mantenimiento por molde para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Mantenimiento por maquina para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Limpieza para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Seguros Compensatorios para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Seguros SCTR para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Depreciacion Instalacionn para Vasito Dosificador modelo B	270.5	
Articulo Despacho-Produccion para Vasito Dosificador modeloB	270.5	

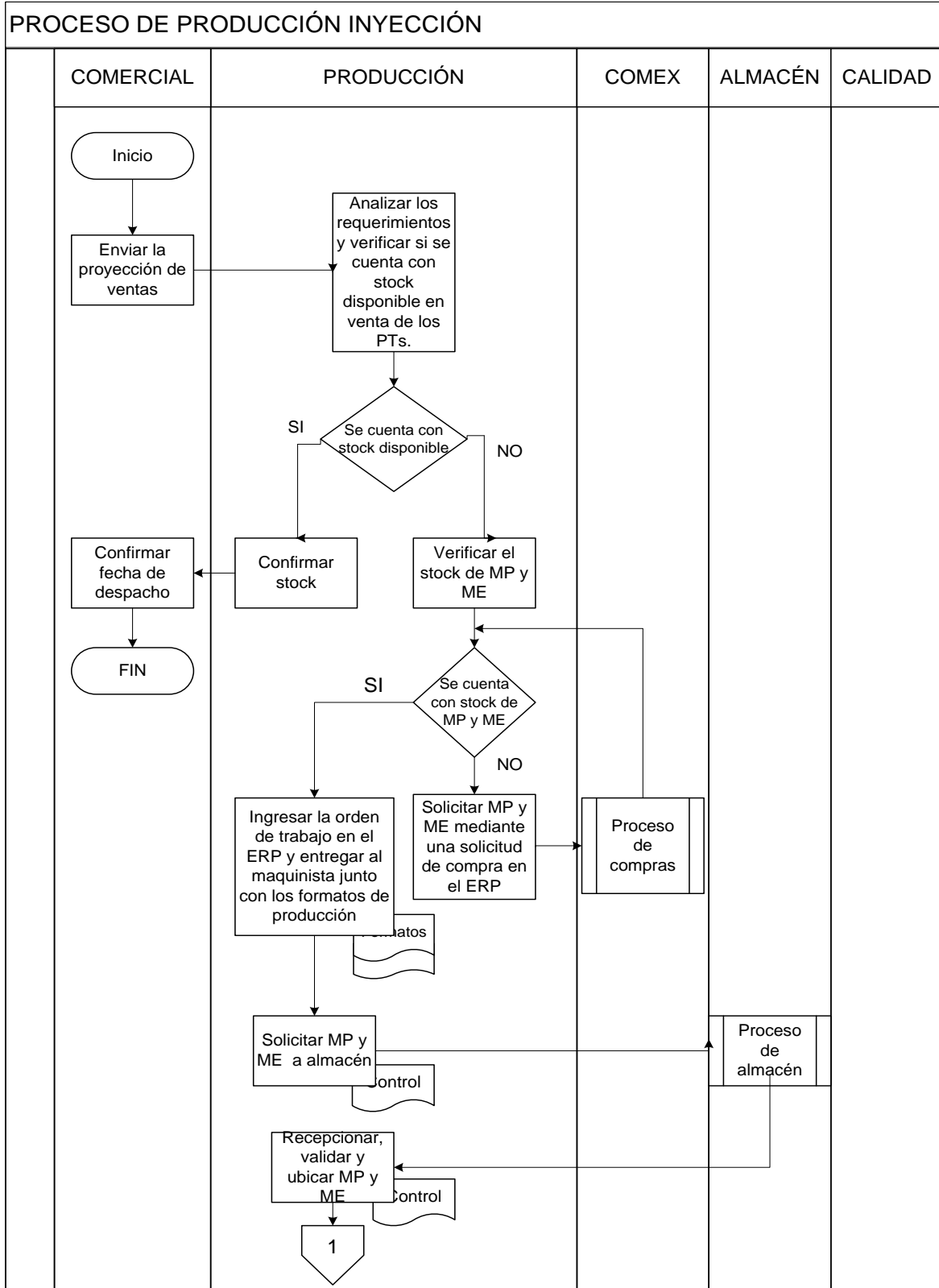
Acciones

Fuente: ERP Netsuite – Ciplast Perú S.A.C.

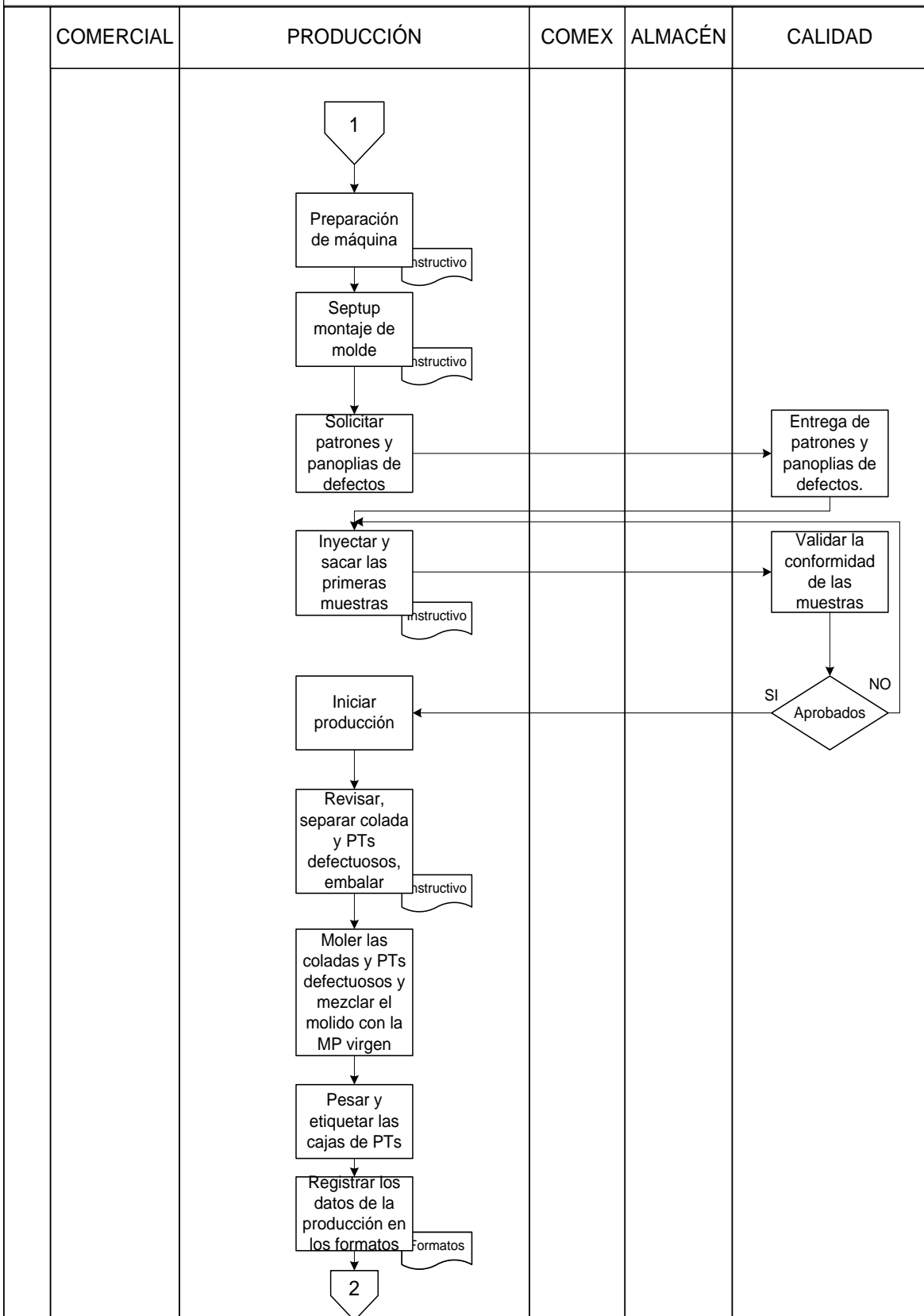
- j) Se completa la orden y se liquida verificando que el consumo de los recursos se haya realizado eficientemente.

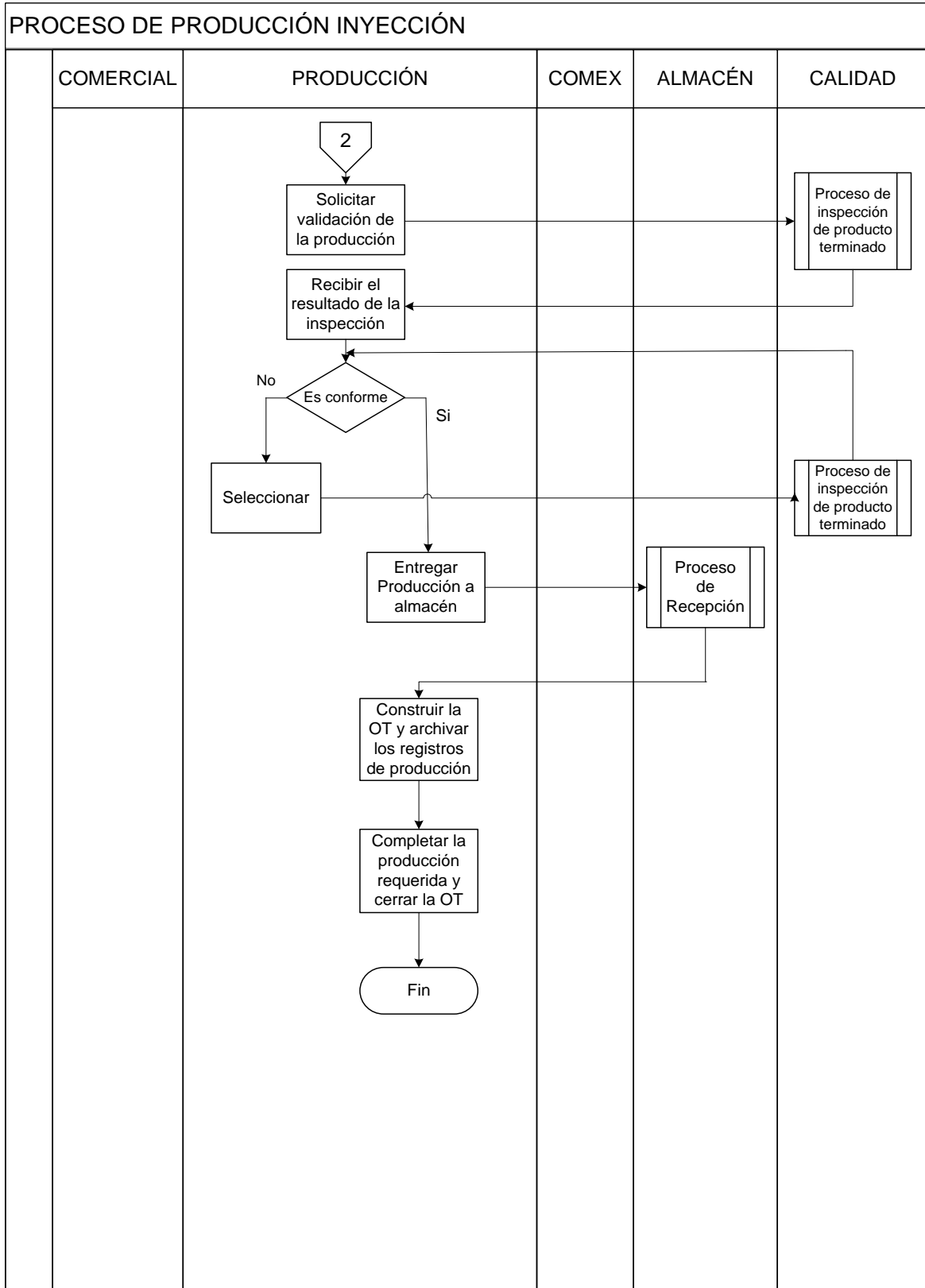
**3.1.2. Diagrama de procesos de inyección plásticos**

*Figura n.º 3-6. Diagrama de proceso de Producción Inyección*



**PROCESO DE PRODUCCIÓN INYECCIÓN**



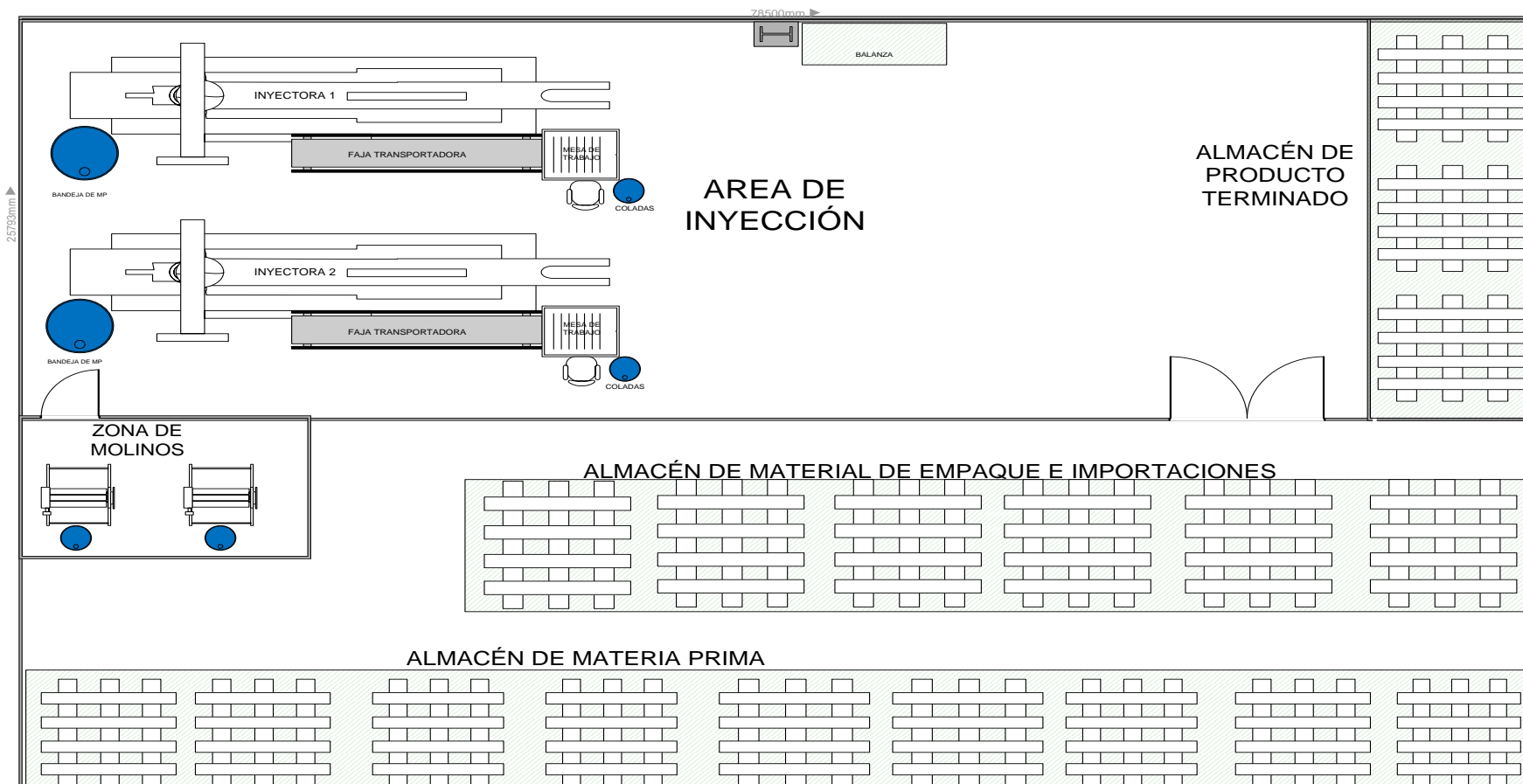


Fuente: Manual de Procesos – Ciplast Perú S.A.C.

Teniendo en cuenta que nuestro objeto de estudio es el proceso productivo de inyección plásticos; solo nos centraremos a las actividades que se realizan dentro del área de inyección, entre el hombre, máquina, material y producto terminado. Se evaluará todos los tiempos que se incurre para solicitar materia prima, material de empaque, traslados desde almacén hasta el área de inyección, abastecimiento de materia prima a las máquinas, el servicio de inspección de los productos terminados en la mesa de trabajo, molienda de las coladas, traslado de material molido hacia el tanque de materia prima, embalajes, traslado del producto terminado al almacén temporal.

### 3.1.3. Layout Actual área de inyección Ciplast Perú S.A.C.

Figura n.º 3-7. Layout Planta de Inyección Ciplast Perú S.A.C.



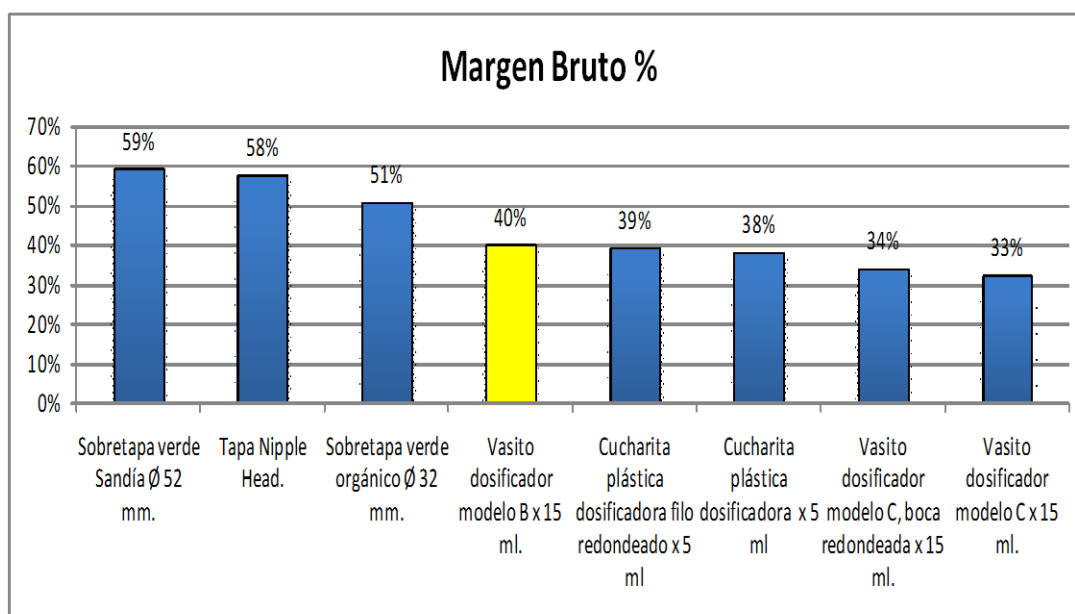
Fuente: Elaboración Propia – Ciplast Perú S.A.C.

### 3.1.4. Definir el producto para el estudio

Para establecer el producto que se será usado en el estudio, vamos a utilizar los datos de las ventas del año 2012, en donde tenemos registrado la cantidad vendida, el precio de venta, el costo de producción y el margen bruto que dejó cada producto, este último dato, será analizado con el fin de determinar cuál de los productos se estudiará en el proceso de fabricación.

Figura n.º 3-8. Ventas anual 2012 – Ciplast

DATOS 2012							
Código	Descripción	Cantidad venta anual (millares)	Precio de venta x millar (S/)	Costo x millar (S/)	Total venta anual (S/)	Total costo anual (S/)	Margen Bruto %
STP020056	Sobretapa verde Sandía Ø 52 mm.	250	278.80	113.30	69700.00	28325.00	59%
TSU010001	Tapa Nipple Head.	13520	36.48	15.36	493209.60	207667.20	58%
STP020025	Sobretapa verde orgánico Ø 32 mm.	320	141.86	69.48	45395.20	22233.60	51%
VDS040004	Vasito dosificador modelo B x 15 ml.	5730	49.20	29.47	281916.00	168863.10	40%
CHT010001	Cucharita plástica dosificadora filo redondeado x 5 ml	28600	28.92	17.55	827112.00	501930.00	39%
CHT010005	Cucharita plástica dosificadora x 5 ml	17200	27.88	17.20	479536.00	295840.00	38%
VDS010006	Vasito dosificador modelo C, boca redondeada x 15 ml.	4965	42.69	28.10	211955.85	139516.50	34%
VDS010005	Vasito dosificador modelo C x 15 ml.	6500	43.30	29.20	281450.00	189800.00	33%



Fuente: Elaboración propia

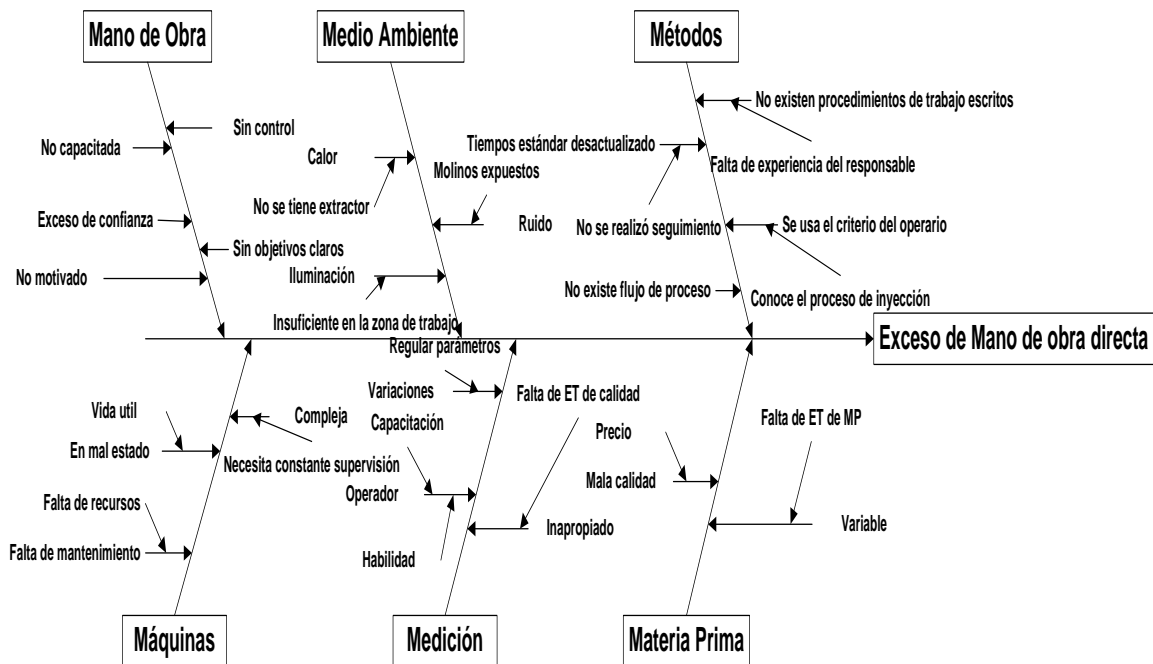


En la figura 3-9 nos muestra la comparación del margen bruto que deja cada producto terminado al finalizar el periodo 2012; esta información fue utilizada para determinar que producto se tomará de referencia para realizar el estudio, teniendo en cuenta que el proceso de inyección es el mismo para todos los productos. El resultado del análisis nos indicó que deberíamos estudiar la fabricación del artículo STP020056 Sobretapa verde sandía Ø 52 mm., porque dejaba a la compañía 59% de margen anual; sin embargo, en ese momento, los tres primeros productos estaban en un proceso de negociación con el cliente, ya que desde hace varios meses no se tenía órdenes de compra; debido a esta circunstancia, se decidió estudiar el código VDS040004 Vasito dosificador modelo B x 15 ml; asimismo, había el otro factor que lo volvía más importante para el estudio, es que se tenía proyectos para que el vasito modelo B pase a reemplazar el 50% de las ventas de las cucharitas.

### 3.1.5. Diagrama Causa-Efecto del proceso de fabricación del vasito modelo B

Después de haber definido el producto, se debe establecer las variables que se estudiarán para reducir la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos; para esto, utilizaremos la herramienta causa-efecto para analizar las diferentes variables; esta herramienta es conocida como el diagrama Ishikawa o espina de pescado, que mediante una lluvia de ideas se puede establecer las causas de un determinado defecto o problema.

Figura n.º 3-9. Diagrama Causa- Efecto Proceso de inyección



Fuente: Elaboración Propia – Ciplast Perú S.A.C.

Como podemos observar en la figura 3-9, en la mayoría de la causas por el cual se estaba usando la mano de obra directa ineficientemente, eran por falta de gestión de la producción; el responsable del área con la alta dirección, tenían que haber establecido políticas claras para que periódicamente apliquen mecanismos de control de la producción, no solo, sobre la eficiencia, sino, también con la productividad, métodos de trabajo, programa de capacitación del personal, programa de mantenimiento preventivo, estudios para establecer la materia prima adecuada, herramientas necesarias para que el operario produzca productos de alta calidad, ambientes de trabajo seguro y confortables; todo lo mencionado, se puede lograr con el estudio objetivo de la medición del trabajo, en donde su implementación sería la entrada para estandarizar el proceso productivo y dejar siempre una puerta abierta a la mejora continua.

A continuación describimos las principales causas encontradas por el cual se usa ineficientemente la mano de obra directa en el proceso productivo de inyección plásticos:

#### **3.1.5.1. Métodos**

Se evidenció que anteriormente habían establecido el tiempo estándar de la producción, tomando en cuenta solo el ciclo de máquina; sin embargo, este en el tiempo no fue actualizado, debido a que hubo factores como por ejemplo la fabricación de un molde con mayor cantidad de cavidades que aumentó la producción por hora; asimismo, se observó, que no se tiene procedimientos ni instructivos de trabajo escritos en el proceso productivo, el operario no tiene una única forma de realizar sus actividades y estas las cambia según su estado de ánimo. El jefe de producción no tiene experiencia en procesos de producción plásticos, es especialista en operaciones logísticas; pero por tener la confianza de la alta dirección, le ofrecieron el puesto para que reemplace temporalmente al jefe anterior; sin embargo, al no conocer el proceso, y al no tener el tiempo suficiente ya que tiene doble función, no logró levantar un diagrama de flujo para observar la interacción del área de inyección con las otras áreas de la organización.

Es importante mencionar que para mejorar un proceso, se tiene que conocer la secuencia de las actividades del objeto de estudio; las operaciones, los elementos debidamente delimitados, los recursos necesarios para inicio de producción, etc.

#### **3.1.5.2. Medio Ambiente**

Los operarios comunicaron que en la estación de verano, el calor que se siente dentro de las instalaciones de producción, es excesivo; se tiene un aire acondicionado de 48000BTU/Hora, pero no está en funcionamiento; asimismo, se observa que no se cuenta con extractores de aire, para retirar el aire caliente del ambiente; este problema del calor excesivo, hace que los

productos terminados que se extraen del molde, se deformen durante el proceso de revisión en la mesa de trabajo, por tal motivo, el tiempo de ciclo de la máquina, se extiende a un 18% más para evitar la deformación; para el caso del ruido que supera los 70 db, es ocasionado por el funcionamiento de los molinos, la zona en donde están ubicadas, no tiene puerta; ocasionando que el ruido se amplifique hacia la zona de las inyectoras; se revisa los controles de asistencia y se observa que se tiene alta rotación del personal por problemas de salud.

#### **3.1.5.3. Mano de obra**

El personal operativo tiene conocimiento del proceso de inyección, porque han laborado en otras compañías como operarios de producción, pero el puesto que han ocupado fue de apoyos de los maquinistas, aun no tienen la capacidad para regular las máquinas y solucionar cualquier tipo de problema en el producto terminado; asimismo, al no tener instrucciones de trabajo definidas, sus actividades la realizan de acuerdo a la secuencia que ellos crean conveniente; en muchos casos, se observa al personal haciendo otras actividades que no están relacionadas al trabajo, hasta tener la cantidad mínima para iniciar con la revisión de los productos terminado en la mesa de trabajo.

#### **3.1.5.4. Máquina**

Se tiene 02 máquinas inyectoras y equipos auxiliares de origen China; el tiempo de funcionamiento de estos son 7 años; por las continuas fallas, necesita que el operario esté siempre pendiente para solucionar cualquier falla que se presente; se observa que no se cuenta con registros actualizados de los mantenimientos preventivos; las máquinas siempre están en funcionamiento y el ciclo de trabajo están en función a ellas.

#### **3.1.5.5. Medición**

Dentro de sus actividades principales del operario, está la revisión del producto terminado en la mesa de trabajo; se observa que existen demoras para definir la calidad del producto terminado, esto porque no cuentan con patrones ni planchales defectos para consultar alguna duda que se presente en el proceso.

#### **3.1.5.6. Materia Prima**

Se observa que la materia prima usada en el proceso de producción no es de buena calidad, en el producto terminado se aprecia gran cantidad de puntos negros impregnados en el cuerpo del producto, esto se debe a que la materia prima virgen tiene presencia de exceso de polvillo; se evidencia que la materia prima no pasó por una homologación en producción para observar su comportamiento en el proceso.

Luego de haber analizado todas las posibles causas por el cual se usa ineficientemente el recurso mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos; se presenta un informe a gerencia general para que invierta en las mejoras que se debe realizar con el equipo de aire acondicionado, puerta de la zona de molinos, mantenimiento de maquinaria y equipos, cambio de materia prima, en este último, se homologó un proveedor que comercializaba la materia prima adecuada para la fabricación de vasitos; el objetivo de esta primera parte de las mejoras, fue para que los operarios estén convencidos que el estudio que se realizará en el proceso productivo tiene como finalidad buscar el beneficio para ellos mismos.

Después de la ejecución de la mejora que no forma parte del estudio de tiempos, se inicia, con apoyo de los operarios, a levantar la información del proceso productivo, tomando de referencia la fabricación del vasito modelo B.

### **3.2. Actividades realizadas**

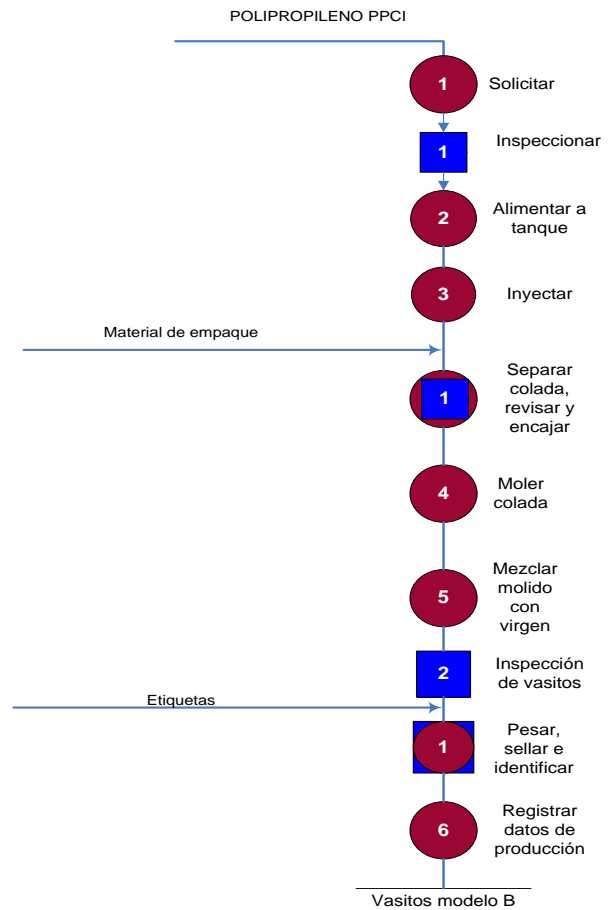
Ante la necesidad de Ciplast Perú S.A.C. de mejorar el uso de la mano de obra directa en el proceso productivo de inyección plásticos, iniciaré el estudio recopilando información del proceso de fabricación del vasito modelo B, utilizando las herramientas de ingeniería industrial, como son: diagrama de actividades, diagrama de operaciones, diagrama hombre-máquina, diagrama de recorrido, diagrama bimanual; con estas herramientas de registro podré determinar las mejoras que se requieren para optimizar el uso de la mano de obra directa.

Para iniciar con el proceso del estudio, se diseñará los diagramas de operaciones, actividades y recorrido para identificar las secuencias del proceso de fabricación del vasito modelo B; esta se realizará con apoyo de un operario calificado del proceso productivo.

### 3.2.1. Diagrama de Operaciones de la fabricación del vasito modelo B

Figura n.º 3-10. Diagrama de Operaciones de fabricación de vasitos modelo B

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO FABRICACIÓN DE VASITOS MODELO B



RESUMEN	
Actividad	Número
	6
	2
	1
	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

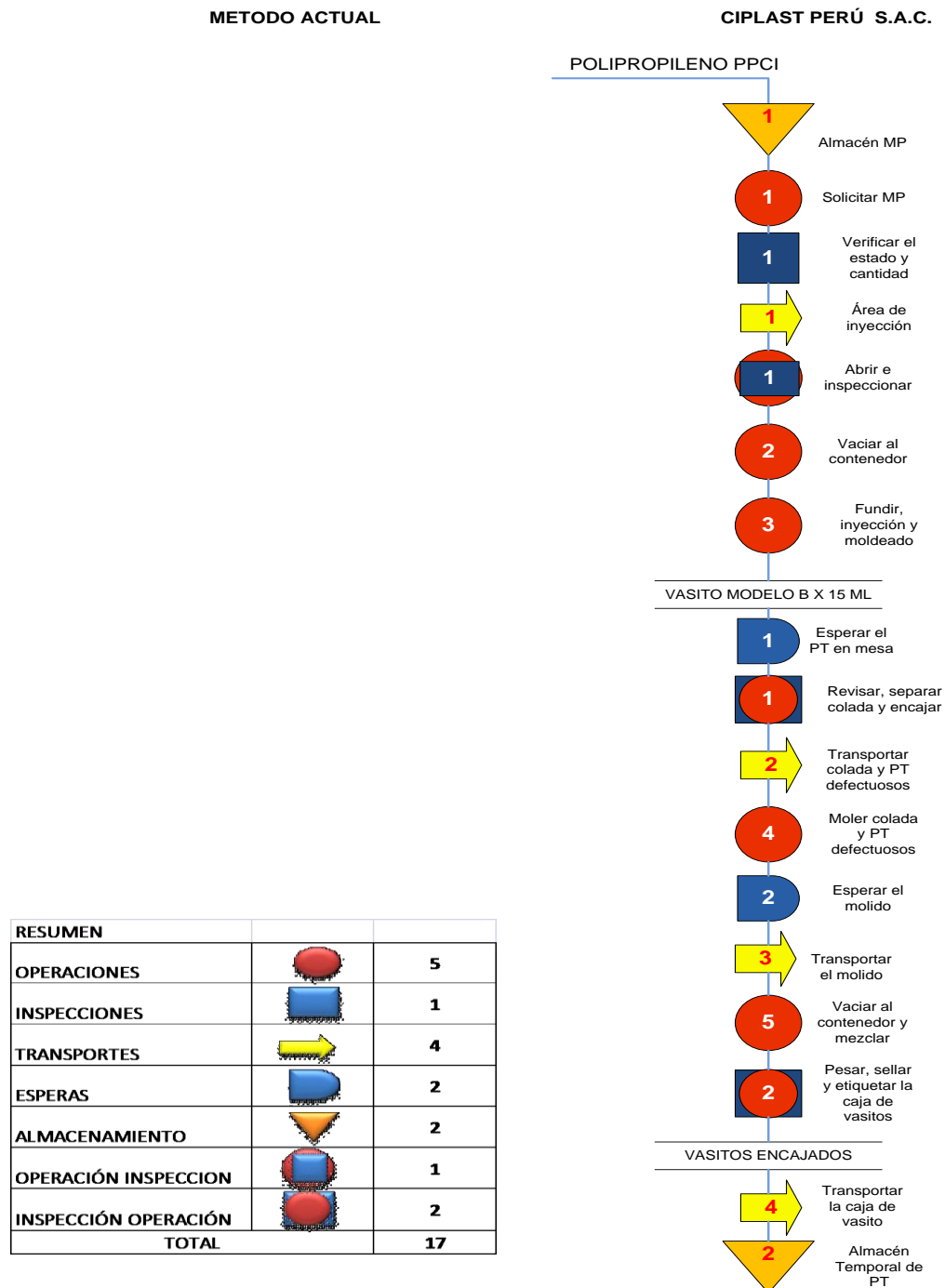
Fuente: Elaboración propia – Ciplast Perú S.A.C.

### 3.2.2. Diagrama de Actividades del proceso de Inyección Vasito modelo B

Después de haber determinado el producto que será usado para el estudio, presentamos el diagrama de actividades de la fabricación de vasitos modelo B.

Figura n.º 3-11. Diagrama Actividades de Proceso de fabricación de vasitos B

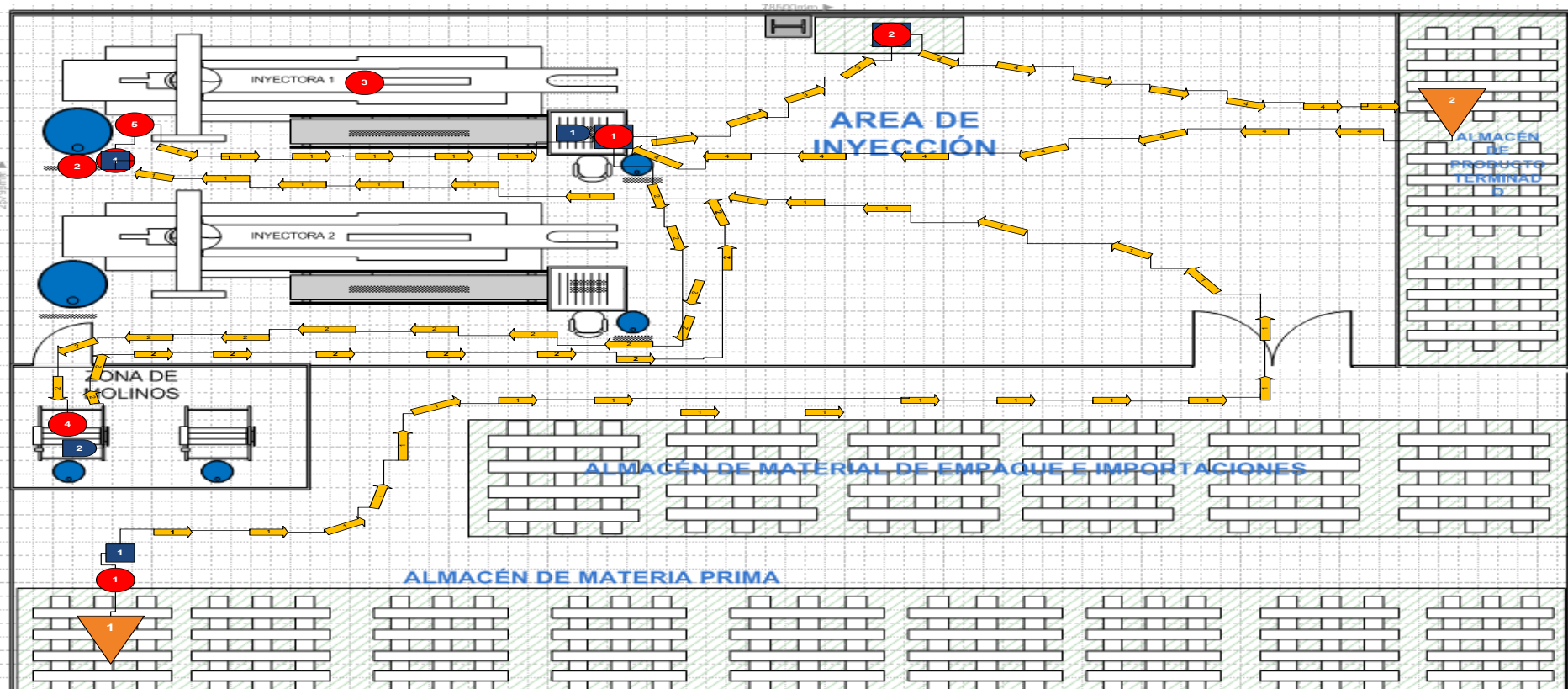
#### DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN VASITO MODELO B



Fuente: Elaboración Propia – Ciplast Perú S.A.C.

### 3.2.3. Diagrama de recorrido Actual del Proceso de fabricación de vasito modelo B

Figura n.º 3-12. Diagrama de Recorrido de fabricación de vasitos modelo B



Fuente: Elaboración propia – Ciplast Perú S.A.C.

### 3.2.4. Definir el número de observaciones para el estudio

Antes de establecer el número de observaciones necesarias para el estudio, se tiene que clasificar cada operación que será cronometrada, tomando de referencia el diagrama de actividades, en donde se observa todas secuencias que el operario realiza en el proceso productivo para producir una determinada cantidad de vasitos modelo B; asimismo, para evitar confusión de los límites de cada operación, a continuación definiré el alcance de cada objeto de estudio:

#### 3.2.4.1. Alcance inicial de las operaciones para estudio preliminar

Teniendo en cuenta que el estudio está enfocado a las actividades que realiza el operario dentro del proceso productivo, se estudiará preliminarmente 05 operaciones que componen el tiempo de ciclo para producir una determinada cantidad de vasitos modelo B; se está considerando en el tiempo de cada operación el tiempo de recorrido que realiza el operario para terminar la misma e iniciar con la siguiente operación:

- a) Inspeccionar: Considera el tiempo que el operario espera los PTs y selecciona los mismo en la mesa de trabajo, en donde separa las unidades defectuosas, las coladas y encaja las unidades buenas.
- b) Moler: Considera el tiempo del operario para trasladar un recipiente con colada y vasitos defectuosos desde la mesa de trabajo hasta la zona de molinos; asimismo, se incluye el tiempo de molienda.
- c) Mezclar: Considera el tiempo del operario que traslada el material molido desde la zona del molino hasta la bandeja de materia prima de la máquina; asimismo, considera el tiempo de mezclar el molido con el material virgen y el tiempo de recorrido para regresar a la mesa de trabajo.
- d) Pesar: Considera el tiempo del operario que traslada una caja de producto terminado (PT) desde la mesa de trabajo hasta la zona de balanza, el tiempo de pesaje, sellado con cinta de embalaje y la colocación de la etiqueta de identificación.
- e) Almacenar: Considera el tiempo del operario que traslada una caja de producto terminado desde la zona de balanza hasta el almacén temporal, el tiempo de apilamiento, y el tiempo de regreso hasta la mesa de trabajo.

La definición presentada anteriormente, obedece únicamente para la medición preliminar de los tiempos que necesitamos para calcular el número de observaciones del estudio. Cuando se tenga los tiempos definidos de cada etapa de la fabricación del vasito modelo B, que se encuentran graficados en el diagrama de actividades, se evaluará individualmente cada símbolo para buscar simplificar o eliminar los transportes o demoras del proceso.



### 3.2.4.2. Cálculo del número de observaciones

Arbitrariamente se realizará 14 observaciones preliminares, tomando de referencia el desempeño del operario en todo el proceso de fabricación de una caja de vasitos modelo B, que contiene 1500 unidades, embalados a granel.

Para determinar el horario de la medición, se utilizará la tabla de número aleatorios; esta se realizará 02 veces al día, de lunes a viernes; es importante indicar que el estudio se realizará cuando se esté produciendo el vasito modelo B.

*Tabla n.º 3-3. Horario de la medición preliminar*

Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
8.59	12.53	13.41	15.33	13.01	16.14	7.44	6.47	8.07	15.48
6.44	13.55	7.52	14.40						

*Fuente: Elaboración propia*

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

*Tabla n.º 3-4. Tiempos observados del operario en la fabricación del vasito modelo B*

Nº Observaciones	Actividades					Total
	Inspeccionar	Moler	Mezclar	Pesar	Almacenar	
1	21.40	1.34	0.44	0.54	0.33	25.25
2	20.18	1.37	0.46	0.52	0.25	23.58
3	19.58	1.39	0.43	0.56	0.33	23.49
4	20.22	1.33	0.44	0.57	0.26	24.02
5	21.03	1.42	0.46	0.54	0.26	24.51
6	22.05	2.05	0.48	0.55	0.33	26.26
7	20.17	1.35	0.45	0.59	0.25	24.01
8	22.14	1.39	0.52	0.52	0.26	26.03
9	21.53	2.07	0.47	0.53	0.24	26.04
10	22.38	1.43	0.46	0.55	0.35	26.37
11	20.08	1.55	0.49	0.55	0.29	24.16
12	21.42	1.42	0.48	0.57	0.27	25.36
13	22.08	1.44	0.46	0.56	0.26	26.00
14	21.42	1.41	0.45	0.58	0.29	25.35
Promedio	21.18	1.44	0.46	0.55	0.28	25.12

*Fuente: Elaboración propia*

Después de haber obtenido las lecturas de las observaciones, se tiene que calcular las observaciones requeridas para el estudio por cada actividad.

Tabla n.º 3-5. Análisis del estudio de tiempos de la actividad "Inspeccionar"

Nº Observaciones	$x$	$x^2$
1	21.40	457.96
2	20.18	407.23
3	19.58	383.38
4	20.22	408.85
5	21.03	442.26
6	22.05	486.20
7	20.17	406.83
8	22.14	490.18
9	21.53	463.54
10	22.38	500.86
11	20.08	403.21
12	21.42	458.82
13	22.08	487.53
14	21.42	458.82
Suma	295.68	6255.66

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del número de observaciones requeridas para el estudio de la actividad "Inspeccionar"

La fórmula que se utilizará para encontrar el número de observaciones en un nivel de confianza de 95.45% y un error de 5% será el siguiente:

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Reemplazamos los valores

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{14(6255.66) - 295.68^2}}{295.68} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{87579.24 - 87426.66}}{295.68} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{152.58}}{295.68} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{494.09}{295.68} \right)^2$$

$$N' = 2.79 \approx 3 \text{ observaciones}$$

Tabla n.º 3-6. Análisis del estudio de tiempos de la actividad "Moler"

Nº Observaciones	$x$	$x^2$
1	1.34	1.80
2	1.37	1.88
3	1.39	1.93
4	1.33	1.77
5	1.42	2.02
6	2.05	4.20
7	1.35	1.82
8	1.39	1.93
9	2.07	4.28
10	1.43	2.04
11	1.55	2.40
12	1.42	2.02
13	1.44	2.07
14	1.41	1.99
Suma	20.96	32.16

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del número de observaciones requeridas para el estudio de la actividad "Moler"

La fórmula que se utilizará para encontrar el número de observaciones en un nivel de confianza de 95% y un error de 5% será el siguiente:

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Reemplazamos los valores

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{14(32.16) - 20.96^2}}{20.96} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{450.20 - 439.32}}{20.96} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{10.88}}{20.96} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{131.95}{20.96} \right)^2$$

$$N' = 39.63 \approx 40 \text{ observaciones}$$

Tabla n.º 3-7. Análisis del estudio de tiempos de la actividad "Mezclar"

Nº Observaciones	$x$	$x^2$
1	0.44	0.19
2	0.46	0.21
3	0.43	0.18
4	0.44	0.19
5	0.46	0.21
6	0.48	0.23
7	0.45	0.20
8	0.52	0.27
9	0.47	0.22
10	0.46	0.21
11	0.49	0.24
12	0.48	0.23
13	0.46	0.21
14	0.45	0.20
Suma	6.49	3.02

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del número de observaciones requeridas para el estudio de la actividad "Mezclar"

La fórmula que se utilizará para encontrar el número de observaciones en un nivel de confianza de 95% y un error de 5% será el siguiente:

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Reemplazamos los valores

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{14(3.02) - 6.49^2}}{6.49} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{42.22 - 42.12}}{6.49} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{0.10}}{6.49} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{12.63}{6.49} \right)^2$$

$$N' = 3.79 \approx 4 \text{ observaciones}$$

Tabla n.º 3-8. Análisis del estudio de tiempos de la actividad "Pesar"

Nº Observaciones	$x$	$x^2$
1	0.54	0.29
2	0.52	0.27
3	0.56	0.31
4	0.57	0.32
5	0.54	0.29
6	0.55	0.30
7	0.59	0.35
8	0.52	0.27
9	0.53	0.28
10	0.55	0.30
11	0.55	0.30
12	0.57	0.32
13	0.56	0.31
14	0.58	0.34
Suma	7.73	4.27

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del número de observaciones requeridas para el estudio de la actividad "Pesar"

La fórmula que se utilizará para encontrar el número de observaciones en un nivel de confianza de 95% y un error de 5% será el siguiente:

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Reemplazamos los valores

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{14(4.27) - 7.73^2}}{7.73} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{59.83 - 59.75}}{7.73} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{0.08}}{7.73} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{11.43}{7.73} \right)^2$$

$$N' = 2.19 \approx 3 \text{ observaciones}$$

Tabla n.º 3-9. Análisis del estudio de tiempos de la actividad "Almacenar"

Nº Observaciones	$x$	$x^2$
1	0.33	0.11
2	0.25	0.06
3	0.33	0.11
4	0.26	0.07
5	0.26	0.07
6	0.33	0.11
7	0.25	0.06
8	0.26	0.07
9	0.24	0.06
10	0.35	0.12
11	0.29	0.08
12	0.27	0.07
13	0.26	0.07
14	0.29	0.08
Suma	3.97	1.14

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del número de observaciones requeridas para el estudio de la actividad "Almacenar"

La fórmula que se utilizará para encontrar el número de observaciones en un nivel de confianza de 95% y un error de 5% será el siguiente:

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Reemplazamos los valores

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{14(1.14) - 3.97^2}}{3.97} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{16.01 - 15.76}}{3.97} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{0.25}}{3.97} \right)^2$$

$$N' = \left( \frac{19.81}{3.97} \right)^2$$

$$N' = 24.90 \approx 25 \text{ observaciones}$$

Ahora ya tenemos los números de observaciones que se requiere para cada actividad del operario, según el resumen que se presenta a continuación:

*Tabla n.º 3-10. Resumen de las observaciones requeridas para el estudio*

Nº Observaciones	Actividades				
	Inspeccionar	Moler	Mezclar	Pesar	Almacenar
$\bar{x}$	21.18	1.44	0.46	0.55	0.28
$\sum x$	295.68	20.96	6.49	7.73	3.97
$\sum x^2$	6255.66	32.16	3.02	4.27	1.14
$N'$	3	40	4	3	25

*Fuente: Elaboración propia*

Según los cálculos realizados a un nivel de confianza del 95% y un error permitido del 5%, utilizaremos el valor más alto de todos los resultados, en este caso, para el estudio utilizaremos 40 observaciones para todas las actividades que el operario realiza dentro de las instalaciones del área de inyección, en el proceso de inyección plásticos.








**Nota:** En los cálculos realizados, todas las operaciones se realizaron con los números enteros y todos sus decimales; sin embargo, para registrarlo en las tablas solo se consideró 02 decimales; es probable que si el lector, comprueba los cálculos con los valores registrados, obtenga un resultado diferente.








### 3.2.5. Tiempo observado del proceso de fabricación de vasitos modelo B

Luego de haber calculado el número necesario de observaciones para el estudio del trabajo; empleamos el mismo método que para el estudio preliminar: se escogió al azar los 02 horarios diarios para la medición, utilizando la tabla de números aleatorios; se utilizó los formatos prediseñados para la recopilación y análisis de datos de las 40 observaciones, tomando de referencia el ciclo de trabajo para fabricar una cajas de 1500 unidades; el cronometraje que se empleó fue vuelta a cero para todas secuencias del proceso de fabricación que relaciona al operario, máquina, material y producto terminado.

Después de haber analizado los datos, se logró obtener el resumen de un ciclo de trabajo; luego con estos datos hallaremos el tiempo de ciclo estándar para la fabricación de una caja de vasitos.

Figura n.º 3-13. Registro de medición de tiempos para un ciclo de trabajo

CIPLAST		Método			DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO				
		Actual	Propuesto		Resumen: Tiempo de ciclo u observado de la fabricación de una caja de vasitos modelo B				
Actividad:	Carga, descarga, selección, molienda, embalaje y almacenamiento	Empezar	07:00	Terminar	15:15	Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Objeto	Vasitos Dosificadores modelo B 15 ml	Operario	Material	Equipo		Operación		2	
Lugar	Area de inyección					Transporte		6	
Operario (s)	Walter Zurita					Espera		3	
Elaborado por	Henry Gastelo	Fecha	19/10/2013			Inspección		0	
Aprobado por		Fecha				Almacenamiento		1	
						Operación e inspección		0	
						Inspección y operación		3	
						Distancia (m)		45,46	
						Tiempo (min-hombre)		26,09	

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	V.A	Símbolo							Observaciones	
													
En almacén de MP y ME													
Solicitar MP y ME en el almacén			1.11										El operario busca al almacenero
Verifica el estado de la MP y ME			1.00										Bolsas selladas y pesadas, cajas limpias
Traslado de la MP y ME desde almacén hasta inyección	200 kilos	23	1.42										En estoca
Corta las bolsas de MP validar el estado de la resina			0.42										Se verifica que no esté contaminada
Cargar la MP en el contenedor de la máquina			0.41										
Amar cajas			9.55										Las cajas están desarmadas
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			6.80										Se realiza en la misma mesa de trabajo
Trasladar coladas y PTs malos	1.14 kilos	12.23	0.12										El operario traslada un recipiente hasta la zona de molinos
Moler colada y PTs malos			1.20										
Esperar molido			0.20										
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	1.12 kilos	16.23	0.24										
mezclar molido con MP virgen			0.20										El operario mezcla en el contenedor de la máquina
Trasladarse hasta la mesa de trabajo		4	0.05										
Esperar PT para seleccionar			5.00										
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			2.45										
Trasladar caja a zona de pesaje	4.49 kilos	3	0.06										
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs			0.52										
Trasladar la caja de PTs a la zona de almacenaje	4.49 kilos	4	0.05										
Almacenar caja			0.12										
Trasladarse hasta la mesa de trabajo		6	0.08										
Esperar PT para seleccionar			5.00										
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			4.25										
Trasladar coladas y PTs malos	1.18 kilos	12.23	0.14										
Moler colada y PTs malos			1.22										
Esperar molido			0.31										
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	1.15 kilos	16.23	0.25										
mezclar molido con MP virgen			0.20										
Trasladarse hasta la mesa de trabajo		4	0.05										
Esperar PT para seleccionar			6.25										
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			5.90										
Trasladar caja a zona de pesaje	4.49 kilos	3	0.07										
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs			0.55										
Trasladar la caja de PTs a la zona de almacenaje	4.49 kilos	4	0.05										
Almacenar caja			0.12										
Trasladarse hasta la mesa de trabajo		6	0.09										

Fuente: Elaboración propia – Ciplast Perú S.A.C



En la figura 3-13, se muestra el promedio de las mediciones realizadas al ciclo de trabajo para fabricar una caja de vasitos modelo B de 1500 unidades. El tiempo de ciclo obtenido, encerrado con línea roja, se encuentra ubicado fuera de las primeras horas de trabajo, debido que el inicio tiene actividades que solo se realizan una sola vez en todo el turno. En la descripción de cada actividad que realiza el operario, está registrada la secuencia completa del ciclo de trabajo con sus respectivas mediciones individuales; asimismo, se registró la distancia recorrida y la cantidad de material que transporta. Como mi objetivo es reducir la mano de obra directa, voy a emplear las herramientas de ingeniería industrial, para analizar los transportes y demoras, con el fin de plantear alguna alternativa de mejora para minimizarla o eliminarla; por otro lado, también analizaré la actividad inspección y operación de operario en la mesa de trabajo.

### 3.2.5.1. Tiempo estándar del ciclo de trabajo observado

Al tener los datos analizados del promedio de lecturas de las mediciones del ciclo de trabajo para fabricar una caja de vasitos modelo B de 1500 unidades, tenemos de hallar el tiempo estándar de las actividades del operario. La fórmula que utilizaremos será el siguiente:

$$T_s = (\text{Tiempo observado}(t_o) \times \text{factor de valoración}(F_v) \times (1 + \text{frecuencia}(f)) \times (1 + \text{factor de suplementos}(f_s))$$

Teniendo en cuenta que el ciclo de trabajo es la sumatoria de los tiempos que incurre el operario en el proceso productivo, vamos a resumir el tiempo de ciclo observado.

*Tabla n.º 3-11. Resumen del tiempo de ciclo observado*

Descripción de la actividad	Tiempo (minutos)
Esperar PTs para seleccionar	11.25
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	10.19
Trasladar coladas y PTs malos	0.14
Moler colada y PTs malos	1.22
Esperar molido	0.31
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	0.25
Mezclar molido con MP virgen	0.2
Trasladarse hasta la mesa de trabajo	0.14
Trasladar caja del PTs a zona de pesaje	0.07
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs	0.55
Trasladar la caja de PTs a la zona de almacenaje	0.05
Almacenar caja	0.12
Total ciclo observado	26.09

*Fuente: Elaboración propia*

Definimos el valor del factor de valoración, utilizando la tabla de factores de Westinghouse:

*Tabla n.º 3-12. Factor de valoración para el tiempo de ciclo actual*

Factor de valoración	Valor del factor	Desempeño
Habilidad	+0.06	Bueno
Esfuerzo	+ 0.05	Bueno
Condiciones	0.00	Media
Consistencia	+0.03	Excelente
Total factor de valoración	+0.14	

*Fuente: Elaboración propia*

Ahora definimos el valor del factor de suplementos, utilizamos la tabla sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos básicos:

*Tabla n.º 3-13. Factor de suplementos para el tiempo de ciclo actual*

Factor de suplemento	Valor del factor
Suplementos constantes hombre	9%
Tensión visual por trabajo de precisión	2%
Tensión auditiva ruido intermitente y fuerte	2%
Suplementos por trabajar de pie	2%
Total factor de suplementos	15%

*Fuente: Elaboración propia*

Para el caso del factor de frecuencia, se utilizará el valor 1, porque las actividades siempre se repiten.

Reemplazamos valores para hallar el tiempo de ciclo estándar para cada elemento.

*Tabla n.º 3-14. Resumen del tiempo de ciclo observado*

Descripción de la actividad	Tiempo (minutos)	$F_v$	$F_c$	$f$	$T_s$
Esperar PTs para seleccionar	11.25	1.14	1.15	1	14.58
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	10.19	1.14	1.15	1	13.32
Trasladar coladas y PTs malos	0.14	1.14	1.15	1	0.18
Moler colada y PTs malos	1.22	1.14	1.15	1	1.48
Esperar molido	0.31	1.14	1.15	1	0.41
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	0.25	1.14	1.15	1	0.33
Mezclar molido con MP virgen	0.2	1.14	1.15	1	0.26
Trasladarse hasta la mesa de trabajo	0.14	1.14	1.15	1	0.18
Trasladar caja del PTs a zona de pesaje	0.07	1.14	1.15	1	0.09
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs	0.55	1.14	1.15	1	1.12
Trasladar la caja de PTs a la zona de almacenaje	0.05	1.14	1.15	1	0.07

Almacenar caja	0.12	1.14	1.15	1	0.16
Total ciclo observado	26.09				

Fuente: *Elaboración propia*

El tiempo estándar total para el ciclo completo es:

$$T_s = (26.09 \times (1 + 0.14) \times (1)) \times (1 + 0.15)$$

$$s = 34.17 \text{ minutos}$$

Por lo tanto,

El tiempo de ciclo estándar actual del operario para producir una caja de vasitos modelo B que contiene 1500 unidades es de 34.17 minutos (0.57 horas).

Ahora hallamos la producción del operario x día de 8 horas (480 minutos):

$$P = \frac{480 \text{ minutos}}{34,17 \text{ minutos}}$$

$$P = 14 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 21 \text{ 000 unidades}$$

### 3.2.5.2. Productividad actual de la fabricación del vasito modelo B

Al haber calculado el tiempo de ciclo estándar del operario que incurre para obtener una caja de vasitos modelo B, estamos en condiciones de hallar la productividad del ciclo.

Para el cálculo necesitamos unos datos de producción, para conocer los recursos necesarios para la fabricación de una caja de vasitos modelo B.

Tabla n.º 3-15. Recursos de producción para obtener 1500 unidades de vasitos

Recursos	Cantidad Recursos x 1000 unidades	Unidad de medida	Cantidad Recursos x 1500 unidades	Costo por unidad de Recurso S/	Costo total S/
Mano de obra directa	0.38	hora	0.57	7.38	4.20
Materia Prima (MP)	2.49	Kilo	3.74	4.65	17.37
Material de empaque (ME)	0.67	Unidad	1.00	3.37	3.37
Agua	0.38	hora	0.57	0.02	0.01
MOI	0.38	hora	0.57	2.13	1.21
Mantenimiento máquina	0.38	hora	0.57	0.54	0.31
Alquiler	0.38	hora	0.57	6.26	3.57
Limpieza	0.38	hora	0.57	0.33	0.19
Suministros	0.38	hora	0.57	0.40	0.23
Depreciación de instalaciones	0.38	hora	0.57	0.75	0.43
Mantenimiento de molde	0.38	hora	0.57	0.82	0.47

Depreciación de molde	0.38	hora	0.57	0.63	0.36
Depreciación de maquinaria y equipos	0.38	hora	0.57	4.36	2.48
Seguros SCTR y Multiriesgo	0.38	hora	0.57	0.31	0.17
Energía	0.38	hora	0.57	1.40	0.79
Total costo x caja					35.16
Total costo x unidad					0.023

*Fuente: Elaboración propia – Finanzas Ciplast Perú S.A.C.*

Al tener los costos por caja y por unidad de vasitos modelo B, vamos a calcular la productividad por día de producción.

Datos:

Producción: 21 000 unidades x día de 8 horas.

$$p_{total} = \frac{21\,000 \text{ unidades}}{0.023 \times 21\,000 \text{ unidades}}$$

$$p_{total} = 43.48 \frac{\text{unidades}}{\text{sol invertido}}$$


$$p_{MOD} = \frac{21\,000 \text{ unidades}}{8 \text{ horas}}$$

$$p_{MOD} = 2\,625 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

### 3.2.5.3. Diagrama Bimanual de la operación “Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar”

Conocido también como un cursograma en donde se grafica las actividades de las manos del operario calificado indicando la relación entre ellas; este registro se realiza exclusivamente en la mesa de trabajo, en donde se revisa el producto terminado (PT) para garantizar que este vaya a la caja en óptimas condiciones de calidad; asimismo, se separa las unidades malas y la colada que sale de cada prensada de 10 cavidades, con estos 02 últimos el operario tiene acumularlos en un recipiente para luego llevarlos a la zona de molinos y molerlo hasta convertirlo nuevamente en materia prima reciclable que será mezclado con la materia prima (MP) virgen que se encuentra en el contenedor de la máquina.

Figura n.º 3-14. Registro de medición de la operación revisar el PT, separar bueno y malo de PTs, separar colada y encajar PTs.

DIAGRAMA BIMANUAL									
DIAGRAMA N°: 1	HOJA N°:	1	DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO						
DIBUJO Y PIEZA: VASITOS DOSIFICADORES									
OPERACIÓN:									
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar									
LUGAR: PLANTA CIPLAST PERÚ S.A.C									
COMPUESTO POR:									
FECHA: 20 / 10 / 2013									
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
En espera									Hacia los vasitos
Hacia los vasitos									Agrupar vasitos
Acercar vasitos									Acercar vasitos
Escoge los vasitos									Hacer circular vasitos
Hacer circular vasitos									Remover impurezas
Sostener vasitos									Llevar vasitos defectuosos a bolsa
Lleva los vasitos hacia la caja									Deposita vasito defectuoso
En espera									Coger colada
Hacia la colada									Separa colada
Separa la colada									Hacia el depósito de colada
En espera									Deposita colada
RESUMEN									V°B°
MÉTODO	ACTUAL		PROPUESTO						
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.					
OPERACIONES	4	6							
TRANSPORTES	3	4							
ESPERAS	3	0							
ALMACEN TEMPORAL	1	1							
TOTALES	11	11	0	0					

Fuente: Elaboración propia – Ciplast Perú S.A.C

En la figura 3-14 se describen la secuencia de los elementos de la operación revisar producto terminado, separar colada y encajar, teniendo en cuenta que el tiempo de esta es menor a tiempo de espera del operario, no estará dentro del alcance del objeto de estudio.

#### **3.2.5.4. Diagrama hombre- Máquina actual para fabricar 1500 unidades**

Con el método actual del operario de 34.17 minutos para acondicionar 1500 unidades que la máquina fabrica, tenemos que aplicar la herramienta diagrama hombre-máquina para observar en una escala de tiempo común la correlación que existe entre ellas; el objetivo es verificar en qué momento del proceso está inactivo la máquina o el operario y si es necesario, combinar algunas actividades para minimizar o eliminar esos tiempos improductivos.

El tiempo que se graficará será solo el observado, debido a que la comparación se debe realizar en la misma escala del tiempo común.

Figura n.º 3-15. Diagrama Hombre-Máquina del ciclo vasito modelo B

Diagrama Hombre - máquina				
Diagrama número: Hoja número 1 de 1		Resumen		
Producto: Vasito modelo B x 15 ml.		actual	Propuesto	Economía
Proceso: Inyección plásticos		Tiempo de ciclo		
		Operario	26.09	
		Máquina	26.09	
Máquina: Inyectora MI2 Welltec 100		Tiempo de trabajo		
		Operario	14.13	
		Máquina	26.09	
Operario: Walter Zurita Turno Día		Tiempo Inactivo		
		Operario	11.56	
		Máquina	0	
Responsable: Henry Gastelo		Utilización		
		Operario		
		Máquina		
(minutos)	Operario	Máquina		(minutos)
5	Esperar PTs para seleccionar	Fabricación de vasitos modelo B		1.00
				2.00
				3.00
				4.00
				5.00
4.25	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	Fabricación de vasitos modelo B		6.00
				7.00
				8.00
				9.00
0.14	Trasladar coladas y PTs	Fabricación de vasitos modelo B		10.00
1.22	Moler colada y PTs malos			11.00
0.31	Esperar molido			12.00
0.25	Trasladar molido			13.00
0.20	Mezclar molido con MP	Fabricación de vasitos modelo B		14.00
6.25	Esperar PTs para seleccionar			15.00
				16.00
				17.00
				18.00
		19.00		
5.54	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	Fabricación de vasitos modelo B		20.00
				21.00
				22.00
				23.00
				24.00
0.07		Fabricación de vasitos modelo B		25.00
0.55	Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs			26.00
0.12	Almacenar caja			
0.09				

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la utilización o saturación del operario y máquina, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Saturación del operario}(S_o) = \left[ \frac{L}{C} \right] \times 100$$

$$\text{Saturación de la máquina}(S_m) = \left[ \frac{m}{C} \right] \times 100$$

Donde:

L = Tiempo que el operario trabaja en el ciclo

m = Tiempo de máquina

C = Tiempo de ciclo

Reemplazando los valores tenemos:

Saturación del operario

$$S_o = \frac{14.13}{26.09} \times 100$$

$$S_o = 54.16\%$$

Saturación de la máquina

$$S_m = \frac{26.09}{26.09} \times 100$$

$$S_m = 100\%$$

Según el resultado de los cálculos, el operario tiene una saturación de trabajo del 54.16%, con respecto a la máquina que tiene 100%; luego de esta, realizaremos unos cálculos aplicando las fórmulas del servicio sincronizado para conocer cuántas máquinas el operario podría manejar en el proceso de fabricación de productos plásticos; previamente, se evaluará el tiempo estándar actual del operario para identificar en que parte de las actividades podemos mejorarlo para minimizar los tiempos.

#### 3.2.5.5. Comparativo de cantidad producida entre el operario y la máquina

Con los resultados ya conocidos del tiempo de ciclo estándar del operario, la cantidad que produce durante 08 horas de trabajo; vamos a comparar estos datos con lo que produce la máquina en la misma escala de tiempo.



*Tabla n.º 3-16. Comparativo de producción entre el operario y la máquina*

Variables	Operario	Máquina
Tiempo de ciclo estándar para una caja de vasitos.	34.17 minutos	30.00 minutos
Producción 8 horas	21 000 unidades	24 000 unidades
Saturación	54.16%	100%

*Fuente: Elaboración propia*

Como podemos observar en la tabla 3-16, la máquina siempre produce más de lo que el operario puede acondicionar, esto debido a las esperas que realiza para seleccionar y transportes.

Antes de evaluar si el operario puede atender 02 a más máquinas en paralelo, tenemos que analizar los datos de las actividades del proceso para determinar la mejora.

### **3.2.6. Propuesta de mejora del proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.**

Después de haber analizado todos los datos obtenidos del estudio, se observó que existe una gran oportunidad para mejorar el uso de la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.

El orden de las mejoras propuestas serán las siguientes:

- Modificación del layout de planta
- Reducir o eliminar el tiempo de transporte
- Reducir o eliminar el tiempo de espera
- Optimizar el tiempo de operación de revisión en la mesa de trabajo
- Con las mejoras previas, se logrará que el personal atienda a 02 máquinas en paralelo.
- Se modificará los horarios de trabajo
- Se elaborará procedimientos e instructivos de trabajo

### **3.2.7. Preguntas necesarias de las actividades para mejorar el proceso utilizando la técnica de interrogatorio sistemático (TIS).**

La técnica se utiliza para someter a las actividades que realiza el operario en el proceso de inyección plásticos a un examen crítico, mediante preguntas de la forma de qué, quién, cómo, dónde, cuándo, se ejecutan las actividades, con el único objetivo de simplificar, eliminar, combinar u ordenar las mismas.

Observando el proceso actual, tenemos algunas actividades que generan transportes incensarios en el proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C, para el cual vamos a someterlos al examen crítico mediante la técnica del TIS.

➤ **Traslado de materia prima**

¿Qué se hace?

Se traslada la materia prima desde el almacén hasta el recipiente; distancia 23m

¿Qué otra cosa podría hacerse?

Acercar el almacén de materia prima hacia el área de inyección y que el personal de almacén entregue los materiales en la puerta del área.

¿Dónde se hace?

En el almacén de materia prima y el área de inyección

¿Cuándo se hace?

Al inicio de cada turno

¿Quién lo hace?

El operario de producción

¿Cómo lo hace?

Con una carretilla hidráulica, se sube la MP y se transporta hasta la máquina inyectora

➤ **Pesaje de las cajas de producto terminado**

¿Qué se hace?

El operario se desplaza hasta la balanza 4.9m, transportando la caja con el producto final; luego agrega o quita producto hasta conseguir la cantidad establecida.

¿Qué otra cosa podría hacerse?

Colocar la balanza junto a la mesa de selección, de esta manera se eliminara los tiempos utilizados para el transporte por pesaje.

¿Dónde se hace?

En la zona de pesado

¿Cuándo se hace?

Cuando se completa una caja de 1500 vasitos

¿Quién lo hace?

El operario de producción

¿Cómo lo hace?

Transportando la caja y colocándolo sobre la balanza.

➤ **Almacenaje de las cajas de producto terminado**

**¿Qué se hace?**

El operario se desplaza hasta la balanza 4.0 m, transportando la caja con el producto final hasta el almacén temporal.

**¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Acercar los pallets junto a la mesa de selección, de esta manera se eliminara los tiempos utilizados para el transporte por almacenaje.

**¿Dónde se hace?**

En la zona de pesaje y el almacén temporal

**¿Cuándo se hace?**

Cuando se pesa, se sella y se etiqueta una caja de 1500 vasitos

**¿Quién lo hace?**

El operario de producción

**¿Cómo lo hace?**

Transportando la caja manualmente.

➤ **Transporte de colada y producto terminado defectuoso**

**¿Qué se hace?**

El operario se desplaza 12.3 metros hasta zona de molinos, transportando en un recipiente las coladas y productos defectuosos que pesan aproximadamente 1.140 kilogramos, este recipiente tiene capacidad para 70 coladas y la operación se repite 2 veces por cada caja producida.

**¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Adquirir un recipiente con mayor capacidad para transportar 300 coladas con un peso de 4.800 kilogramos, solo se realizaría después de completar 2 cajas de producto terminado.

**¿Dónde se hace?**

En la zona de la mesa de trabajo y la zona de molinos.

**¿Cuándo se hace?**

Cuando la capacidad del recipiente está al máximo.

**¿Quién lo hace?**

El operario de producción

**¿Cómo lo hace?**

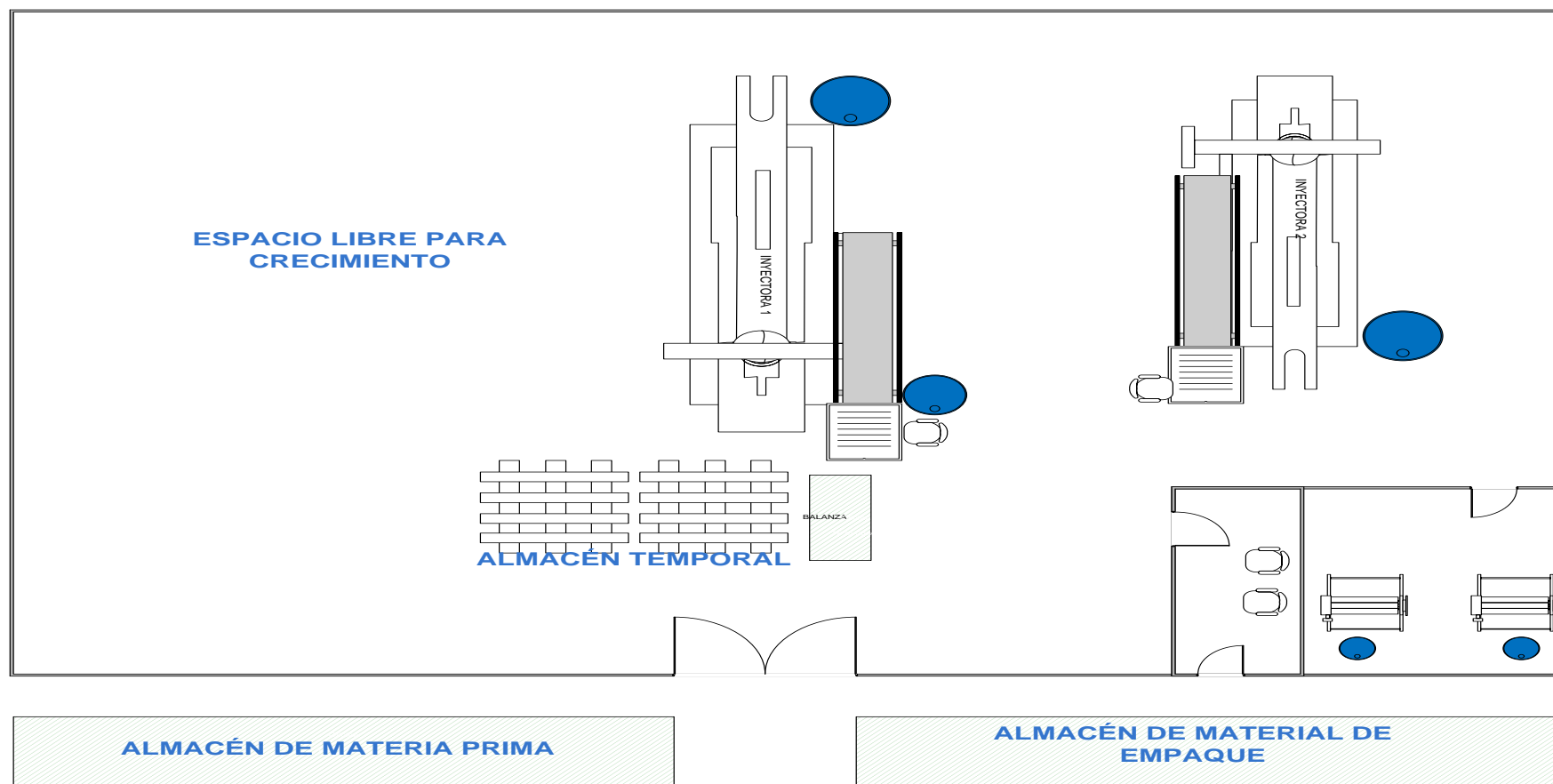
Transportando el recipiente manualmente.

### **3.2.7.1. Mejora en la distribución de planta Ciplast Perú S.A.C.**

Es muy importante la distribución de planta para mejorar el flujo de los materiales; este tiene que cumplir estándares de seguridad e infraestructura normada por las autoridades del estado para que el personal que labora dentro de las instalaciones, se sienta confortable y sin riesgo alguno.

Hemos analizado la distribución anterior y observamos que el personal operativo, recorre distancias largas para transportar materia prima, material de empaque o producto terminado; por tal motivo, se diseñó una distribución que minimice o en algunos casos elimine este transporte.

Figura n.º 3-16. Distribución de planta propuesta



Fuente: Elaboración propia

En la figura número 3-16, la distribución propuesta tiene un efecto motivador para el personal, porque cumple con las normas de seguridad y minimiza la distancia de recorrido que realiza para trasladar los materiales; en esta se puede observar, el cambio de ubicación de las máquinas inyectoras, mucho más cerca a la puerta de salida, que logra mejorar el flujo de ingreso de materia prima y material de empaque hacia el área y la salida de los productos terminados hacia el almacén; asimismo, una de las máquinas se modificó de posición para que la ubicación del operador esté más cerca de la zona del molino; otra mejora, es la ubicación de la balanza contadora y el almacén temporal.

A continuación se describe las mejoras que se lograron con la propuesta:

Los datos obtenidos están en función al recorrido que realiza el operario en un turno de trabajo de 8 horas

*Tabla n.º 3-17. Comparativo Distribución de planta actual y el propuesto*

VARIABLES	Actual	Propuesto	Economía
Distancia.	659.21 metros	337.56 metros	321.65 metros
Tiempo	21.12 minutos	10.43 minutos	10.29 minutos

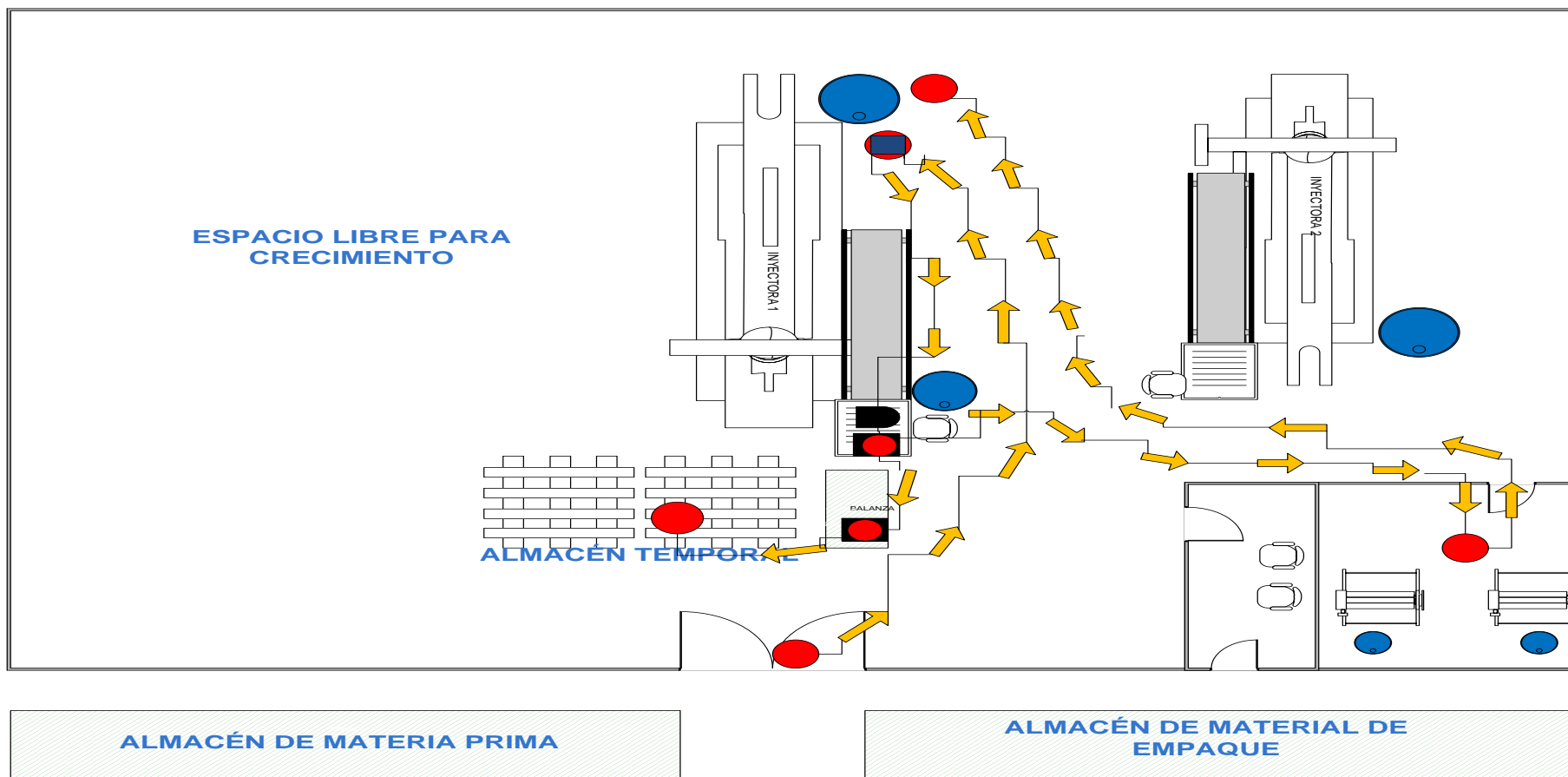
*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa en la tabla número 3-16, con la distribución propuesta se reduce la distancia que recorre el operario en un 48.8% y el tiempo se reduce en un 49.4%, si lo observamos a nivel de tiempo, la reducción es insignificante, pero el operario tiene 10.29 minutos más para revisar sus productos en mesa de trabajo, teniendo en cuenta que la máquina produce 50 unidades por minuto y el operario puede revisar 47 unidades en la misma escala de tiempo, entonces este último podría seleccionar 483 unidades más.

### 3.2.7.2. Diagrama de recorrido propuesto del Proceso de fabricación de vasito modelo B

Con las mejoras ya mencionadas, vamos a observar gráficamente como cambiaría el recorrido del operario con la nueva distribución:

Figura n.º 3-17. Diagrama de recorrido propuesto del Proceso de fabricación de vasito modelo B



Fuente: Elaboración propia








Con un estudio adecuado para optimizar los espacios y mejorar el flujo de los materiales, podemos lograr una distribución de planta acorde con los requerimientos del personal operativo y la alta dirección; hay que mencionar que esta distribución se realizó con el apoyo del personal de planta y el jefe de operaciones logísticas, ya que la propuesta de ubicar los almacenes de materia prima y material de empaque, afectaba directamente a su área.







### 3.2.7.3. Diagrama de actividades propuesto del proceso de Inyección Vasito modelo B

Figura n.º 3-18. Diagrama de recorrido propuesto del Proceso de fabricación de vasito modelo B

CIPLAST		DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO			
		Método	Actual	Propuesto	
Actividad:	Carga, descarga, selección, molienda, embalaje y almacenamiento	Empieza	07:00		
		Termina	15:15		
Objeto	Vasitos Dosificadores modelo B 15 ml	Operario	Material	Equipo	
Lugar	Área de inyección				
Operario (s)	Walter Zurita				
Elaborado por	Henry Gastelo	Fecha	22/11/2013		
Aprobado por		Fecha			

Resumen: Tiempo de ciclo u observado de la fabricación de una caja de vasitos modelo B				
Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Operación	2	2	0	
Transporte	6	3	-3	
Espera	3	3	0	
Inspección	0	0	0	
Almacenamiento	1	1	0	
Operación e inspección	0	0	0	
Inspección y operación	3	4	1	
Distancia (m)	45.46	16.72	-28.74	
Tiempo (min-hombre)	26.09	31.21	5.12	

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	V.A	Símbolo						Observaciones	
												
Recepción materia prima y material de embalaje												El almacenero entrega en la puerta de inyección
Traslada MP y ME hasta el contenedor de la máquina	200	7.8	0.35									
Corta las bolsas de MP validando el estado de la resina			0.42									
Cargar la MP en el contenedor de la máquina			0.41									
Amar cajas			9.55									Las cajas están desarmadas
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			4.53									
Esperar PT para seleccionar			8.23									
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			3.02									
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTS			0.52									No se considera traslado, está a 40 cm. De la mesa
Almacenar caja			0.12									No se considera traslado, está a 70 cm. De la balanza
Esperar PT para seleccionar			8.12									
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			4.02									
Esperar PT para seleccionar			7.12									
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			3.02									
Trasladar coladas y PTS malos		4.72	0.05									El recipiente tiene capacidad para transportar 300 coladas
Moler colada y PTS malos			1.12									Incluye el recojo del molido en una bolsa, son 02 molinos ope
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina		8	0.12									
mezclar molido con MP virgen			0.20									
Trasladarse hasta la mesa de trabajo		4	0.05									
Esperar PT para seleccionar			3.50									
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar			2.02									
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTS			0.55									No se considera traslado, está a 40 cm. De la mesa
Almacenar caja			0.12									No se considera traslado, está a 70 cm. De la balanza

Fuente: Elaboración propia



La figura 3-18, muestra gráficamente como la propuesta de mejora de la distribución de planta, logra reducir y en algunos casos eliminar los transportes innecesarios en el proceso productivo; asimismo, se observa el aumento de la inactividad del operario por el tiempo de esperas; con el proceso actual el tiempo de espera que tenía el operario era de 11.56 minutos y con la mejora pasó a 19.14 minutos; de un ciclo observado de 31.21 minutos; con el dato del tiempo de espera, vamos a graficar nuevamente el diagrama hombre máquina para observar en una misma escala de tiempo común la correlación entre ambos, con el objetivo de comprobar si el operario puede atender a las 02 máquinas de inyección en paralelo.

#### **3.2.7.4. Diagrama hombre- Máquina propuesto para fabricar 1500 unidades**

Con las mejoras observadas en el diagrama de actividades, vamos a graficar el diagrama hombre-máquina para observar comparativamente el desempeño del operario con respecto a la máquina.

Figura n.º 3-19. Diagrama Hombre-Máquina del ciclo vasito modelo B

Diagrama Hombre - máquina							
Diagrama número:		Hoja número 1 de 1		Resumen			
Producto:		Vasito modelo B x 15 ml.		actual	Propuesto	Economía	
Proceso:		Inyección plásticos		Operario	26.09	31.21	5.12
				Máquina	26.09	31.21	5.12
Máquina:		Inyectora MI2 Welltec 100		Tiempo de trabajo			
				Operario	14.13	12.07	-2.06
				Máquina	26.09	31.21	5.12
Operario:		Walter Zurita Turno Día		Tiempo Inactivo			
				Operario	11.56	19.14	7.58
				Máquina	0	0	
Responsable:		Henry Gastelo		Utilización			
				Operario			
				Máquina			
Tiempo (minutos)	Operario		Máquina			Tiempo (minutos)	
8.12	Esperar PTs para seleccionar		Fabricación de vasitos modelo B			1.00	
						2.00	
						3.00	
						4.00	
						5.00	
						6.00	
						7.00	
						8.00	
4.02	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Fabricación de vasitos modelo B			9.00	
						10.00	
						11.00	
7.12	Esperar PT para seleccionar		Fabricación de vasitos modelo B			12.00	
						13.00	
						14.00	
						15.00	
						16.00	
						17.00	
						18.00	
						19.00	
3.02	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Fabricación de vasitos modelo B			20.00	
						21.00	
1.12	Moler colada y PTs malos		Fabricación de vasitos modelo B			22.00	
0.20	mezclar molido con MP		Fabricación de vasitos modelo B			23.00	
3.5	Esperar PT para seleccionar		Fabricación de vasitos modelo B			24.00	
						25.00	
						26.00	
						27.00	
2.02	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Fabricación de vasitos modelo B			28.00	
						29.00	
0.55	Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs		Fabricación de vasitos modelo B			30.00	
						31.00	
						0.21	

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la utilización o saturación del operario y máquina del método propuesto, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Saturación del operario}(S_o) = \left[ \frac{L}{C} \right] \times 100$$

$$\text{Saturación de la máquina}(S_m) = \left[ \frac{m}{C} \right] \times 100$$

Reemplazando los valores tenemos:

Saturación del operario

$$S_o = \frac{12.07}{31.21} \times 100$$

$$S_o = 38.7\%$$

Saturación de la máquina

$$S_m = \frac{31.21}{31.21} \times 100$$

$$S_m = 100\%$$

Según el resultado de los nuevos cálculos, el operario tiene una saturación de trabajo del 38.7%, con respecto a la máquina que tiene 100%; luego de esta, realizaremos unos cálculos aplicando las fórmulas del servicio sincronizado para conocer cuántas máquinas el operario podría manejar en el proceso de fabricación de productos plásticos.

### 3.2.7.5. Determinación del número de máquinas asignada al operario de producción

Como pudo observarse, con la nueva mejora propuesta en el proceso de producción, se logró reducir la saturación del operario a un 38.7%; a simple vista se podría decir que el operario puede manejar 02 a más máquinas en paralelo; sin embargo, para evitar subjetividad, se utilizará el modelo matemático del servicio sincrónico para determinar el número de máquinas que se le asignará.

El cálculo para asignar el número de máquina es:

$$\eta = \frac{\iota + m}{\iota}$$

Donde:

$\eta$  = Número de máquinas asignadas al operador

$\iota$  = Tiempo total de carga y descarga (servicio) por máquina.

$m$  = Tiempo total de operación de la máquina (alimentación automática de energía)

Según la nueva distribución de planta, las máquinas son independientes en el proceso productivo, porque no necesita de otro proceso para obtener el producto final; asimismo, la ubicación es de forma radial para que el operario pueda movilizarse entre ellas sin ningún inconveniente.

Con la mejora, el tiempo de observado aumentó a 31.21 minutos por caja fabricada, teniendo en cuenta que solo es el tiempo observado, se calculará el tiempo estándar de la mejora:

Datos de la mejora

Tiempo observado: 31.21 minutos

Cantidad producida: 01 caja de 1500 unidades

Se utilizará los mismos porcentajes de la observación inicial para calcular el tiempo estándar.

$$T_s = (\text{Tiempo observado}(t_o) \times \text{factor de valoración}(F_v) \times (1 + \text{frecuencia}(f)) \times (1 + \text{factor de suplementos}(f_s)))$$

*Tabla n.º 3-18. Resumen del tiempo de ciclo observado de la propuesta*

Descripción de la actividad	Tiempo (minutos)
Esperar PT para seleccionar	19.14
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	9.06
Trasladar coladas y PTs malos	0.05
Moler colada y PTs malos	1.12
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	0.12
mezclar molido con MP virgen	0.20
Trasladarse hasta la mesa de trabajo	0.05
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs	0.55
Almacenar caja	0.12
Total ciclo observado	31.21

*Fuente: Elaboración propia*

Para hallar el tiempo de ciclo estándar de la propuesta, utilizaremos los mismos factores valoración, complementos y frecuencia del tiempo inicial: 0.14 para la primera, 0.15 para la segunda y la última 1, respectivamente.

Reemplazamos valores para hallar el tiempo de ciclo estándar para cada elemento.

Tabla n.º 3-19. Resumen del tiempo de ciclo mejorado

Descripción de la actividad	Tiempo (minutos)	$F_v$	$F_c$	$f$	$T_s$
Esperar PT para seleccionar	19.14	1.14	1.15	1	25.13
Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	9.06	1.14	1.15	1	11.56
Trasladar coladas y PTs malos	0.05	1.14	1.15	1	0.07
Moler colada y PTs malos	1.12	1.14	1.15	1	1.34
Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	0.12	1.14	1.15	1	0.16
mezclar molido con MP virgen	0.20	1.14	1.15	1	0.26
Trasladarse hasta la mesa de trabajo	0.05	1.14	1.15	1	0.07
Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs	0.55	1.14	1.15	1	1.12
Almacenar caja	0.12	1.14	1.15	1	0.16
Total ciclo observado	31.21				

Fuente: Elaboración propia

El tiempo estándar total para el ciclo completo es:

$$T_s = (31.21 \times (1 + 0.14) \times (1)) \times (1 + 0.15)$$

$$s = 41.06 \text{ minutos}$$

Por lo tanto,

El tiempo de ciclo estándar de la propuesta de mejora del operario para producir una caja de vasitos modelo B que contiene 1500 unidades es de 41.06 minutos (0.68 horas).

Ahora hallamos la producción del operario x día de 8 horas (480 minutos):

$$P = \frac{480 \text{ minutos}}{41.06 \text{ minutos}}$$

$$P = 11.69 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 17 \text{ 535 unidades}$$

Ahora calculamos el número de máquinas que le podemos asignar al operario; previamente, hay que identificar los términos adecuados de tiempos de los elementos requeridos por el servicio sincrónico en el diagrama hombre máquina propuesto, según la siguiente tabla:

Tabla n.º 3-20. Identificación de los términos del servicio Sincrónico para una caja de 1500 unidades

Código	Elementos	Tiempo minutos	Observación
	Esperar PT para seleccionar	19.14	
I	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar	9.06	Inspección
W	Trasladar coladas y PTs malos	0.05	Caminar
C-M	Moler colada y PTs malos	1.12	Carga de máquina
W	Trasladar molido hasta contenedor de la máquina	0.12	Caminar
C-M	mezclar molido con MP virgen	0.20	Carga de máquina
W	Trasladarse hasta la mesa de trabajo	0.05	Caminar
D-M	Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs	0.55	Descarga de máquina
D-M	Almacenar caja	0.12	Descarga de máquina

Fuente: Elaboración propia

Luego de la identificación de los elementos iniciamos con los cálculos.

La fórmula que se aplicará será el siguiente:

Ubicación Radial

$$N = \left\langle \frac{L+m}{L+w+L'} \right\rangle$$

Datos de los elementos del servicio sincrónico son:

$$L = 1.12 + 0.20 + 0.55 + 0.12 = 2.39 \text{ minutos}$$

$$m = 31.21 \text{ minutos} - \text{ tiempo de ciclo de la máquina}$$

$$w = 0.05 + 0.12 + 0.05 = 0.22 \text{ minutos}$$

$$L' = 9.06 \text{ minutos} - \text{Tiempo de inspección}$$

Reemplazando valores,

$$N = \left\langle \frac{2.39+31.21}{2.39+0.22+9.06} \right\rangle$$

$$N = \left\langle 2.88 \text{ máquinas} \right\rangle$$

Tenemos el resultado de “N”, que no es entero, y necesitamos saber cuántas máquinas asignar, entonces utilizaremos estas dos ecuaciones para cada posible valor de “N” analizando sus costos:

$$N_1 = 2$$

$$N_2 = 3$$

Primero para N=N1 (redondeado a menor)

Datos:

$$k_1 = 7.38 \text{ soles hora – hombre}$$

$$k_2 = 17.95 \text{ soles hora – máquina}$$

$$CTE_{N_1} = \frac{(2.39 + 31.21) \left( \frac{7.38}{60} + 2 \left( \frac{17.95}{60} \right) \right)}{2}$$

$$CTE_{N_1} = 12.68 \text{ soles la caja de 1500 unidades}$$

Primero para N=N2 (redondeado a mayor)

$$CTE_{N_2} = (2.39 + 0.22) \left( \frac{7.38}{60} + 3 \left( \frac{17.95}{60} \right) \right)$$

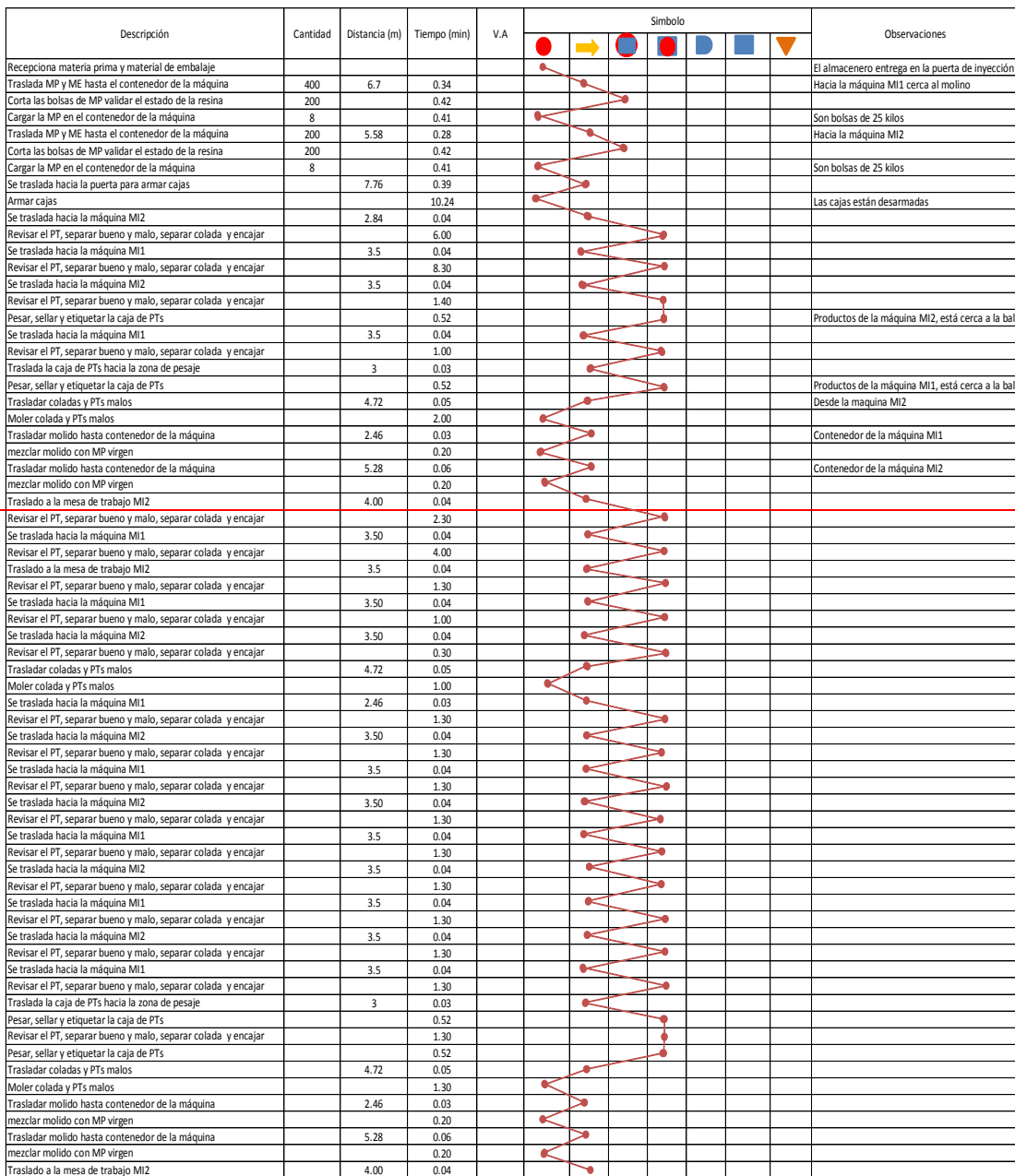
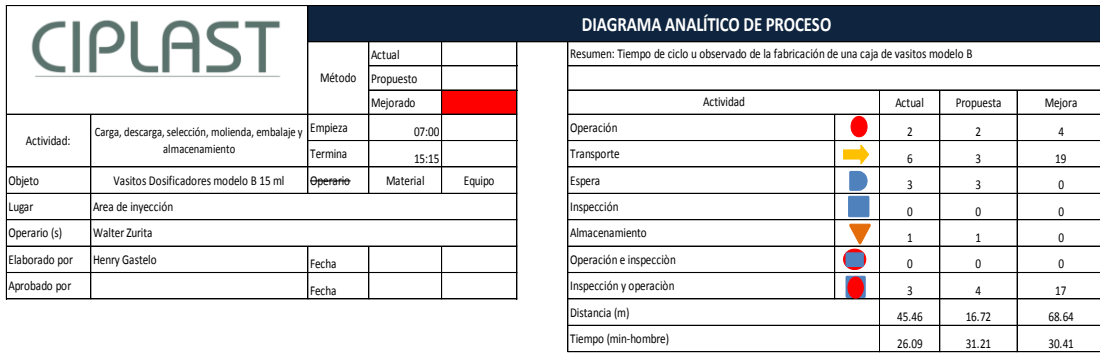
$$CTE_{N_2} = 2.67 \text{ soles la caja de 1500 unidades}$$

El cálculo del costo total esperado nos indica que el operario debería trabajar con 03 máquinas para obtener un costo mínimo de s/ 2.67 por caja, pero, observando la saturación del operario que está en 38.7%, se decide que trabaje con 02 máquinas.

### 3.2.7.6. Diagrama de analítico del proceso mejorado en la fabricación del vasito modelo B

Antes de graficar el diagrama hombre-máquina, debemos observar la secuencia de las operaciones del operario de producción manipulando las 02 máquinas en paralelo.

Figura n.º 3-20. Diagrama de analítico mejorado del Proceso de fabricación de vasito modelo B



Fuente: Elaboración propia



### **3.2.7.7. Diagrama hombre- Máquina asignando 2 máquinas al operario**

Después de haber definido el número de máquinas que se debe asignar al operario, debemos graficar nuevamente mediante el diagrama hombre-máquina la relación del operario con las 02 máquinas en una misma escala de tiempo.

Figura n.º 3-21. Diagrama Hombre-Máquina propuesta mejorada

Diagrama Hombre - máquina					
Diagrama número:		Hoja número 1 de 1		Resumen	
Producto:		Vasito modelo B x 15 ml.		actual	Mejorado
Proceso:	Inyección plásticos	Tiempo de ciclo			
		Operario	26.09	31.21	30.41
		Máquina	26.09	31.21	30.41
Máquina:	Inyectora M12 Welltec 100	Tiempo de trabajo			
		Operario	14.13	12.07	30.41
		Máquina	26.09	31.21	30.41
Operario:	Walter Zurita	Turno Día	Tiempo Inactivo		
			Operario	11.56	19.14
			Máquina	0.00	0.00
Responsable:	Henry Gastelo	Utilización			
		Operario	54.16%	38.67%	100.00%
		Máquina	100.00%	100.00%	100.00%
Tiempo (minutos)	Operario		Máquina 1	Máquina 2	Tiempo (minutos)
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	1.00
2.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	2.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	3.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	4.00
2.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	5.00
3.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	6.00
4.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	7.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	8.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	9.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	10.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	11.00
1.00	Moler colada y PTs malos		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	12.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	13.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	14.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	15.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	16.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	17.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	18.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	19.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	20.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	21.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	22.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	23.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	24.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	25.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	26.00
0.52	Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	27.00
1.00	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	28.00
0.30	Revisar el PT, separar bueno y malo, separar colada y encajar		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	29.00
0.52	Pesar, sellar y etiquetar la caja de PTs		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	30.00
1.00	Moler colada y PTs malos		Inyectando vasitos	Inyectando vasitos	0.41
0.30	mezclar molido con MP				
0.20	mezclar molido con MP				

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 3-20, muestra que el estudio de tiempos que hemos realizado al proceso de inyección para observar la correlación entre el operario y la máquina a obtenido el resultado esperado, el operario puede trabajar con 02 máquinas en paralelo reduciendo el costo de mano de obra directa; los cálculos nos demuestra que la saturación del operario con las 02 máquinas en operación es del 100%, quiere decir, que un ciclo completo de trabajo para obtener una caja de vasitos, el operario tendrá el mismo tiempo de trabajo que la máquina.

Con este nuevo valor iniciaremos a calcular la productividad, la producción y el tiempo estándar de la propuesta mejorada; luego realizaremos los cálculos de costeo para verificar a cuanto asciende la reducción de la mano de obra en el proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.

El tiempo de ciclo observado para 02 cajas de vasitos es de 30.41 minutos; el tiempo estándar del ciclo será el siguiente:

Usamos los mismos datos para factor de valoración, suplementos y frecuencia, del proceso de propuesto.

$$T_s = (30.41 \times (1 + 0.14) \times (1)) \times (1 + 0.15)$$

$$T_s = 40.14 \text{ minutos} \times 2 \text{ cajas de vasitos}$$

$$T_s = 20.07 \text{ minutos} \times 1 \text{ caja de vasitos}$$

Producción por día de la mejora propuesta es:

$$P = \frac{480 \text{ minutos}}{20.07 \text{ minutos}}$$

$$P = 23.92 \frac{\text{cajas}}{8 \text{ horas}} = 35 \ 874 \text{ unidades}$$

Por lo tanto, con el nuevo ciclo mejorado, la cantidad de producción que se fabrica durante un turno de 08 horas será 35 874 unidades, con un tiempo de ciclo de 20.07 minutos por caja (0.33 horas). Ahora calcularemos el costo del producto de la mejora encontrada.

Tabla n.º 3-21. Recursos de producción para obtener 1500 unidades de vasitos método mejorado

Recursos	Cantidad Recursos x 1000 unidades	Unidad de medida	Cantidad Recursos x 1500 unidades	Costo por unidad de Recurso S/	Costo total S/
Mano de obra directa	0.22	hora	0.33	7.38	2.47
Materia Prima (MP)	2.49	Kilo	3.74	4.65	17.37
Material de empaque (ME)	0.67	Unidad	1.00	3.37	3.37
Agua	0.22	hora	0.33	0.02	0.01
MOI	0.22	hora	0.33	2.13	0.71
Mantenimiento máquina	0.22	hora	0.33	0.54	0.18
Alquiler	0.22	hora	0.33	6.26	2.09
Limpieza	0.22	hora	0.33	0.33	0.11
Suministros	0.22	hora	0.33	0.40	0.13
Depreciación de instalaciones	0.22	hora	0.33	0.75	0.25
Mantenimiento de molde	0.22	hora	0.33	0.82	0.27
Depreciación de molde	0.22	hora	0.33	0.63	0.21
Depreciación de maquinaria y equipos	0.22	hora	0.33	4.36	1.46
Seguros SCTR y Multiriesgo	0.22	hora	0.33	0.31	0.10
Energía	0.22	hora	0.33	1.40	0.47
Total costo x caja					29.21
Total costo x unidad					0.019

Fuente: Elaboración propia – Finanzas Ciplast Perú S.A.C.

Productividad de la propuesta mejorada es:

$$p_{total} = \frac{35\,874 \text{ unidades}}{0.019 \times 35\,874 \text{ unidades}}$$

$$p_{total} = 52.63 \frac{\text{unidades}}{\text{sol invertido}}$$

$$p_{MOD} = \frac{35\,874 \text{ unidades}}{8 \text{ horas}}$$

$$p_{MOD} = 4\,484 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}$$

### 3.2.7.8. Indicadores y cuadro resumen del ahorro de la propuesta mejorada

Al tener los resultados de la productividad obtenida con el actual, la propuesta y el proceso mejorado en donde el operario atiende 2 máquinas en paralelo, realizaremos un resumen para observar, mediante una evaluación cuantitativa, cuánto fue el ahorro y ganancia obtenida de la propuesta mejorada.

#### ➤ Productividad lograda

La productividad alcanzada se observará en el siguiente cuadro:

*Tabla n.º 3-22. Comparación de datos obtenidos del proceso del estudio de métodos*

Secuencia de estudio	Tiempo de ciclo estándar (minutos/caja)	Producción (8 horas)	Productividad (unidades/H-H)	Costo del producto (soles/caja)
Proceso de inyección anterior	34.17	21 000	2 625	36.34
Proceso de inyección mejorado	20.07	35 874	4 484	29.21

*Fuente: Elaboración propia*

Por lo tanto, el incremento de la productividad será:

$$\Delta P_{MOD} = \frac{4\,484 - 2\,625}{2\,625} \times 100$$

$$\Delta P_{MOD} = 70.82\%$$

#### ➤ Ahorro logrado

El ahorro alcanzado se observará en el siguiente cuadro:

*Tabla n.º 3-23. Ahorro obtenido del proceso del estudio de métodos*

Descripción	Proceso anterior	Proceso mejorado
Número de operarios por turno	2	1
Turnos	3	3
Número de operarios por día	6	3
Sueldo de operario + beneficios (soles)	1 232.50	1 232.50
Sueldo total mes por número de operarios (soles)	7 395.00	3 697.50
Sueldo total anual por número de operarios (soles)	88 740.00	44 370.00
Ahorro anual (soles)	-	44 370.00

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede observar en la tabla 3-23, la reducción de mano de obra directa con el proceso mejorado fue del 50%, obteniendo un ahorro monetario de S/44 370.00 que podría asignarse un porcentaje a mejorar la ergonomía del ambiente de trabajo y evaluar la posibilidad de otorgar una bonificación por productividad.

Luego de las mejoras logradas, se elaboró un formato de control de la producción llamado "Hoja de seguimiento de producción horaria", con el objetivo de medir la eficiencia, disponibilidad y calidad dentro del proceso productivo de inyección plásticos.

Los campos que se consideraron para registrar las ocurrencias del turno de trabajo fueron: datos de la máquina, operario, fecha, lote, n° de orden de trabajo, n° de lote, datos de la materia prima, ciclo de trabajo, número de cavidades del molde, producción real y teórica, n° de ciclos por hora, detalle de los defectos encontrados en la mesa de trabajo, estado de los productos que salen de máquina, tiempos de paradas de máquina y la validación interna de control de calidad para aprobación del producto terminado.

Figura n.º 3-22. Registro de ocurrencias de producción

CIPLAST	FOR-PRO-001		Revisado:	Comité de	Versión:00			
	HOJA DE SEGUIMIENTO DE PRODUCCIÓN HORARIA		Aprobado:	Jefe de	Fecha de			
			Producción y		aprobación:			
FECHA: lunes 08 de marzo del 2014	O/T N°:	3525	Lote N°:	C033525MI1	Ciclo:	12		
Inyectora: Welltec 100 MI1	Producto:	Vasito Dosificador modelo B VDS040004			Cavidades:	10		
Turno: A	Peso:	2.7 gramos			Produccion Horaria teorica:	3000		
Operario: Walter Zurita	Material:	Polipropileno PPCI MAP010021			Produccion Turno Teorica	20400		
	Lote Material:	C012832423			Producción Turno Real:	18000		
	Merma Kg:	-			Eficiencia:			
	Bolsas Usadas:	4						
<b>DETALLE CICLO</b>	<b>08:00</b>	<b>09:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>
Prensadas programadas	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
Número de Prensadas Reales	230	530	722	1131	1412	1710	2080	2301
<b>DETALLE DEFECTOS ENCONTRADOS EN MESA DE TRABAJO (UNIDADES X HORA)</b>								
Puntos Negros	18	7	5	14	6	0	0	0
Manchas.....	0	2	4	0	0	0	0	0
Incompletos	0	0	0	0	0	0	0	0
Contaminado	5	6	6	9	3	0	0	0
Color Inadecuado	0	0	0	0	0	0	0	0
Rechupe o Deformaciones	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros.....	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>REVISIÓN DE PRENSADAS EN MAQUINA - CRITERIO:</b>								
	<b>CONFORME V</b>				<b>NO CONFORME X</b>			
Rebabas	√	√	√	√	√	√	√	√
Grabación de dosificación	√	√	√	√	√	√	√	√
Manchas.....	√	X	X	√	√	√	√	√
Puntos Negros	X	X	X	X	X	√	√	√
<b>DETALLE PARADAS DE MAQUINA (TIEMPO EN MINUTOS)</b>								
Falla de molde	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla de máquina	20	15	5	22	0	0	0	0
Regulación	7	3	0	0	0	0	0	0
Falta de personal	0	0	0	0	0	0	0	0
Falta de materia prima	0	0	0	0	0	0	0	0
Corte de energía	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros.....	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INSPECCIÓN POR ASEGURAMIENTO DE CALIDAD</b>								
Inspección control de proceso	PUNTOS NEGROS		PUNTOS NEGROS		OK		OK	
Inspección por turno	APROBADO							
Observaciones:								

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar los datos del registro, podemos elaborar los indicadores de producción:

- Porcentaje de utilización de la capacidad: Según el registro de producción, hemos obtenido 18000 unidades de producto terminado, sin embargo, la máquina produce en el mismo tiempo de trabajo 20 400 unidades, por lo tanto, el porcentaje de utilización de la capacidad será el siguiente:

$$\% \text{ utilización de la capacidad} = \frac{18\ 000}{20\ 400} \times 100$$

$$\% \text{ utilización de la capacidad} = 88.24\%$$

Este porcentaje está dentro de lo permitido por las políticas de la compañía que es 85%, sin embargo, se podría mejorar algunas variables más, que no se encuentran incluidos en este estudio.

- Disponibilidad de máquina: Según el registro de producción, se tenía planificado que la máquina trabaje 8 horas continuas, sin embargo, debido a defectos que se observan en el proceso, se decidió parar la máquina para solucionarlos, para esta operación se incurrió en 1 hora 12 minutos (72 minutos), por lo tanto, la disponibilidad será el siguiente (al ser un turno de trabajo, solo se considerará el tiempo de operación utilizable, tiempo productivo neto y tiempo perdido por defectos):

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(480 \text{ minutos} - 72 \text{ minutos})}{480 \text{ minutos}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 85\%$$

La disponibilidad se encuentra dentro del valor permitido por la compañía que es 85%, sin embargo, se debe tomar las acciones correspondientes para evitar las paradas de máquina por defectos de producción.

Como podemos observar, el indicador solo muestra resultados de un turno de trabajo, tomando de referencia el registro; sin embargo, la implementación inicial de este indicador puede servir como base para elaborar un indicador más completo aplicando todas las definiciones que encierra la disponibilidad de planta y puede ser presentado como indicador mensual.

- Calidad de la producción: Según el registro de producción, la cantidad de producción conforme fue 18 000 unidades; pero se observa que durante la operación de selección se separaron 85 unidades por encontrarse con defectos; por lo tanto, la calidad de la producción del turno será el siguiente:

$$\text{calidad} = \frac{18\ 000 \text{ unidades}}{(18\ 000 + 85 \text{ unidades})} \times 100$$

*calidad = 99.5%*

Estos tres indicadores presentado de forma como ejemplo, tiene las bases necesarias para que sean tomados como herramientas fundamentales e implementarlos dentro del proceso de la mejora continua en la compañía.



## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**

Después de aplicar las herramientas de ingeniería industrial, los resultados del estudio de métodos en el proceso de fabricación de vasitos dosificadores modelo B en la empresa Ciplast Perú S.A.C., fue exitoso, porque se logró reducir el costo de producción y aumentar su productividad, mediante el uso eficiente de la mano de obra directa en el proceso productivo de inyección plásticos.

Aplicando las herramientas de ingeniería industrial, se mejoró lo siguiente:

### **4.1. Mejora en la producción y productividad obtenida del operario**

Con el proceso anterior, se producía 21 000 unidades en 8 horas con un solo operario que atendía a una máquina; ahora, con el proceso mejorado, la producción del operario aumentó a 35 874 unidades en un mismo turno de 8 horas, pero atendiendo a 2 máquinas en paralelo; esta mejora, logró que la productividad pasara a ser de 2 625 unidades por hora, trabajando en una sola máquina a 4 484 unidades en la misma unidad de tiempo; esto hace que el incremento de la productividad alcanzada sea del 70.82%, gracias a que el operario puede trabajar con 02 máquinas en paralelo.

### **4.2. Reducción de mano de obra directa**

Se demuestra que la aplicación correcta de las herramientas de ingeniería industrial al proceso productivo de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C., logró reducir en un 50% el recurso mano de obra directa; obteniendo un ahorro monetario de S/44 370 anuales que podrían usarse para mejorar el área de trabajo y otorgar una bonificación al operario de producción.

### **4.3. Implementación de registro de producción**

Para monitorear el buen desempeño de las mejoras implementadas se elaboró un formato de producción para medir tres indicadores más dentro del proceso de inyección plásticos, como son porcentaje de utilización de la capacidad, calidad y disponibilidad de planta o maquinaria, estos serán los pilares del proceso de mejora continua, que servirán de base realizar análisis de datos de periodos más largos, con el fin de monitorear el resultado de la propuesta mejorada.

Para esta investigación, solo se tomó como ejemplo los indicadores de un turno de trabajo de 8 horas, con el fin de mostrar la gran utilidad del registro implementado.

## CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

En la presente tesis se investigó el método de trabajo y el desempeño del operario de producción dentro del proceso productivo de inyección plásticos en la empresa Ciplast Perú S.A.C, teniendo como base la hipótesis que existe una relación entre el tiempo de ciclo de las máquinas, actividad del operario y la distribución de planta, que debe ser analizada para lograr reducir el recurso mano de obra directa en el proceso productivo de inyección plásticos; teniendo en consideración, que la investigación está dirigida a procesos productivos de inyección plásticos y en donde el embalaje del producto terminado es a granel.

Con la aplicación de las herramientas de ingeniería industrial, se logró encontrar en esta investigación, resultados que se puede confirmar que existe una correlación entre las 3 variables estudiadas: instalaciones, máquinas y operario. El uso eficiente de una sola variable, origina que la mejora resultante sea sistemática en todo el proceso productivo, porque al estar relacionadas, el cambio se puede observar en cada una de estas; sin embargo, cuando hablamos de reducir la mano de obra directa y necesitamos la cooperación activa del mismo operario, se podría percibir que los objetivos planteados son incoherentes, porque nadie trabajaría para que se quede desempleado; como lo define la OIT (1996) cuarta edición, *“Una de las mayores dificultades para obtener la cooperación activa de los trabajadores es el temor de que el aumento de la productividad produzca desempleo”* (Pág. 25); sin embargo en esta investigación, si se lograba la reducción parcial de la mano de obra directa en el proceso, el personal operativo tendría que pasar a un área de acabados; que ganaba la empresa entonces, el beneficio para esta era que seguía teniendo los mismos recursos, menores costos en producción y aumentaba la productividad en otra área dentro del centro de costo de producción.

La implementación se realizó hace dos años y hasta la fecha se continúa exitosamente, solo se tiene un operario que atiende a dos máquinas en el proceso productivo; pero como toda mejora, tiene sus detractores, sin embargo, esta investigación tiene argumentos sostenibles y medibles en el tiempo que ha originado que la dirección general de la compañía, apruebe el proceso y elabore una política de bonificación al personal que labora dentro del proceso productivo.

Las limitaciones del proceso de investigación fue el poco tiempo disponible para las observaciones en planta, porque tenía que ocuparme de mis otras responsabilidades; además, de trabajar a nivel motivacional con el personal que apoyaría con el proceso, para evitar encontrar resistencia al momento de la medición.

Para futuras investigaciones el proceso de producción de inyección plásticos, se recomienda incluir en el estudio el desempeño de los supervisores de planta, porque al establecer un sistema de mantenimiento adecuado a la maquinaria e instalaciones, y un óptimo desarrollo de la planificación de la producción, se podría contratar personal con experiencia para regular maquinaria que ocupen el puesto de operarios, capacitados en calidad del producto terminado y procedimientos de trabajo seguro.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados, se puede concluir en lo siguiente:

1. Se identificó que las variables que afectaba directamente al uso eficiente de la mano de obra directa era la distribución de planta y métodos de trabajo obsoletos.
2. Aplicando las herramientas de ingeniería industrial como son diagrama analítico de actividades, diagramas de recorrido, diagrama hombre-máquina, sistema de interrogatorio sistemático, técnica del servicio sincrónico, herramientas de mejora continua, se logró mejorar el proceso productivo de inyección plásticos, logrando reducir en un 50% el uso de mano de obra directa, debido a que se optimizó la distribución de planta y se determinó el método de trabajo adecuado para que el operario atienda a dos máquinas en paralelo, lográndose aumentar la saturación de 54.16% a 100%; asimismo, se definió el tiempo de ciclo estándar para producir una determinada cantidad de productos terminados.
3. Se verificó el resultado del proceso mejorado, comprobando que se logró obtener un ahorro de S/44 370.00 anual, por la reducción de personal en el proceso de producción; asimismo, la productividad de la mano de obra aumentó en un 70.82%, con respecto al proceso anterior, que en unidades fue de 2 625 a 4 484 por hora; sin embargo, el segundo es la consecuencia que el operario trabaja con las dos máquinas en paralelo, produciendo el mismo producto.
4. Mediante la elaboración de un registro de producción, se logró sentar las bases para implementar indicadores de producción, que servirán para la correcta gestión de la producción, como son Porcentaje de utilización de la capacidad, calidad y disponibilidad; asimismo, se cuenta con el indicador de productividad que ayudará a monitorear la mejora a nivel de la alta dirección.

## RECOMENDACIONES

Es importante mencionar que el éxito de un estudio de métodos en un proceso productivo de inyección plásticos, depende del compromiso y la perseverancia de todos los involucrados; luego, de esta, mis recomendaciones son las siguientes:

- En el diseño inicial de la distribución de planta, se debe considerar no solo la ubicación correcta de las máquinas y equipos; sino también, que permitan al operario realizar recorridos mínimos de un puesto de trabajo a otros, trasladando los materiales o producto terminado.
- Se recomienda que para establecer la forma de ubicación de las máquinas o equipos con el fin de optimizar los espacios, revisar previamente las especificaciones técnicas de estos para evitar que afecte su correcto funcionamiento.
- Se recomienda que antes de iniciar el estudio de tiempos para mejorar el proceso productivo de inyección plásticos, comunicar a todos los involucrados el objetivo de esta, tomando en consideración, que las posibles mejoras traerán beneficios no solo a la empresa, sino, al personal operativo que labora dentro del proceso.
- Se recomienda reconocer el proceso del objeto del estudio para determinar las variables necesarias que se analizarán para encontrar la causa del problema, este debe realizarse conjuntamente con el personal que labora dentro del proceso productivo.
- Es recomendable que después de la implementación de la mejora, elaborar instructivos y procedimientos de trabajo para estandarizar, en todos los turnos de trabajo, una única forma de realizar las actividades.
- Se recomienda utilizar las herramientas de ingeniería industrial para aplicarlos en el estudio y mejora de los procesos productivos de inyección plásticos, porque con ello se garantiza que estas sean consistentes en el tiempo y tengan el respaldo necesario de otros especialistas; además, aportan al proceso de mejora continua, porque utilizando las mismas herramientas se logran mejorar otras operaciones que no están considerados en esta investigación.
- Se recomienda utilizar los indicadores elaborados en esta investigación: Productividad, porcentaje de utilización de la capacidad, disponibilidad y calidad, como base para monitorear periódicamente las mejoras implementadas en el proceso productivo.

## REFERENCIAS

- Barnes, R. (1979). *Estudio de Movimientos y tiempos (quinta edición)*. España:Madrid: Aguilar S.A.
- Collantes, J. (s.f.). *Infonegocios.net.pe*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de <http://www.mantenimientomundial.com/foro/cl/2005/jaime.pdf>
- Emagister.com*. (s.f.). Recuperado el 17 de 10 de 2013, de [http://www.emagister.com/uploads\\_courses/Comunidad\\_Emagister\\_18661\\_18661.pdf](http://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_18661_18661.pdf)
- Espinoza, C. (2016). *Reducción de costos en el área de consumo masivo & Retail enfocado a las compras del año 2015 con proyección 2016 en RANSA COMERCIAL S.A.* Lima.
- Freivalds, A. & Niebel, B. (2014) . *Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estándares, y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill Education.
- Ingeniería de Métodos. blogspot*. (s.f.). Recuperado el 16 de octubre de 2013, de <http://ingenieriametodos.blogspot.mx/2008/10/ejemplo-elaboracin-del-diagrama-de-html>.
- Murray, R. (1976). *Probabilidad y Estadística*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Oviedo, U. d. (s.f.). *Uniovi*. Recuperado el 13 de Octubre de 2013, de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/lección11.Moldeo por Inyección.pdf>.
- Rojas, S. (2015). *Propuesta de un sistema de mejora continua, en el proceso de producción de productos de plástico doméstico aplicando la metodología PHVA*. Lima.
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo (cuarta edición)*. Ginebra: George Kanawaty.
- Mayorga, J. & Porras, J. (2015). *Productividad de las MYPES, sector caucho y plástico de Bogotá D.C.*
- Villaseñor, A. & Galindo, E. (2007). *Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

## ANEXOS

### Anexo n.º 1. Formato 1 de estudio de métodos utilizados en la investigación

DEPARTAMENTO:		ESTUDIO N°:	
OPERACIÓN:		PIEZA	HOJA N° DE AL
			FECHA:
FICHA DE FASE N°:		PIEZA N°:	CONDICIONES:
INST/MAQ.:		PLANO N°:	
HERRAMIENTAS:		MATERIAL:	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
CROQUIS:		ANALISTA:	
		TÉRMINO:	
		COMIENZO:	
		TIEMPO TRANS.	
		OPERARIO:	
		COMPROBADO:	
		APROBADO POR:	

Fuente: OIT Introducción al estudio del trabajo (1996) cuarta edición.



*Anexo n°. 3. Formato 3 de estudio de métodos utilizados en la investigación*

DEPARTAMENTO:													ESTUDIO N°:						
OPERACIÓN:										UNIDADES:					HOJA N° DE AL				
													FECHA:						
HOJA DE TRABAJO																			
N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS BÁSICOS POR CICLO															TF	F	TB
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
OBSERVACIONES:																			
NOTAS: TT=Tiempo total / F=Número de ciclos / TB=Tiempo básico promedio																			

*Fuente: OIT Introducción al estudio del trabajo (1996) cuarta edición.*



*Anexo n°. 4. Formato 4 de estudio de métodos utilizados en la investigación*

DEPARTAMENTO:						ESTUDIO N°:		
OPERACIÓN:				PIEZA:		HOJA N° DE AL		
FICHA DE FASE N°:				PIEZA N°:		FECHA:		
INST/MAQ:				PLANO N°:		CONDICIONES:		
HERRAMIENTAS:				MATERIAL:				
<b>RESUMEN DEL ESTUDIO</b>								
N°	ACTIVIDAD	OBS.	TB	Fc	TBc	Fu	Tbu	OBSERVACIONES
CROQUIS:						ANALISTA:		
						TÉRMINO:		
						COMIENZO:		
						TIEMPO TRANS.		
						OPERARIO:		
						COMPROBADO:		
						APROBADO POR:		
NOTAS: OBS=n° de observaciones/ TB=T. básico/ Fc=rep. ciclo/ TBc=Tb ciclo / Fu=rep. elemento/ Tbu=Tb unitario.								

*Fuente: OIT Introducción al estudio del trabajo (1996) cuarta edición.*

Anexo n°. 5. Formato 5 de estudio de métodos utilizados en la investigación

DEPARTAMENTO:		ESTUDIO N°:														
OPERACIÓN:		FECHA:					HOJA N° DE AL									
DESCRIPCIÓN:		OPERARIO:														
		SEXO:														
		COND. PUESTO:														
<b>SUPLEMENTOS POR DESCANSO</b>																
		<b>ACTIVIDAD N°</b>														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>CTES</b>	Necesidades pers.															
	Básico por fatiga															
<b>VARIABLES</b>	Por trabajar de pie															
	Post. anor.	Levem. incómoda														
		Incómoda														
		Muy incómoda														
	Calidad	Buena ventilación														
		Mala ventilación														
		Cerca de f. calor														
	Int. de luz	Próxima a normal														
		Muy debajo norm														
		Insuficiente														
	Lev. pesos y fuerza															
	Ten. visual	Cierta precisión														
		Precisión a fatig.														
		Gran precisión														
	Ten. auditiv.	Sonido continuo														
		Intermit. y fuerte														
		Int. y muy fuerte														
	Ten. mental	Proceso complejo														
		Atención dividida														
		Pro. muy complejo														
Monot. mental	Algo monótono															
	Bastante monót.															
	Muy monótono															
Monot. física	Algo aburrido															
	Aburrido															
	Muy aburrido															
<b>OTROS</b>																
<b>TOTAL</b>																
<b>OBSERVACIONES:</b>																

Fuente: OIT Introducción al estudio del trabajo (1996) cuarta edición.

*Anexo n°. 6. Formato 6 de estudio de métodos utilizados en la investigación*

DEPARTAMENTO:										ESTUDIO N°	
OPERACIÓN:					PIEZA:					HOJA N° DE AL	
										FECHA:	
FICHA DE FASE N°:					PIEZA N°:					CONDICIONES:	
INST/MAQ:					PLANO N°:						
HERRAMIENTAS:					MATERIAL:						
OPERARIO:					Tiempos en:					Und. costo=	
<b>ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS</b>											
N°	ACTIVIDADES	OBS	TB	Fc	TBc	Fu	TBU	SUP	Tcu	Tcxuc	Diagrama Analítico
TOTAL											
CROQUIS:										ANALISTA:	
										COMPROBADO:	
										APROBADO POR:	
NOTAS: OBS=n° observaciones/TB=T. básico/Fc=rep. ciclo/TBc=Tb ciclo/Fu=rep. elemento/TBU=Tb unitario/ SUP=suplemento en %/ Tcu=tiempo concedido unitario/Tc x uc=tiempo concedido por unidad de costo.											

*Fuente: OIT Introducción al estudio del trabajo (1996) cuarta edición.*

*Anexo n°. 7. Área de inyección antes de la mejora implementada*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo n°. 8. Área de inyección después de la mejora implementada*



*Fuente: Elaboración propia*