



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE  
INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**

**Luis Felipe Godoy Corzo**

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, septiembre de 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE  
INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS FELIPE GODOY CORZO**

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de marzo de 2013.

  
**Luis Felipe Godoy Corzo**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de mayo de 2015.  
REF.EPS.DOC.413.05.2015.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Luis Felipe Godoy Corzo**, Carné No. 200914904 procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**

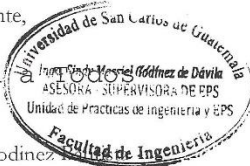
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a todos"

Inga. Sindy Massiel Godínez  
**Asesor-Supervisor de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SMGB/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de mayo de 2015.  
REF.EPS.D.278.05.2015

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Felipe Godoy Corzo** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo, por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serantes  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

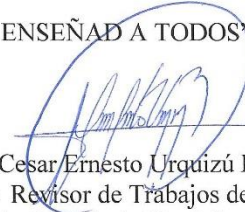


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.085.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Felipe Godoy Corzo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2015.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.156.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Felipe Godoy Corzo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2015.

/mgp





Universidad de San Carlos  
de Guatemala

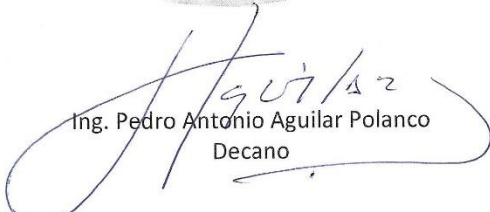


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 441.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN, DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Felipe Godoy Corzo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, septiembre de 2015

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser siempre la luz que iluminó mi camino y haberme dado el privilegio de llevar a cabo mi meta.

### **Mis padres**

Luis Felipe Godoy Morales y Brenda Jeanette Corzo García, por ser los pilares de mi vida y por el apoyo incondicional durante toda mi carrera.

### **Mis hermanas**

Brenda Evangelina y Susan Jeanette Godoy Corzo, por su cariño, apoyo, consejos y compañía.

### **Mi familia**

Porque siempre estuvieron pendientes de mi desempeño y me apoyaron en todo momento.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por todos los conocimientos adquiridos y por ser parte integral en mi formación.
<b>Inyectores de Plástico, S. A.</b>	A todo el personal, por su gran colaboración en la realización de mi práctica profesional.
<b>Mis amigos de la Facultad de Ingeniería</b>	Por atravesar conmigo los altibajos de la carrera y ayudarme a enfrentarlos y que, de una u otra forma, han estado pendientes y apoyándome en este triunfo.
<b>Inga. Sindy Godinez</b>	Por su valioso tiempo para la asesoría de este proyecto.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. GENERALIDADES DE INYECTORES DE PLÁSTICO S. A. ....	1
1.1. Descripción de una empresa de inyección plástica .....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Políticas de calidad.....	2
1.1.3. Estructura organizacional .....	2
1.1.4. Organigrama.....	3
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A. ....	5
2.1. Diagnóstico de la situación actual .....	5
2.1.1. Análisis Foda del área de Producción .....	5
2.2. Análisis del proceso de inyección.....	8
2.2.1. Descripción del proceso de programación de la producción .....	8
2.2.1.1. Programación de la producción .....	9
2.2.1.2. Órdenes de producción .....	11

2.2.1.3.	Distribución del programa de instalación de moldes .....	12
2.2.1.3.1.	Formato de solicitud de materia prima a bodega .....	13
2.2.1.3.2.	Procedimiento de preparación de moldes..	14
2.2.2.	Descripción y análisis de maquinaria y equipo.....	16
2.2.2.1.	Máquinas inyectoras .....	17
2.2.2.2.	Moldes.....	19
2.2.2.2.1.	Partes de un molde de inyección .....	21
2.2.2.3.	Balanza .....	22
2.2.2.4.	Mezclador de material .....	24
2.2.3.	Descripción del proceso de producción.....	24
2.2.3.1.	Descripción del proceso de cambio de molde.....	25
2.2.3.1.1.	Equipo para el cambio de molde.....	25
2.2.3.1.2.	Montaje y desmontaje de molde.	29
2.2.3.2.	Diagrama de proceso .....	30
2.2.3.2.1.	Estudio de tiempos.....	40
2.2.3.3.	Proceso del sistema de enfriamiento ...	56
2.2.3.4.	Dosificación de materia prima .....	57
2.2.3.5.	Procedimiento de mezcla de materia prima para inyectar.....	58
2.2.4.	Análisis de condiciones y medio ambiente de trabajo .....	60



2.2.5.	Proceso de control de la calidad.....	62
2.2.5.1.	Proceso de pesado de los productos...	63
2.3.	Propuesta para la optimización de los procesos de producción en el área de Inyección. ....	64
2.3.1.	Procesos.....	64
2.3.1.1.	Proceso de programación de la producción .....	64
2.3.1.1.1.	Reglas de despacho.....	65
2.3.1.2.	Mejora en el manejo de materia prima	66
2.3.1.2.1.	Procedimiento de mezcla de materia prima a inyectar .....	66
2.3.1.3.	Maquinaria y equipo .....	68
2.3.1.3.1.	Moldes.....	69
2.3.1.3.2.	Sistema de enfriamiento	69
2.3.1.3.3.	Señalización de entrada y salida de agua en los moldes .....	70
2.3.1.3.4.	Mantenimiento preventivo .....	71
2.3.1.3.5.	Balanzas.....	73
2.3.1.3.6.	Calibración del equipo ..	73
2.3.1.3.7.	Mantenimiento preventivo .....	76
2.3.1.3.8.	Mezcladores de material	78
2.3.1.3.9.	Mantenimiento preventivo .....	78
2.3.1.4.	Procedimiento de preparación de molde.....	80

	2.3.1.4.1.	Mantenimiento preventivo.....	80
	2.3.1.5.	Proceso de producción.....	82
	2.3.1.5.1.	Reducción de demoras .	83
	2.3.1.5.2.	Equipo para el cambio de molde.....	92
	2.3.1.5.3.	Procedimiento para dosificación del equipo..	95
	2.3.1.6.	Mejora en las condiciones y medio ambiente de trabajo.....	97
	2.3.1.6.1.	Iluminación .....	98
	2.3.1.6.2.	Ventilación.....	104
2.3.2.		Evaluación de resultados para el área de Producción .....	106
2.3.2.1.		Definición de eficiencia, eficacia y productividad en el proceso de cambio de molde.....	106
2.3.2.2.		Eficiencia actual y mejorada.....	107
2.3.2.3.		Eficacia actual y mejorada.....	108
2.3.2.4.		Productividad actual y mejorada .....	109
2.3.3.		Método Esquina Noroeste .....	109
2.3.4.		Costos de la propuesta .....	112
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE PAPEL EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN.	115
3.1.		Diagnóstico del consumo actual de papel en el área de Producción. ....	115
3.1.1.		Procedimientos que impactan en el consumo del papel.....	116

3.1.1.1.	Tabla de consumo por procedimiento	118
3.1.1.1.1.	Gráfica de consumo por procedimiento	119
3.1.2.	Plan para la reducción del consumo de papel	120
3.1.3.	Costos de la propuesta	123
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	125
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	125
4.2.	Plan de capacitación	128
4.3.	Resultado de la capacitación	131
4.4.	Costos de la propuesta	133
	CONCLUSIONES	135
	RECOMENDACIONES	137
	BIBLIOGRAFÍA	139
	APÉNDICES	141
	ANEXOS	147



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama .....	3
2.	Foda.....	6
3.	Estrategia Foda.....	7
4.	Descripción del proceso de programación de la producción .....	9
5.	Diagrama causa y efecto programación de la producción.....	11
6.	Flujograma de distribución del programa de instalación de moldes .....	13
7.	Diagrama causa y efecto de maquinaria y equipo .....	17
8.	Máquina inyectora .....	18
9.	Diagrama causa y efecto de balanzas .....	23
10.	Cambios de molde por turno.....	27
11.	Cambios cubiertos con tres <i>kits</i> de herramienta. ....	29
12.	Diagrama de flujo del montaje de molde línea industrial .....	32
13.	Diagrama de flujo del montaje de molde línea doméstica .....	35
14.	Diagrama de flujo del montaje de molde línea pequeño consumidor ...	38
15.	Tabla de suplementos .....	48
16.	Sistema de calificación del desempeño .....	49
17.	Problemas de retrasos operativos según su tiempo .....	53
18.	Diagrama de Pareto .....	54
19.	Problemas de retrasos administrativos según tiempo .....	55
20.	Diagrama de Pareto de tiempos muertos administrativos .....	56
21.	Flujograma del procedimiento de mezcla de materia prima .....	60
22.	Diagrama de causa y efecto del medio ambiente de trabajo.....	61
23.	Flujograma del proceso de control de calidad.....	63

24.	Flujograma del procedimiento de mezcla de materia prima.....	68
25.	Sistema de enfriamiento del molde.....	70
26.	Clasificación de pesos de referencia .....	73
27.	Pesos patrón a utilizar según capacidad de la balanza .....	74
28.	Flujograma del procedimiento de calibración de balanzas .....	75
29.	Diagrama de flujo del montaje de molde línea industrial.....	84
30.	Diagrama de flujo del montaje de molde línea doméstica.....	87
31.	Diagrama de flujo del montaje de molde línea pequeño consumidor....	90
32.	Herramienta total para formar un <i>kit</i> .....	93
33.	Gráfico de control.....	97
34.	Diagrama de las dimensiones actuales de la planta 4400 m <sup>2</sup> .....	98
35.	Diagrama de causa y efecto para el análisis de consumo de papel ...	115
36.	Gráfico de consumo de hojas por mes .....	119
37.	Diagrama de Pareto en el análisis para la aplicación de las 5S .....	127
38.	Programación .....	141

## TABLAS

I.	Solicitud de materia prima .....	14
II.	Procedimiento de la preparación de moldes.....	15
III.	Componentes de las placas y sistemas eléctricos.....	15
IV.	Máquinaria que posee taller.....	16
V.	Tabla de moldes .....	20
VI.	Tabla de instalación de moldes por turno .....	26
VII.	Toma de tiempo máquina I-4 .....	44
VIII.	Tabla toma de tiempo máquina I-29 .....	44
IX.	Toma de tiempo máquina I-13 .....	45
X.	Calificación del desempeño .....	46
XI.	Tiempo normal para la línea industrial.....	46

XII.	Tiempo normal para la línea doméstica .....	47
XIII.	Tiempo normal para la línea pequeño consumidor .....	47
XIV.	Suplementos .....	50
XV.	Tiempo estándar para la línea industrial .....	51
XVI.	Tiempo estándar para la línea doméstica .....	51
XVII.	Tiempo estándar para la línea pequeño consumidor .....	52
XVIII.	Procedimiento de mezcla de materia prima .....	59
XIX.	Proceso de control de calidad .....	62
XX.	Reglas de prioridad más comunes .....	65
XXI.	Procedimiento de mezcla de materia prima .....	67
XXII.	Procedimiento para verificar funcionamiento del sistema de enfriamiento de un molde .....	71
XXIII.	Funcionamiento del sistema de enfriamiento .....	72
XXIV.	Cronograma de mantenimiento .....	72
XXV.	Procedimiento para verificar el funcionamiento de las balanzas .....	76
XXVI.	Funcionamiento de las balanzas .....	77
XXVII.	Cronograma de mantenimiento .....	77
XXVIII.	Funcionamiento del mezclador de material I .....	79
XXIX.	Funcionamiento del mezclador de material II .....	79
XXX.	Cronograma de mantenimiento .....	80
XXXI.	Procedimiento .....	81
XXXII.	Funcionamiento de moldes .....	81
XXXIII.	Cronograma de mantenimiento .....	82
XXXIV.	Procedimiento para dosificación del equipo .....	95
XXXV.	Tabla de rangos, 200lux - 300lux - 50lux .....	99
XXXVI.	Porcentaje de luz reflejada .....	102
XXXVII.	Tiempo actual y mejorado .....	107
XXXVIII.	Eficiencia actual y mejorada .....	108
XXXIX.	Eficacia actual y mejorada .....	109

XL.	Productividad actual y mejorada .....	109
XLI.	Costos asignados en el método Esquina Noroeste .....	110
XLII.	Matriz solución del método .....	111
XLIII.	Costos asociados a la distribución.....	112
XLIV.	Costos.....	113
XLV.	Procedimientos que consumen papel.....	116
XLVI.	Consumo de hojas por mes .....	118
XLVII.	Programa .....	123
XLVIII.	Costos.....	124
XLIX.	Necesidades para aplicar 5S .....	126
L.	Evaluación sobre la implementación de las 5S en la planta de inyección.....	132
LI.	Costos.....	133



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>LIC</b>	Límite inferior
<b>LSC</b>	Límite superior
<b>Min</b>	Minutos
<b>FCFS</b>	Primero en llegar, primero en servir
<b>EDD</b>	Primera fecha de entrega
<b>SPT</b>	Tiempo de procesamiento más corto
<b>LPT</b>	Tiempo de procesamiento más largo
<b>Tefectivo</b>	Tiempo efectivo
<b>TM</b>	Tiempo muerto
<b>TMAtotal</b>	Tiempo muerto administrativo total
<b>TMoperativo</b>	Tiempo muerto operativo
<b>Ttotal</b>	Tiempo total



## GLOSARIO

<b>ASTM</b>	American Section of the International Association for Testing Materials.
<b>CAM</b>	Manufactura asistida por computadora.
<b>Cámara de Plastificación</b>	Es la parte de la máquina que contiene al husillo y guarda la temperatura que genera este.
<b>E</b>	Estrategia.
<b>Expulsor</b>	Parte de los moldes de inyección, mediante el cual la pieza que se forma en el molde es desprendida.
<b>EEC</b>	Empaque, embalaje y complementos.
<b>Foda</b>	Fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas.
<b>GIEEC</b>	Grupo industrial de empaque, embalaje y complementos.
<b>IPSA</b>	Inyectores de Plástico S. A.
<b>Husillo</b>	También conocido como tornillo sin fin, mediante el cual se genera calor cuando gira, transformando el plástico a su forma líquida.

<b>Inyección</b>	Proceso mediante el cual el material plastificado es inyectado dentro del molde para formar piezas.
<b>Movimiento axial</b>	Es un movimiento de un lado hacia el otro.
<b>Mazarota</b>	Pieza de plástico endurecido que se forma dentro de la cabeza del husillo.
<b>OIML</b>	Organización Internacional de Metrología.
<b>Resina</b>	Polímero sintético.

## RESUMEN

Inyectores de Plástico S. A. es parte del Grupo Industrial ECC, dedicada a la transformación de resinas plásticas en bandejas agrícolas, tarros, cilindros, entre otros.

Se muestra un contexto general de la empresa, su historia, política de calidad y estructura organizacional; donde se sintetiza la base teórica y el análisis de la situación actual; sobre la cual se desarrollan las propuestas de solución y la metodología utilizada para optimizar los procesos en el Departamento de Producción.

En el presente trabajo de graduación se realizó una propuesta de optimización de los procesos de producción del área de inyección, el cual se basó en la toma efectiva de tiempos, mejoras en el manejo de materia prima, proceso de cambio de moldes y mantenimiento necesarios a los moldes que se instalarán.

En la industria de la inyección plástica, los moldes constituyen una parte fundamental en la calidad del producto terminado, debido a que de su estado dependen en gran parte, los atributos que poseerá el artículo. Si el molde se encuentra con daño, es posible que el producto terminado posea defectos de fabricación, lo que repercute en la calidad del producto y en los costos de producción.

Paralelamente al estudio de tiempos, se investigará, se analizará y diseñará el proceso administrativo para reducir el consumo de papel en el área

de Producción, considerando también al personal involucrado en el proyecto, para crear un plan de capacitación.

Mejorar los procesos de producción dentro de la industria de los plásticos, como en cualquier otro tipo de industria, puede considerarse una ventaja competitiva, debido a que constituye una gran reducción de costos y tiempos de producción dentro de la empresa.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Optimizar los procesos de producción de la planta de inyección.

### **Específicos**

1. Analizar los tiempos medidos, utilizando la herramienta de Pareto, para obtener las principales causas de retrasos.
2. Determinar los tiempos de reacción de las etapas que componen el procedimiento de producción, identificando las causas de las deficiencias que se encuentren.
3. Conocer los procedimientos en que se divide el proceso de producción, para generar un formato que se utilizará para la toma de tiempos.
4. Establecer un proceso para el control de producción que apoye la realización del programa de producción.
5. Establecer un procedimiento general de cambio de molde y presentar un informe con los hallazgos más relevantes.
6. Diseñar un plan para la reducción de consumo de papel en el área de Producción.

7. Diseñar un plan de capacitación para el personal de producción del área de Inyección.



## INTRODUCCIÓN

Inyectores de Plástico S. A. es parte del Grupo Industrial ECC, que se dedica a la transformación de resinas plásticas a través de los métodos de inyección, extrusión-soplo y extrusión a productos adquiridos por sus clientes.

El trabajo se realizó mediante visitas a la empresa, para la evaluación de la situación actual, así como para la toma de datos necesarios para el estudio.

El área de Producción se divide en diferentes procesos, los cuales carecen de un estudio de tiempos para la optimización de sus procesos, motivo por el cual se realizó el siguiente trabajo de graduación titulado: Optimización de los procesos de producción en la planta de inyección, de la empresa Inyectores de Plástico, S. A. Con el cual se elaboró y se optimizó el proceso de cambio de molde en las máquinas inyectoras, por medio de herramientas de ingeniería como: Pareto, Ishikawa y Foda.

El trabajo de graduación se desarrolló en tres fases: de servicio técnico profesional, en el cual se realizó un diagnóstico de la situación actual del área por medio de herramientas de ingeniería como: Diagrama de Pareto, de Ishikawa, análisis Foda, matriz Foda, toma de tiempos, para la mejora de los procesos.

La fase de investigación se enfoca en el consumo de papel en la oficina del Departamento de Producción, analizando cada uno de los procesos que ahí se llevan a cabo, por medio de gráficas de análisis y obtención de datos sobre

la cantidad de consumo del papel, posteriormente se propone un plan que permitirá la reducción de ese consumo.

En la fase de docencia se realizó un plan de capacitación del tema la aplicación de la técnica de las 5S en el Departamento de Producción, específicamente en la estantería de accesorios para moldes.

# **1. GENERALIDADES DE INYECTORES DE PLÁSTICO S. A.**

## **1.1. Descripción de una empresa de inyección plástica**

Este tipo de empresa cuenta, normalmente, con varias máquinas inyectoras de distintas capacidades, así como una variedad de distintos diseños de moldes. Esto les permite diversificar su línea de productos.

La tecnología utilizada en este campo se encuentra muy ligada al avance tecnológico en sistemas de manufactura asistida por computadora (CAM por sus siglas en inglés), por lo que el papel del operario tiene que ser pasiva, es decir, la automatización de la maquinaria reduce sus funciones, llegando casi al tanto de la calidad de las piezas fabricadas.

Según los tipos de productos y de piezas, pueden usarse varias clases de materiales.

### **1.1.1. Reseña histórica**

Fue fundada en 1974, y se inició con una planta dedicada a la fabricación de cajillas industriales, tapas, cubetas, entre otros productos; los cuales continúa produciendo hasta ahora, con demanda de los mismos en toda Centroamérica, México y el Caribe.

En 1990 incursionó en el mercado de los envases para jugos y refrescos, montando una planta dedicada a la producción de envases de polietileno y policarbonato, por el proceso de extrusión-soplo.

En 1995 se forma la empresa hermana Reciclados de Centroamérica, S. A.

Actualmente, la empresa opera en el complejo industrial GIEEC y fabrica productos a través de los procesos de moldeo por inyección, extrusión y extrusión-soplo.

### **1.1.2. Políticas de calidad**

“Debemos buscar continuamente la excelencia en el negocio de empaques utilizando un sistema de gestión de calidad eficaz y recurso humano competente, para obtener la satisfacción de nuestros clientes internos y externos, cumpliendo los compromisos acordados y respetando el marco legal”<sup>1</sup>.

### **1.1.3. Estructura organizacional**

La empresa Inyectores de Plástico, S. A. posee mandos medios y altos. La estructura organizacional que posee es funcional, debido que define las funciones y cargos de cada uno de los departamentos en que se divide la empresa. Entre los mandos medios se encuentran los supervisores de Producción, en los mandos altos se encuentra el director general y los gerentes de cada uno de los departamentos que posee la empresa, entre los cuales están: Bodega, Producción, Taller y Mantenimiento; definiéndose como una estructura vertical con toma de decisiones según la jerarquía de los empleados para hacer gestión en los cambios de sus deberes del trabajo.

---

<sup>1</sup> Fuente: Grupo Agroindustriales. <[www.grupoindustrialeec.com](http://www.grupoindustrialeec.com)>. Consulta: noviembre de 2013.

### 1.1.4. Organigrama

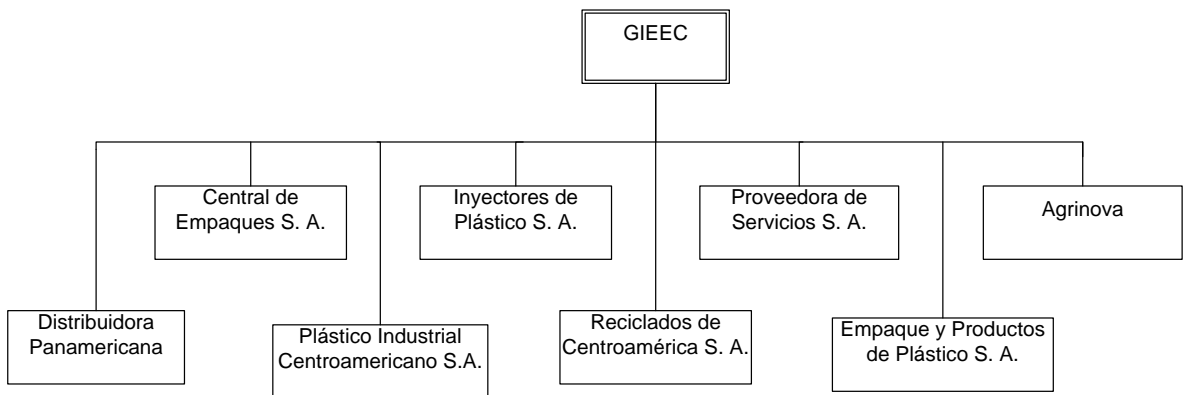
Las actividades de las empresas que conforman la estructura están enfocadas en atender los mercados de alimentos, bebidas, agroindustria, restaurantes, farmacéutico, construcción y pinturas.

Cada una de las empresas posee diferentes funciones dentro del grupo industrial EEC, las cuales van desde la transformación de la materia prima hasta la distribución y venta de sus productos.

Para la toma de decisiones dichas empresas poseen cada una, un director general, los cuales presentan informes a sus accionistas, formando de tal manera una cadena de mando según el tamaño de la empresa y capacidad productora.

IPSA es miembro del Grupo Industrial EEC, el cual está compuesto como se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Organigrama



Fuente: Grupo Agroindustriales. <[www.grupoindustrialeec.com](http://www.grupoindustrialeec.com)>. Consulta: en noviembre de 2013.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA INYECTORES DE PLÁSTICO, S. A.**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual**

Para determinar cuál es la mejor forma de implementar las propuestas de mejora en la empresa, primero se debe conocer la situación actual, la cual se describirá en el presente capítulo.

#### **2.1.1. Análisis Foda del área de Producción**

Foda es una herramienta que permite trabajar, con toda la información que se posee, sobre una empresa, es útil para examinar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Se obtuvo la información realizando una investigación sobre los factores externos e internos de empresa, como también una encuesta a los supervisores y gerentes.

Luego de obtener dicha información se analizó y se agrupó como fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, posteriormente se realizó una matriz donde se establecieron las estrategias.

A continuación se presenta un esquema: Foda.

Figura 2. **Foda**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p>Empresa líder en el mercado.                      Cuenta con tecnología de punta.                      Personal altamente capacitado.                      Implementado sistema de gestión de la calidad.                      Estándar elevado de calidad de los productos.                      Diversificación de los productos.</p>	<p>Entrada de productos sustitutos en el mercado.                      Demanda afectada por los gustos del consumidor final.                      Incremento constante en el costo de la materia prima.                      Entrada de nuevos competidores en el mercado.</p>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<p>Falta de motivación al personal.                      Falta de criterios objetivos en la asignación de recursos.                      Alta rotación de personal.</p>	<p>Nuevas tecnologías disponibles.                      Existencia de tratados de libre comercio.                      Mejoras en los procesos.                      Nuevos mercados.</p>

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. **Estrategia Foda**

<b>FODA</b>	<b>DEBILIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>
	Falta de motivación al personal. Falta de criterios objetivos en la asignación de recursos. Alta rotación de personal.	Empresa líder en el mercado. Cuenta con tecnología de punta. Personal altamente capacitado. Implementado sistema de gestión de la calidad. Estándar elevado de calidad de los productos. Diversificación de los productos.
<b>AMENAZAS</b>	<b>DA</b>	<b>FA</b>
Entrada de productos sustitutos en el mercado. Demanda afectada por los gustos del consumidor final. Incremento constante en el costo de la materia prima. Entrada de nuevos competidores en el mercado.	Diversificación del mercado. Reducción de personal, automatizando líneas de producción.	Estrategias de competitividad en precios y alta calidad.
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DO</b>	<b>FO</b>
Nuevas tecnologías disponibles. Existencia de tratados de libre comercio. Mejoras en los procesos. Nuevos mercados.	Aprovechamiento de recursos corporativos para inversión tecnológica y mejora de los procesos.	Introducción de nuevos mercados a través de productos innovadores. Certificaciones que abren puertas a nuevos mercados. Reducción de costos al mejorar procesos.

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en las figuras 2 y 3, el estado actual de la empresa y las estrategias que requiere para mejorar sus procesos, manteniendo una competitividad en precios y alta calidad.

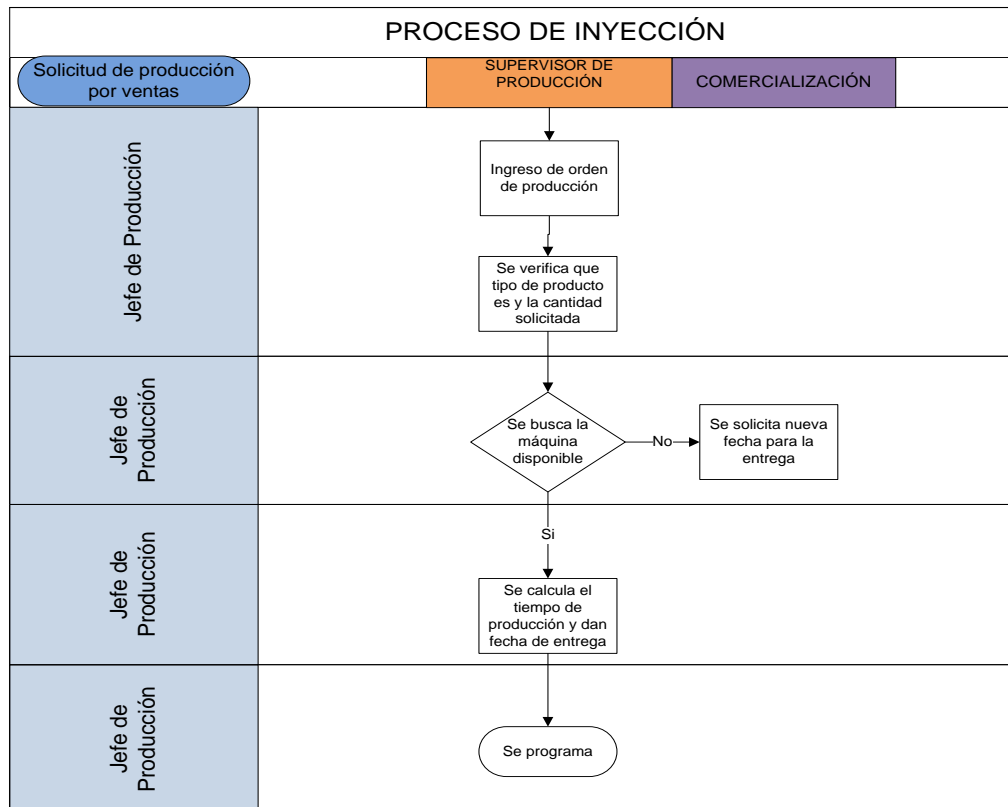
## **2.2. Análisis del proceso de inyección**

El proceso de producción consiste, básicamente en la programación de la producción, cambio de molde, despacho de materia prima, regulación de la maquinaria y verificación de calidad. En conjunto forma el proceso de producción para obtener la pieza requerida con las especificaciones establecidas.

### **2.2.1. Descripción del proceso de programación de la producción**

La programación de la producción es realizada por un supervisor y revisada por el jefe de Producción.

Figura 4. Descripción del proceso de programación de la producción



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

Se debe verificar si la máquina es la adecuada debido a que no todas pueden trabajar el mismo producto, esto depende de la fuerza de cierre y apertura del molde que posea la máquina. Todas estas características las tiene registrada el supervisor programador.

### 2.2.1.1. Programación de la producción

Esta se realiza con base a los pedidos de los clientes, en el cual se detalla el número de piezas a producir y la cantidad de materiales a utilizar. Dichos datos permiten determinar la cantidad de materia prima a utilizar.

Los criterios que se toman en cuenta para programar la producción son:

- La cantidad a producir
- El cliente que lo solicita

Se trabaja bajo prioridades, si la solicitud de producción es de un cliente frecuente se le da prioridad y se programa la producción, de igual manera si la cantidad solicitada de producción es grande, también se le da prioridad y se programa.

Si el cliente no es frecuente y la cantidad que se solicita no es significativa, se va a cola en la programación, dándoles prioridad a las demás.

Lo que no estiman es una holgura para la fecha de entrega, debido que no toman en cuenta los desperfectos en las máquinas, al ausentismo, los problemas de calidad, la falta de materiales y otros factores que complican la producción, ya que cuentan con *stock* de los productos, pero esto con el tiempo representa costos.

Dicha programación de producción determina los tiempos y las prioridades que debe asignar a los distintos pedidos y su orden de ejecución en cada uno de las máquinas o estaciones, por las cuales van a ser procesadas las órdenes de trabajo.

Figura 5. Diagrama causa y efecto programación de la producción



Fuente: elaboración propia.

Para optimizar el proceso de la programación de la producción es necesario analizar las causas que generan el incumplimiento de las fechas de entrega de producto terminado. La técnica correcta de programación depende del volumen de pedidos, de la naturaleza de las operaciones y de la complejidad general de los trabajos, así como de la importancia que se le da a cada uno de los siguientes criterios: minimización del tiempo de terminación, maximización de la utilidad, minimización del trabajo en curso y minimizar el tiempo de espera de los clientes finales.

### 2.2.1.2. Órdenes de producción

Son emitidas por Ventas, al supervisor encargado de la programación, donde se solicita la fecha de entrega, para lo cual el supervisor y el jefe de Producción analizan las máquinas disponibles para hacer la instalación del molde. Una vez confirmada la fecha se emite la orden de producción. Para ello es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Ciclo de la máquina
- Apertura del molde
- Producción de la máquina

Estos aspectos son de considerar para ver qué máquina es la adecuada en la instalación del molde, de esta manera confirmar la fecha y programar la producción. Se puede observar en el apéndice 1 la orden de producción.

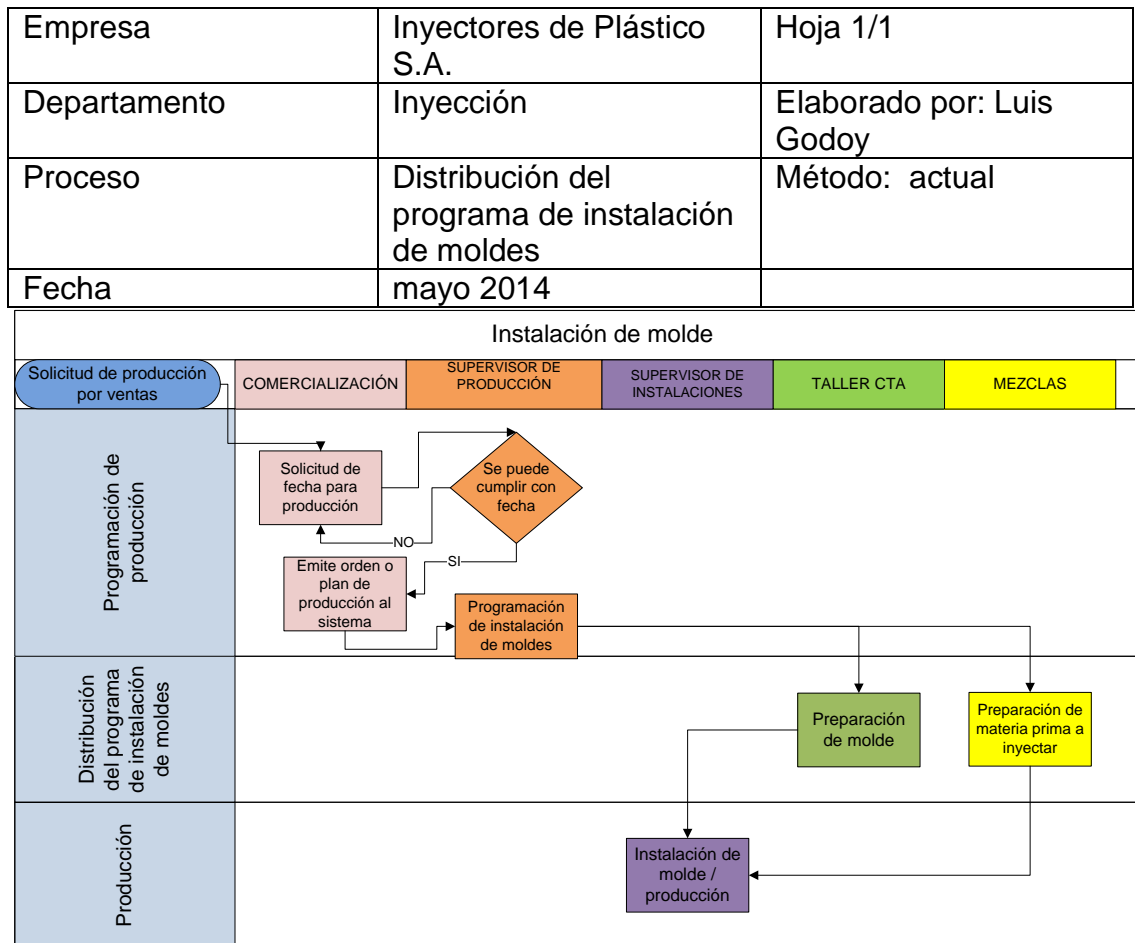
Para realizar la confirmación no existe un formato establecido, sino simplemente se envía un correo a Ventas con la fecha de entrega.

#### **2.2.1.3. Distribución del programa de instalación de moldes**

Después de realizar la programación de producción, se le notifica al supervisor encargado de la instalación de moldes en qué máquinas debe de realizar cambios, de igual manera se distribuye a dos áreas de la empresa, las cuales son: taller y bodega de materia prima, por medio de correo electrónico.

Se envía a taller para que preparen el molde a que se instalará según la programación y evitar atrasos. Luego para bodega de materia prima, para que preparen el material a utilizar en la nueva producción.

Figura 6. **Flujograma de distribución del programa de instalación de moldes**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

### 2.2.1.3.1. Formato de solicitud de materia prima a bodega

Hay un formato establecido para la solicitud de materia prima. El que se utiliza como solicitud, es la programación de instalación de moldes, se puede observar en la figura 7.

Tabla I. **Solicitud de materia prima**

<b>Instalación de molde</b>			
<b>Máquina:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Molde:</b>		<b>Días de producción:</b>	
<b>Fecha de instalación:</b>			

Fuente: elaboración propia.

Con esta información el supervisor de mezcla de material, con la experiencia que posee, ya conoce que tipo de material se utilizará, solo debe de calcular la cantidad de materia prima que se va a utilizar y llevarla a la máquina donde se va a llevar a cabo la producción.

#### **2.2.1.3.2. Procedimiento de preparación de moldes**

Este procedimiento se realiza antes de ser instalado el molde en la máquina, para que cuando se instale no dé problemas al momento de iniciar con la producción. La preparación del molde la realiza el personal de taller, donde verifican el buen funcionamiento de la placa fija, placa móvil y el sistema eléctrico del molde.



Tabla II. **Procedimiento de la preparación de moldes**

<b>Procedimiento de preparación de moldes</b>		
Objetivo: Verificar el buen funcionamiento de la placa fija, placa móvil y el sistema eléctrico		
<b>Criterio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
Revisión de placa fija	1) Cambio de insertos 2) Fechador 3) Revisión conos de Centrado 4) Limpieza de bebedero 5) Revisión de <i>fitting</i>	Operador de turno en taller
Revisión placa móvil	1) Cambio de insertos 2) Revisión de pines de centrado 3) Revisión de expulsores 4) Prueba de fuga de agua	
Revisión de sistema eléctrico	1) Revisión de micros 2) Revisión de cables 3) Revisión de toberas 4) Revisión de termocoplas	

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Componentes de las placas y sistema eléctrico**

<b>Placa fija</b>	<b>Placa móvil</b>
Inserto de propiedad Fechador Conos de centrado Bebedero <i>Fitting</i> y niples para agua	Inserto de propiedad Pines de centrado Expulsores Pruebas de fuga de agua Barra de expulsión
<b>Sistema eléctrico</b>	
Micros Cables Toberas Termocoplas	

Fuente: elaboración propia.

Es de vital importancia hacerle una limpieza superficial al molde que se desea instalar, para evitar manchas de grasa o aceite en el piezas inyectas. En algunos casos es necesario aplicar un mantenimiento preventivo, para evitar que surjan atrasos en la producción.

### **2.2.2. Descripción y análisis de maquinaria y equipo**

Se cuenta con treinta y ocho máquinas inyectoras de diferente tonelaje de fuerza de cierre como de tamaño. Son programadas por los supervisores de turno y por el operador de la máquina. Se realizan mantenimientos preventivos como correctivos para el buen funcionamiento. El Departamento encargado es el Taller de Mantenimiento, donde existe equipo utilizado tanto para reparaciones menores, como para reparaciones mayores. Dentro de este equipo se puede mencionar:

Tabla IV. **Maquinaria que posee taller**

<b>Maquinaria de Taller</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
4	Tornos
3	Prensas
3	Taladros

Fuente: elaboración propia.

Así como materiales utilizados para reparaciones, tanto para moldes como para maquinaria, según sea el caso.

Figura 7. Diagrama causa y efecto de maquinaria y equipo



Fuente: elaboración propia.

La causa raíz que se genera por mantener la máquina y molde sucio, es el contaminado del producto, dando problemas al momento de arranque de la producción.

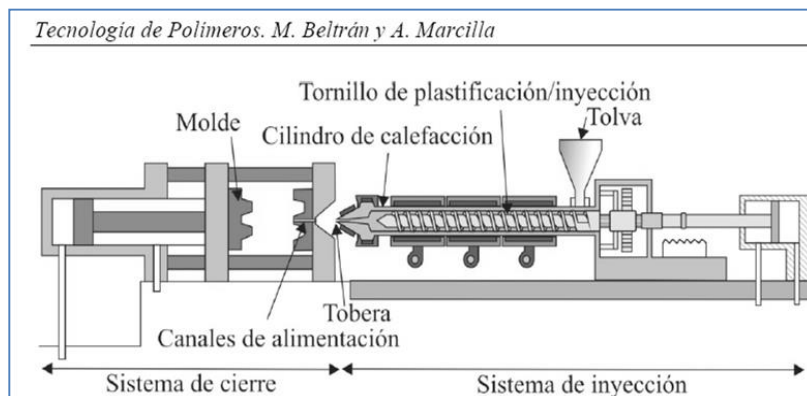
### 2.2.2.1. Máquinas inyectoras

Las máquinas proporcionan un calentamiento uniforme del material, así como un mezclado homogéneo. En estas máquinas la inyección del material se realiza desde la cámara de plastificación, que está provista de un husillo que produce calentamiento del material, transformando parte de la energía mecánica en calor por fricción. La maquinaria funciona con 440 v, que es el voltaje necesario para calentar el husillo.

Cada máquina puede trabajar con cierto número de moldes, es decir, de acuerdo a las dimensiones del molde y según la capacidad de la máquina inyectora.

La inyección plástica es el principal método de la industria moderna en la producción de piezas plásticas, se realiza en serie. El material plástico en forma de polvo o granulada se deposita para varias operaciones en una tolva, que alimenta un cilindro de caldeo, mediante rotación de un husillo o tornillo sin fin, se transporta el plástico y por el calor la resina se va fundiendo hasta llegar al estado líquido, el husillo también tiene, aparte del movimiento de rotación, un movimiento axial para darle a la masa líquida la presión necesaria para llenar el molde.

Figura 8. **Máquina inyectora**



Fuente: BELTRAN, M; MARCILLA, A. *Tecnología de polímeros*.  
<<http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf>>. [Consulta: noviembre 2013].

La empresa posee un aproximado de noventa moldes de inyección, la mayoría se utilizan. A estos moldes de producción constante se les da limpieza superficial y se verifica su funcionamiento antes de utilizarlos, mientras que los demás moldes, están almacenados.

### **2.2.2.2. Moldes**

El funcionamiento del moldeo por inyección es inyectar un polímero fundido en un molde cerrado, donde se solidifica para dar el producto. La pieza moldeada se recupera al abrir el molde para sacarla.

Este material de inyección se inyecta en el molde, a una presión alta y la mayoría de veces con una velocidad alta, seguidamente, el material se solidifica por el sistema de refrigeración del molde.

La masa tiene que solidificarse en el molde, de forma rápida y homogénea, para que se puedan producir el mayor número posible de piezas inyectadas, en una cierta unidad de tiempo.

Los moldes para plásticos se construyen de diversas maneras, en función de la forma de la pieza que se quiere obtener, por lo general son moldes partidos, si la pieza es de revolución y simétrica, lo más común es que sea de macho (núcleo) y hembra (matriz), de lo contrario tendrá múltiples partes que se ensamblan para el cierre y llenado del molde y se abren para el desmolde de la pieza.

En la construcción de moldes para inyección de plásticos es necesario utilizar aceros especiales para las condiciones de trabajo, debido a las cargas severas a que son sometidos, y porque se requiere alta precisión en los acabados. A esto hay que añadir que las tolerancias manejadas son muy finas. Los aceros, utilizados en moldes para inyección deben cumplir con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la temperatura
- Resistencia a la abrasión
- Aptitud para el pulido
- Buena conductividad térmica
- Buena resistencia química
- Tratamiento térmico sencillo

Dentro de los aceros para moldes se encuentran los de cementación, de nitruración, templados, bonificados para el empleo en el estado de suministro o resistentes a la corrosión.

Tabla V. **Tabla de moldes**

<b>MOLDE</b>	
Palangana Núm. 2	Tapadera bote 45 litros
Matamoscas	Tapa 48 mm CPET
Tapa cubeta 1 galón	Tapón H 5"
<i>Filter pack</i>	Tapa para cubeta 10 litros
Tapa brillante	Tapa para bote TP
Caja ordenadora Núm. 3	Pedal para bote TP
Caja organizadora Núm. 4	Cajilla 24 botellas Núm. 2 embosula
Tarro	Balde pequeño
Tapadera cubeta 20 litros	Canasto Núm. 2
Cubeta 1 galón	Tapa plana 55 mm para pet
Tapa cubeta 5 galones TH lisa	Slide 48 cav
Base para dispensador 2 cav	Tapa plana con abre fácil celeste
Molde cilíndrico de plástico	Cubetas 5 galones
Tapa tarro 425 gramos	Tapa para tambo Talishte
Cajilla 24 botellas alta recta CCN	Tenedor LKM Núm. 2
Tapa de caja de transporte	POT 4.0"
Caja ordenadora Núm. 5	Cubeta 20 litros Núm. 2
Canasto Núm. 1	Caja industrial 660x553x150 mm
Caja 24 botellas alta recta Nicaragua	Tapa rosca 38 mm revive

Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los moldes es de diferente estilo y tamaño. Solo se cuenta con un molde para cada uno de los artículos que se producen en la empresa.

#### **2.2.2.2.1. Partes de un molde de inyección**

Fundamentalmente un molde de inyección está formado por dos partes: el macho (núcleo) y la hembra (matriz). Cada una de estas partes está sujeta a una platina de la máquina de inyección, las cuales una es fija y la otra móvil. En la mayoría de los casos, la hembra se encuentra sujeta a la platina fija y el macho a la platina móvil.

El material plástico entra al molde a través del bebedero. El bebedero se retiene con las placas de sujeción y moldeo, posee un agujero ahusado que cuando está lleno de plástico se llama mazarota.

El plástico se mueve del bebedero al canal distribuidor. Esto es una ranura cortada en uno o dos lados del molde y actúa como una tubería entre la cavidad. El plástico desciende por el canal distribuidor y penetra al inserto hembra o matriz por el canal de llenado.

El molde es un trozo de acero, usualmente de una cavidad más alta que la de las placas, que se ha trabajado a máquina con exactitud, a fin de proveer la superficie exterior o interior de la pieza más una tolerancia para encogimiento, la cavidad casi siempre posee una ranura cortada alrededor de su superficie exterior para circulación de agua de enfriamiento. Esto proporcionará el enfriamiento que la inserción necesita para que el plástico líquido se convierta en sólido en el tiempo más corto posible.

Para hacer dicha instalación de agua, las mangueras poseen un anillo del tipo o-rings. Estos actúan como sellos de manera que, el agua no se escapará al resto del molde. Estos proporcionarán enfriamiento al centro de la pieza y al molde.

Luego de que se ha llenado el molde con plástico y este se ha solidificado, entra en funcionamiento el sistema expulsor (no siempre presente en todos los moldes), este sistema es el que desaloja el artículo y la colada de la unidad del molde. En la mayoría de los casos el sistema expulsor está formado solo por un número de pines cilíndricos que son llamados barras expulsoras, los cuales están sostenidos en el molde por medio de la placa expulsora.

- Sistema de enfriamiento
- Aro o anillo centrador
- Superficie a moldear o núcleo
- Barras expulsoras

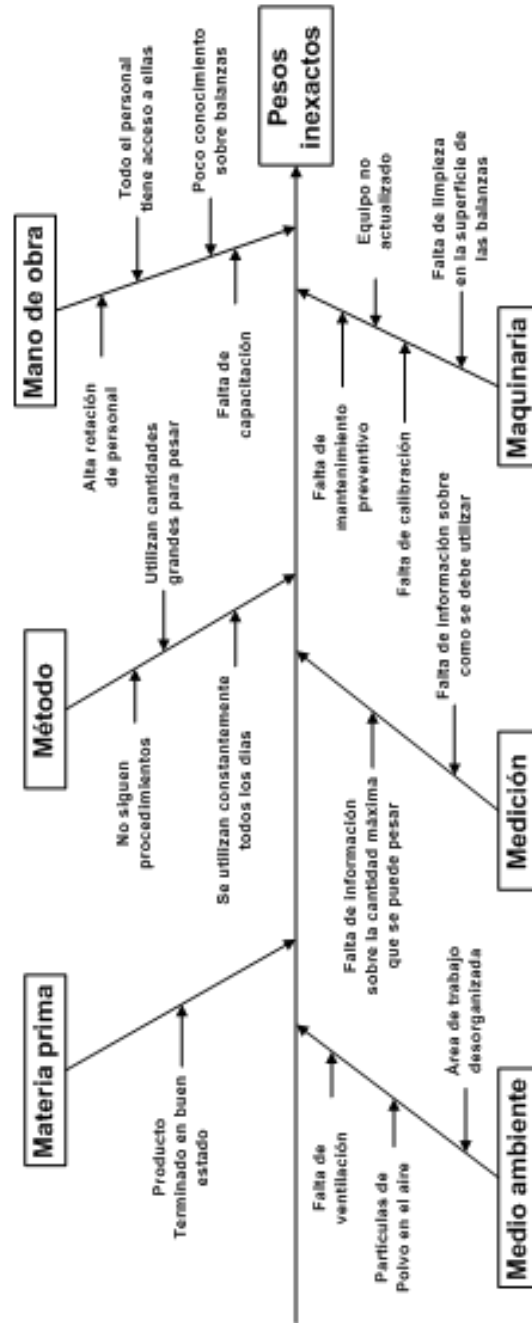
### **2.2.2.3. Balanza**

Las balanzas son de tipo electrónico, son utilizadas al momento de iniciar la producción. Cuando se regula la máquina y se inicia a inyectar, obteniendo las primeras piezas del producto solicitado. Actualmente se cuenta con cinco balanzas.

Las balanzas están compuestas por un plato donde se colocan las piezas que se van a pesar y posee una pantalla digital donde se muestra la cantidad pesada en gramos. Las balanzas tienen un papel importante en esta parte de la producción, por medio de ellas, se pesan las primeras piezas obtenidas y se verifica si cumple con el peso ya establecido por la empresa.



Figura 9. Diagrama causa y efecto de balanzas



Fuente: elaboración propia.

Es de vital importancia mantener las balanzas en buen estado, con un mantenimiento adecuado y calibradas para evitar pesajes inexactos cuando se utilicen. La calibración la realiza una empresa externa, una vez al año, por lo que más adelante se propone hacer dicha calibración, dos veces por año.

#### **2.2.2.4. Mezclador de material**

Son utilizados en el área de Materia Prima, para mezclar el material solicitado con las especificaciones requeridas por el supervisor de mezclas.

Se cuenta con un mezclador de material, el cual tiene una tolva y dos rodillos. La tolva es donde se deposita la materia prima que va a ser mezclada con los aditivos, luego esta pasa por dos rodillos que generan fricción dando como resultado una mezcla homogénea.

La tolva posee en su base un par de imanes para evitar que pase algún metal que pueda contaminar y destruir alguna parte del mezclador.

La única limpieza que se le hace al mezclador es cuando se hace cambio de materia prima a mezclar, para evitar contaminación alguna, se le realiza mantenimiento, pero no con frecuencia, debido a esto surgen pequeños atrasos con la materia prima para utilizar en las máquinas

#### **2.2.3. Descripción del proceso de producción**

El proceso de inyección lo forman cada uno de procesos llevados a cabo para obtener un producto con las especificaciones indicadas por el cliente. El proceso va desde programación de la producción, montaje y desmontaje de

molde, despacho de materia prima, características técnicas y regulación de la maquinaria, verificación de calidad, obteniendo como resultado piezas de plástico requeridas.

### **2.2.3.1. Descripción del proceso de cambio de molde**

El proceso de cambio de molde se divide en montaje y desmontaje, inicia después de realizar la programación de la producción, es allí donde se conoce qué moldes hay que cambiar y en qué máquinas.

#### **2.2.3.1.1. Equipo para el cambio de molde**

La mayoría de las causas de retraso surgidas son por falta del equipo adecuado para llevar a cabo un cambio de molde.

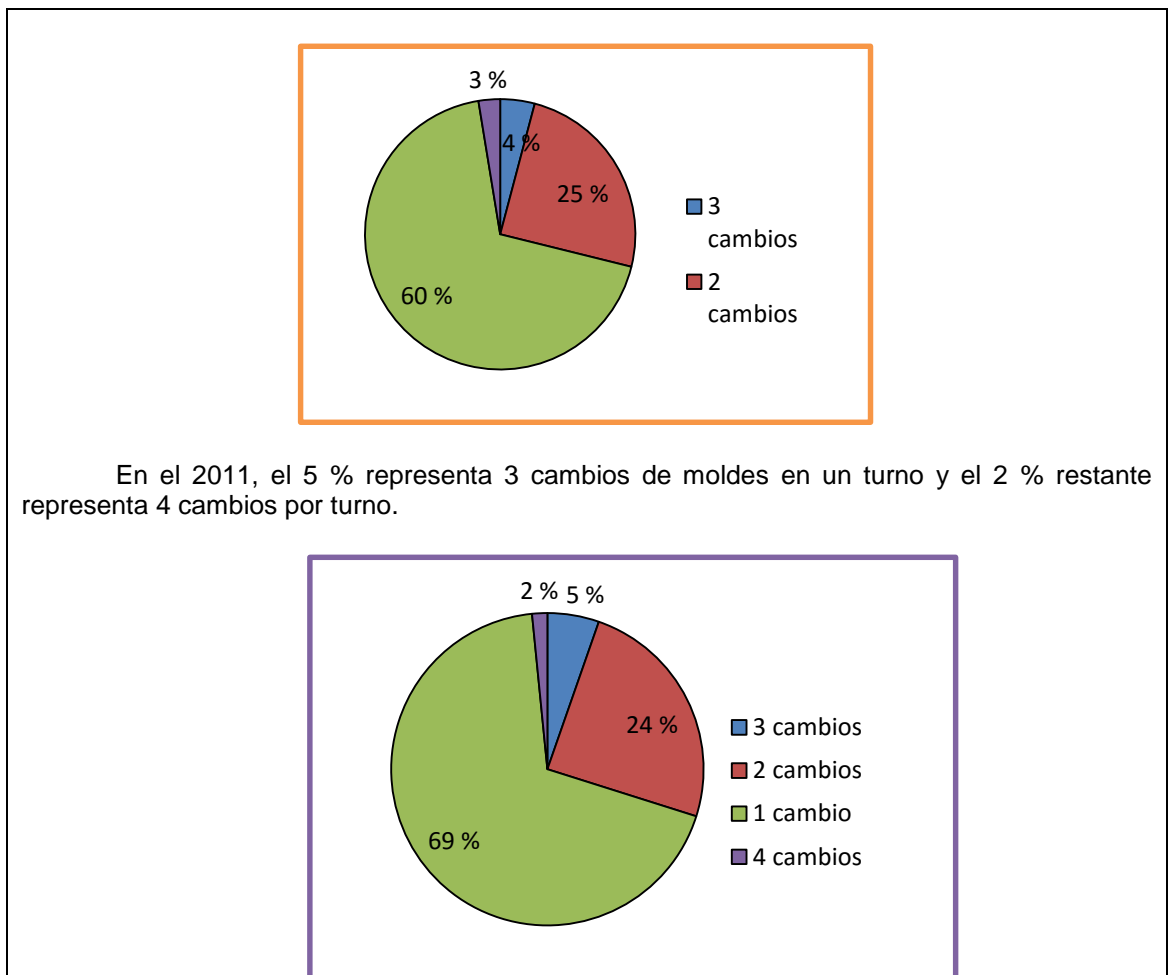
El personal de cambio de molde difícilmente recuerda que llaves necesitan para realizar un cambio en alguna máquina y conforme van avanzando en el trabajo se dan cuenta qué herramienta deben usar y salen a buscarla. No se cuenta con suficiente herramienta para llevar a cabo dos o más cambios al mismo tiempo. No poseen la herramienta necesaria en el lugar de trabajo para realizar el cambio.

Por el mal uso de la herramienta, los moldes se van dañando y se quiebran al momento de ejercerles mucha fuerza. Estas y muchas otras causas más hacen al operario abandonar el puesto de trabajo.



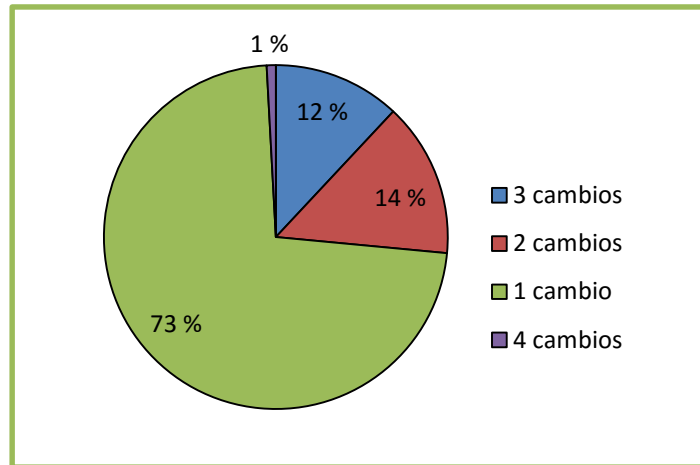
Para obtener los gráficos se contabilizó cada uno de los montajes que se realizaron por año, en el 2011 el 4 % representa 3 cambios de molde por turno y el 3 % fueron 4 cambios de molde por turno. De igual forma se realizó para el 2012 y parte del 2013. El propósito de estos gráficos es demostrar y justificar la cantidad de kits necesarios que se deben armar para cubrir los cambios de moldes durante los turnos de trabajo.

Figura 10. **Cambios de molde por turno**



Continuación de la figura 10.

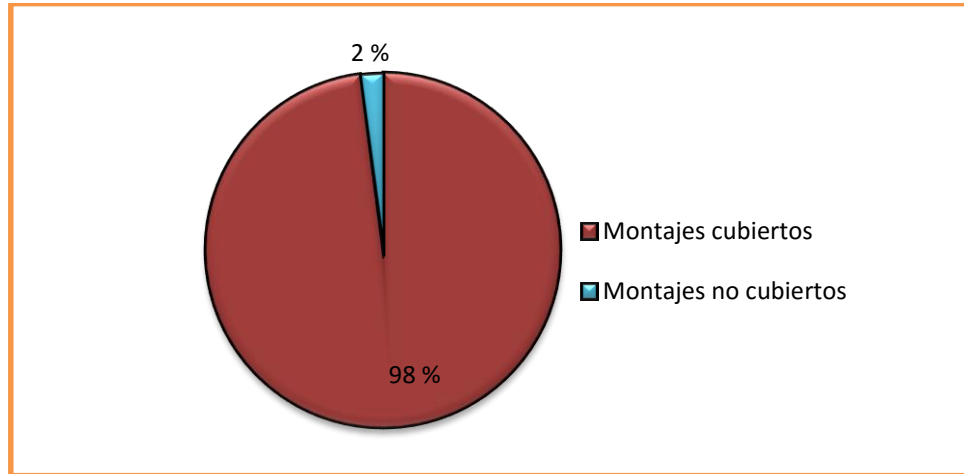
En el 2012, el 12 % de los cambios de moldes realizados fueron 3 por turno y el 1 % representa 4 cambios por turno.



Para el 2013 el 12 % de los cambios de moldes realizados fueron 3 por turno y 1 % representa 4 cambios por turno.

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Cambios cubiertos con tres *kits* de herramienta**



Promedio total	
Montajes cubiertos	Montajes no cubiertos
98 %	2 %

Fuente: elaboración propia.

Dando como resultado que se deben de armar 3 *kits* de herramienta para cambios de molde, cubriendo el 98 % del total de instalaciones de molde.

### 2.2.3.1.2. **Montaje y desmontaje de molde**

Los moldes de inyección no se encuentran de manera fija en las máquinas inyectoras, pueden ser montados y desmontados las veces que sean necesarias, únicamente hay que tomar en cuenta ciertas características de los moldes, tales como:

- Tamaño del molde

- Capacidad de apertura del molde
- Presión necesaria para el funcionamiento del molde
- Que la máquina proporcione la suficiente refrigeración al molde

El tiempo de montaje y desmontaje de los moldes también depende de las características anteriores, aunque la disminución de estos tiempos influye en mantener una buena eficiencia en la planta.

### **2.2.3.2. Diagrama de proceso**

Para la evaluación de los tiempos del montaje y desmontaje de moldes, a continuación se presenta en la figura 15 del diagrama de flujo del proceso del cambio del molde caja de transporte.

Para el desmontaje, primero se deben quitar las mangueras que conducen el agua, para el sistema de enfriamiento del molde, lo cual es realizado por el operador de la máquina, seguidamente con el polipasto se sujeta el molde, se desajustan las bridas que están sosteniendo el molde con las platinas de la máquina. Posteriormente, por falta de tarima para colocar el molde fuera de la máquina surgió un atraso en el proceso.

En el montaje del molde se sujeta con el polipasto, se sube y se centra en la máquina, pero por falta de tornillos y bridas se da un atraso en la instalación. Seguidamente se asegura el molde a las platinas.

Luego por parte del supervisor de turno, le da la fuerza de cierre al molde, aquí se le da la presión necesaria al molde para que la inyección de plástico sea uniforme. Realizada esta operación, se libera el molde del polipasto.

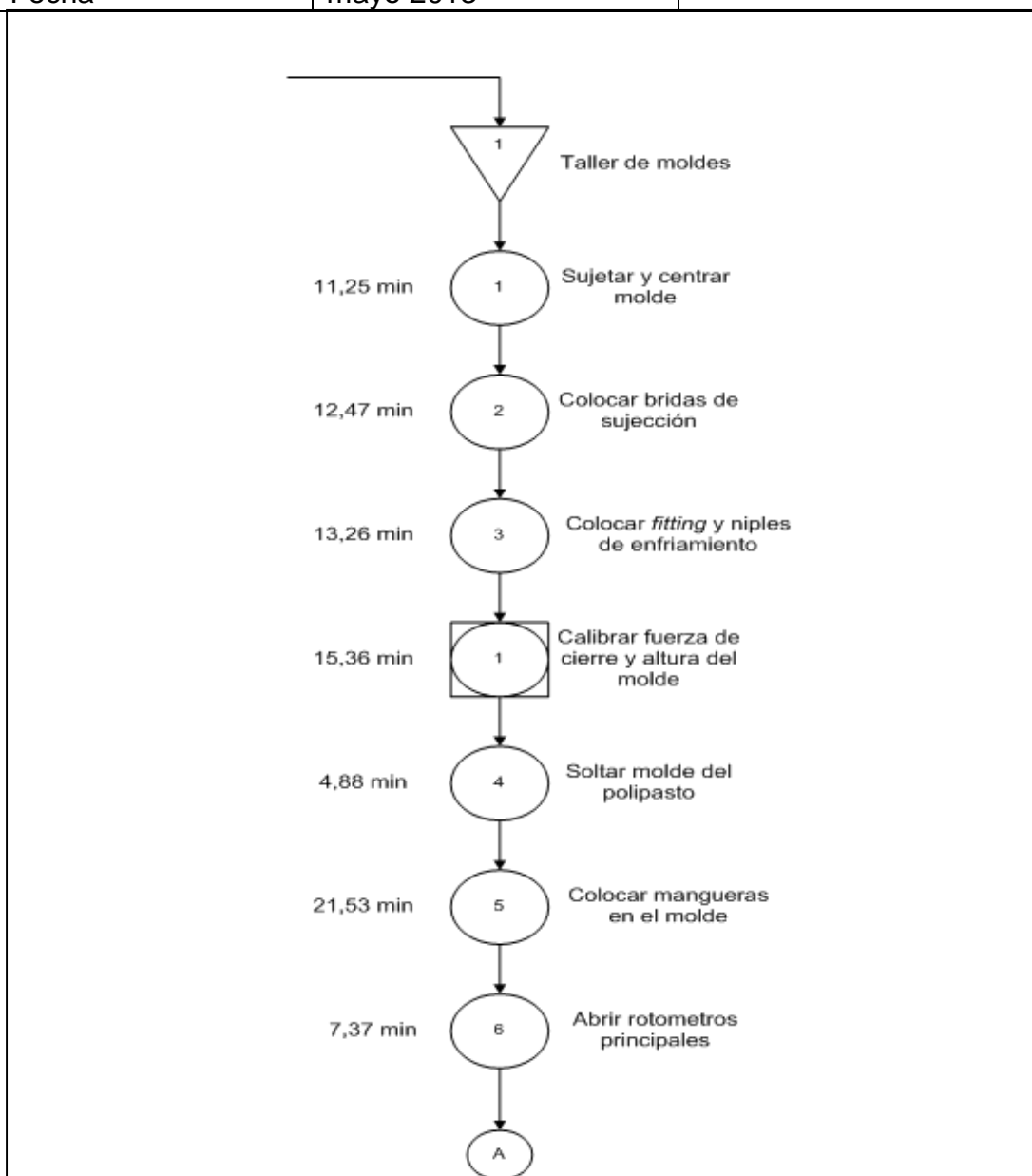


A continuación se le debe de instalar el sistema de enfriamiento al molde, pero por falta de mangueras se dio un atraso. Instalado el sistema, se abren las llaves de paso del agua y se inspecciona si hay fuga en las mangueras o en el molde.

Por parte del supervisor de turno, se regula la máquina donde se calibra la velocidad, fuerza de cierre y la cantidad de material que debe de inyectarse para obtener el producto con los requisitos establecidos por el cliente.

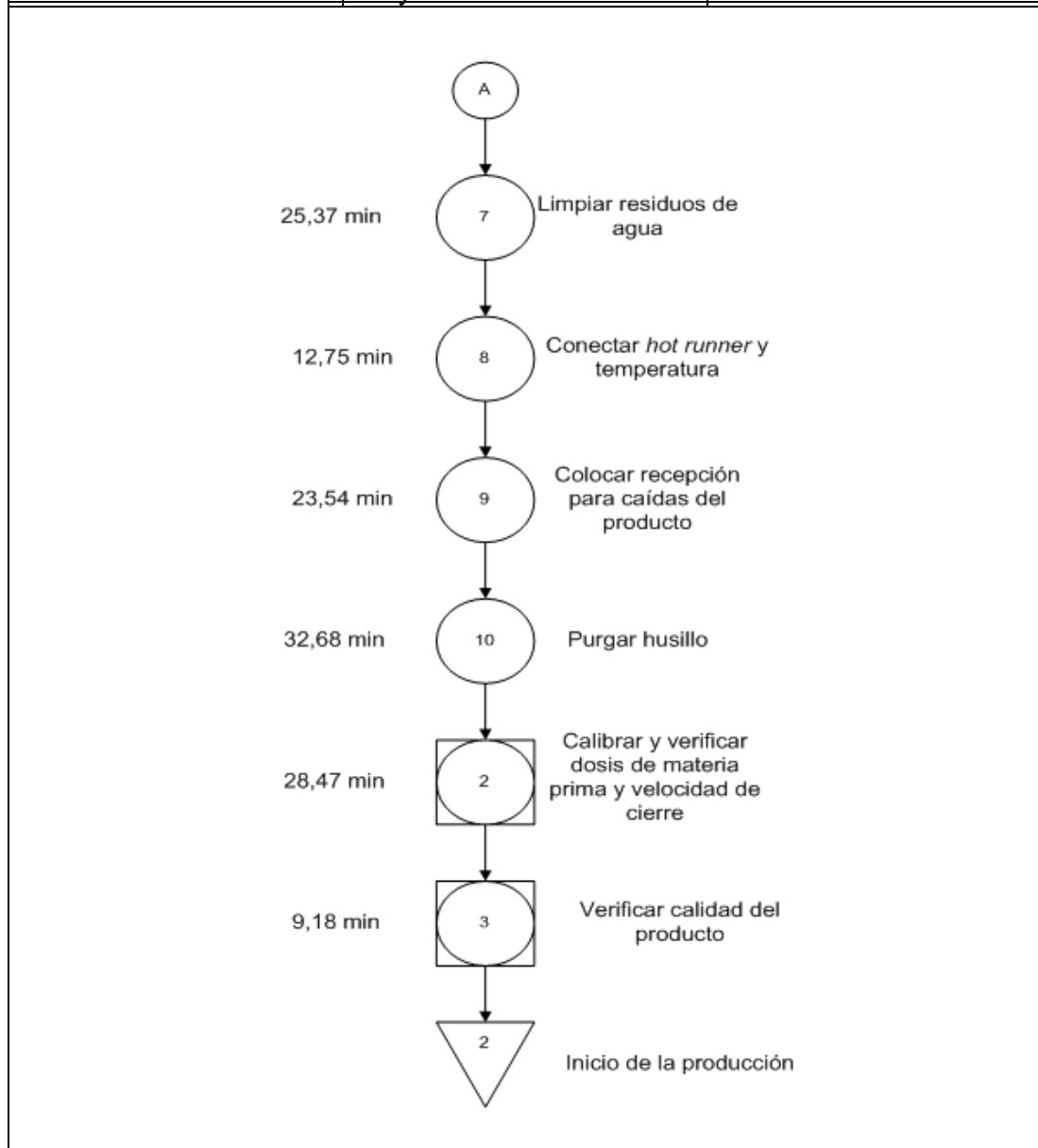
Figura 12. Diagrama de flujo del montaje de molde línea industrial

Empresa	Inyectores de Plástico S.A.	Hoja 1/3
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy
Proceso	Montaje molde caja de transporte cerrada baja	Método: actual
Fecha	mayo 2013	








Continuación de la figura 12.

Empresa	Inyectores de Plástico S.A.	Hoja 2/3
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy
Proceso	Montaje molde caja de transporte cerrada baja	Método: actual
Fecha	mayo 2013	



Continuación de la figura 12.

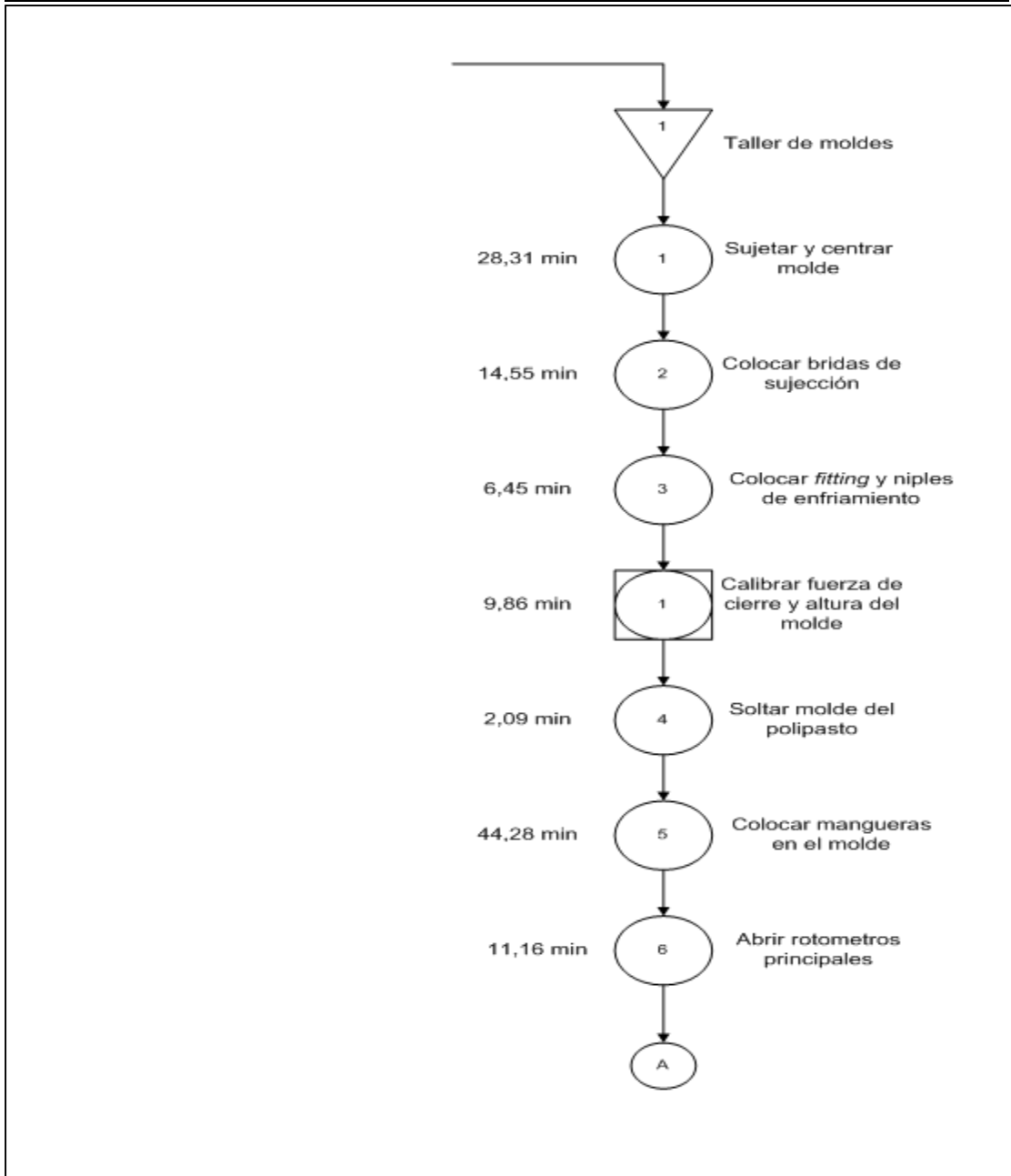
Empresa	Inyectores de Plástico S.A.	Hoja 3/3		
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy		
Proceso	Montaje molde caja de transporte cerrada baja	Método: actual		
Fecha	mayo 2013			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (mtrs)
	Operación	10	165,1	
	Inspección	0	0	
	Inspección/operación	3	53,01	
	Transporte	0	0	0
	Almacenaje	2	0	
			<b>218,11</b>	<b>0</b>

Fuente: Grupo Agroindustriales. <[www.grupoindustrialeec.com](http://www.grupoindustrialeec.com)>. Consulta: noviembre de 2013.

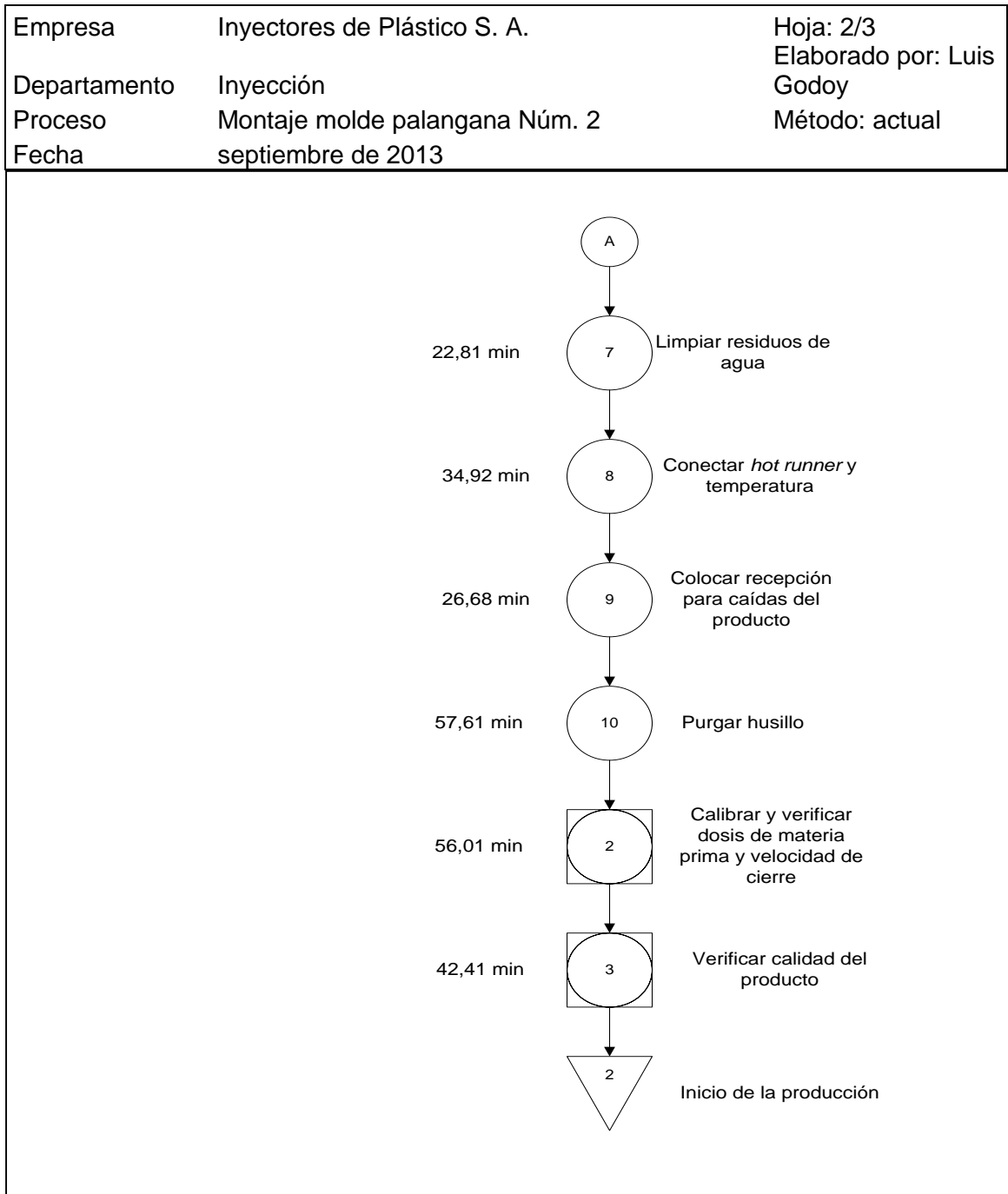
Se puede apreciar el diagrama de flujo del proceso de montaje de molde, caja de transporte cerrada baja. En el resumen del diagrama se puede observar que el tiempo total del proceso es de 218,11 minutos (3 horas 38 minutos).

Figura 13. Diagrama de flujo del montaje de molde línea doméstica

Empresa	Inyectores de Plástico S. A.	Hoja: 1/3
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy
Proceso	Montaje molde palangana Núm. 2	Método: actual
Fecha	septiembre de 2013	



Continuación de la figura 13.



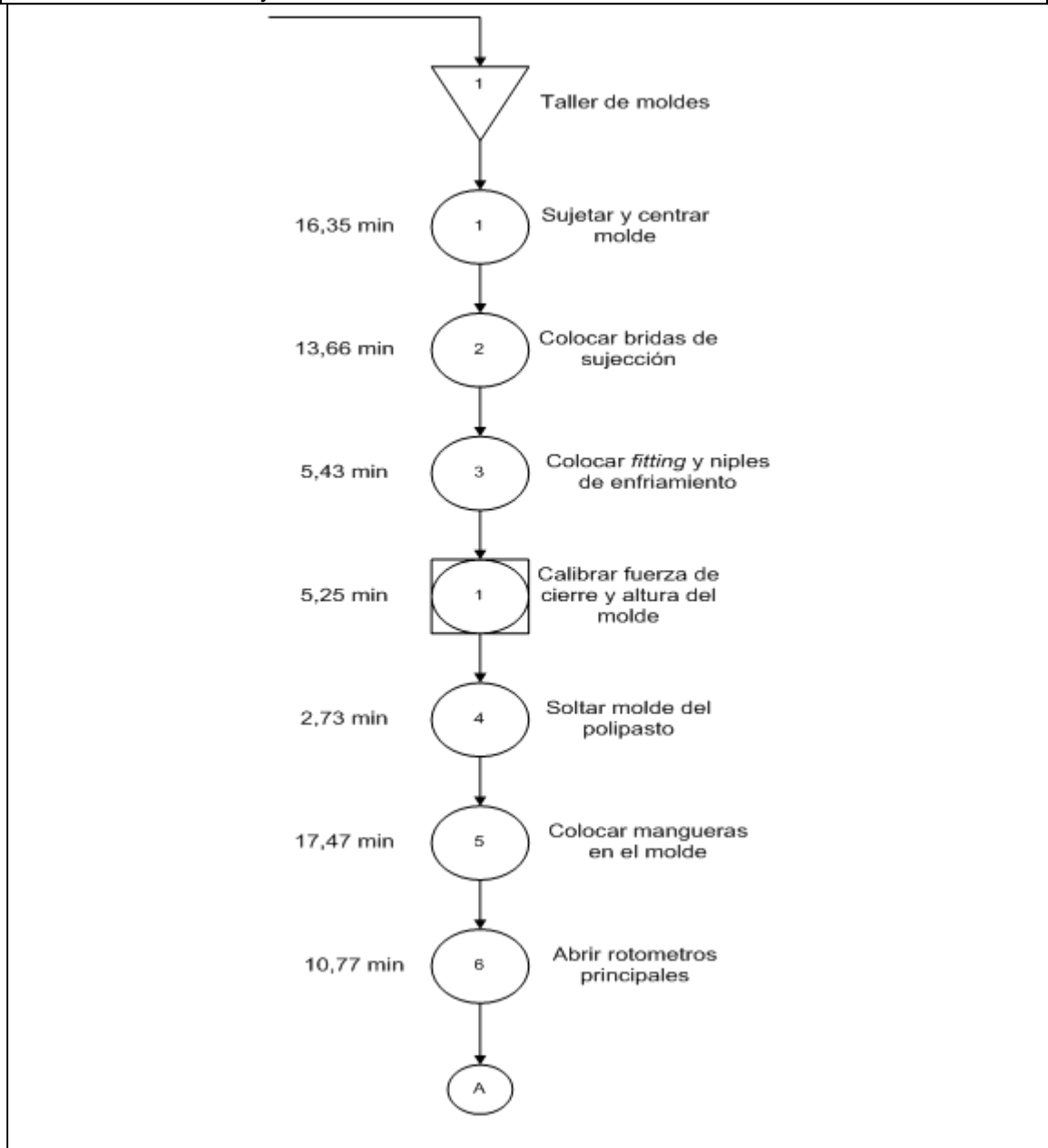
Continuación de la figura 13.

Empresa	Inyector de Plástico S. A.	Hoja: 3/3		
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy		
Proceso	Montaje molde palangana Núm. 2	Método: actual		
Fecha	septiembre de 2013			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (mtrs)
	Operación	10	248,86	
	Inspección	0	0	
	Inspección/ operación	3	108,28	
	Transporte	0	0	0
	Almacenaje	2	0	
			<b>357,14</b>	<b>0</b>

Fuente: Grupo Agroindustriales. <www.grupoindustrialeec.com>. Consulta: noviembre de 2013.

Figura 14. Diagrama de flujo del montaje de molde de la línea pequeño consumidor

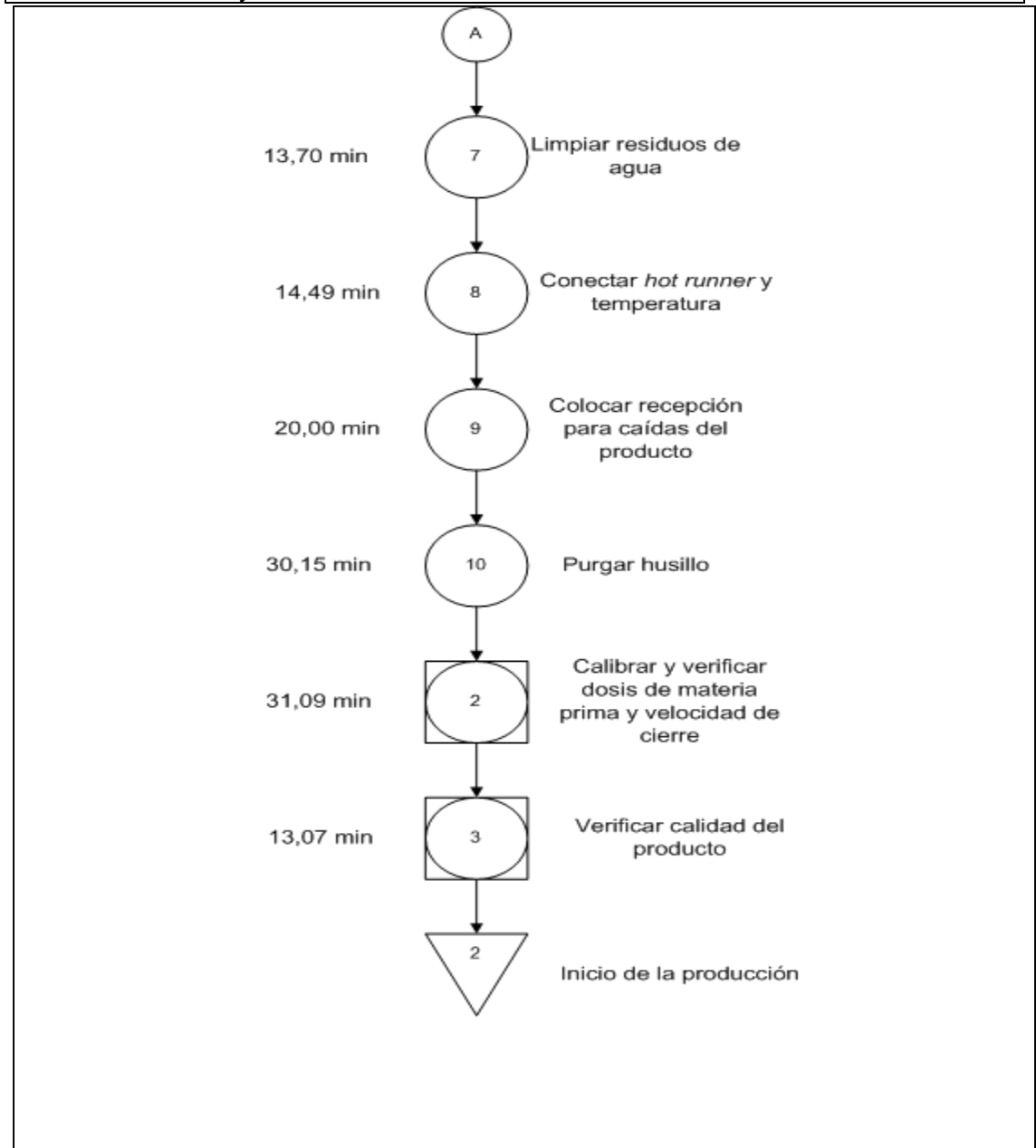
Empresa	Inyectores de Plástico S. A.	Hoja: 1/3
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy
Proceso	Montaje de molde canasto Núm. 1	Método: actual
Fecha	mayo de 2013	










Continuación de la figura 14.

Empresa	Inyectores de Plástico S. A.	Hoja: 2/3
Departamento	Inyección Montaje de molde canasto	Elaborado por: Luis Godoy
Proceso	Núm. 1	Método: actual
Fecha	mayo de 2013	



Continuación de la figura 14.

Empresa	Inyectores de Plástico S. A.	Hoja: 3/3		
Departamento	Inyección	Elaborado por: Luis Godoy		
Proceso	Montaje de molde canasto Núm. 1	Método: actual		
Fecha	mayo de 2013			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (mtrs)
	Operación	10	144,75	
	Inspección	0	0	
	Inspección/ operación	3	49,41	
	Transporte	0	0	0
	Almacenaje	2	0	
			<b>194,19</b>	<b>0</b>

Fuente: Grupo Agroindustriales. <[www.grupoindustrialeec.com](http://www.grupoindustrialeec.com)>. Consulta: noviembre de 2013.

### 2.2.3.2.1. Estudio de tiempos

Se hizo un estudio de tiempos en los cambios de moldes que se realizaron en las diferentes máquinas, para determinar así cada uno de los retrasos en el proceso, permitiendo dar una mejor solución.

“El estudio de tiempos es una técnica para determinar, con la mayor exactitud, los retrasos que pueden afectar a un proceso<sup>2</sup>”.

- Operaciones del proceso en el montaje de molde
  - Instalar molde
  - Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto
  - Colocar bridas de sujeción y accesorios varios
  - Colocar *fitting* y niples de enfriamiento
  - Calibrar fuerza de cierre y altura del molde
  - Soltar molde del polipasto
  
- Instalación de agua
  - Colocar mangueras en el molde
  - Abrir llaves principales y de paso (rotámetros)
  - Limpiar residuos de agua
  - Conectar *hot runner* y controlar temperatura
  
- Optimización de parámetros
  - Colocar recepción para la caída del producto
  - Purgar husillo
  - Calibrar dosis de materia prima y fuerza de cierre
  - Prueba de calidad del producto

Una operación son cambios intencionales en una o más características a la materia prima transformándola en producto. Una actividad consiste en la ejecución de ciertas tareas utilizando recurso humano, materiales, técnicos a cargo de una entidad administrativa de la empresa.

- Selección de número de ciclos a observar

---

<sup>2</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del tiempo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 33.

Debido a que la producción es larga, para cada una de las máquinas y por políticas de la empresa, fue indicado que se realizaran 3 observaciones a cada uno de los moldes analizados.

- Toma de tiempos: método de lectura con retraso a cero, según García Criollo, segunda edición, “Se observó el proceso, para luego definir las operaciones que tiene el proceso de cambio de molde, de esta manera generar un formato para la toma tiempo, donde el método de lectura con retraso a cero se utilizó y consiste en oprimir y soltar inmediatamente el botón del reloj cuando termina cada operación, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha<sup>3</sup>”.

Los tiempos están establecidos en minutos para cada una de las operaciones del proceso de montaje de molde. Para el estudio se observaron tres diferentes líneas de producción las cuales son:

- Línea industrial
- Línea doméstica
- Línea pequeño consumidor

Para la toma de tiempos se tomó como base un molde para cada una de las líneas observadas.

- En la línea industrial se realizan los siguientes productos:
  - Tapa cubeta 1 galón
  - Caja de transporte cerrada baja
  - Tapadera cubeta 20 litros
  - Cubeta 1 galón
  - Tapa cubeta 5 galones TH lisa

---

<sup>3</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del tiempo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 196.

- Molde cilíndrico de plástico
  - Cajilla 24 botellas alta recta
  - Tapa caja de transporte
  - Cubeta 5 galones
  - Caja industrial
- En la línea doméstica se realizan los siguientes productos:
    - Palangana núm. 2
    - Matamoscas
    - Tarro
    - Base dispensador
    - Pedal para bote TP
    - Tenedor LKM núm. 2
  - En la línea pequeño consumidor se realizan los siguientes productos:
    - Caja ordenadora núm. 3
    - Caja organizadora núm. 4
    - Caja ordenadora núm. 5
    - Canasto núm. 1
    - Balde pequeño
    - Canasto núm. 2

Tabla VII. Toma de tiempo máquina I-4

INYECTORES DE PLÁSTICO				
Área industrial	Turno: diurno			
Molde: caja de transporte cerrada baja	Máquina: I-4			
Montaje de molde				
MONTAR MOLDE	T1	T2	T3	Promedio
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	9,80	8,36	15,58	11,25
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	20,7	13,25	3,52	12,5
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	14,01	16,43	9,42	13,3
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	15,01	18,01	13,2	15,4
Soltar molde del polipasto	6,1	4,9	3,3	4,8
INSTALACIÓN DE AGUA				
Colocar mangueras en el molde	20,76	22,36	21,48	21,53
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	6,28	7,34	8,48	7,37
Limpiar residuos de agua	23,85	26,15	26,12	25,37
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	10,7	13,82	13,74	12,75
OPTIMIZACIÓN				
Colocar recepción para caída del producto	30,01	11,35	29,26	23,54
Purgar husillo	35,95	35,75	26,4	32,70
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	25,6	30,35	29,5	28,48
Prueba de calidad del producto	9,47	9,74	8,32	9,18
<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>				<b>218,12</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Tabla toma de tiempo máquina I-29

INYECTORES DE PLÁSTICO				
Área doméstica	Turno: diurno			
Molde: palangana número 2	Máquina: I-29			
Montaje de molde				
MONTAR MOLDE	T1	T2	T3	Promedio
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	39,41	21,46	25,27	28,71
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	18,42	13,67	11,57	14,55
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	11,53	3,57	4,26	6,45
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	17,32	8,53	3,74	9,86
Soltar molde del polipasto	2,71	2,28	1,29	2,09
INSTALACIÓN DE AGUA				
Colocar mangueras en el molde	47,27	59,25	26,31	44,28
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	12,85	16,36	4,28	11,16
Limpiar residuos de agua	21,57	28,48	18,38	22,81
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	2,71	90,91	11,13	34,92
OPTIMIZACIÓN				
Colocar recepción para caída del producto	17,37	49,39	13,28	26,68
Purgar husillo	42,74	112,73	17,36	57,61
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	56,39	95,26	16,37	56,01
Prueba de calidad del producto	81,5	42,62	3,11	42,41
<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>				<b>357,55</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Toma de tiempos máquina I-13

INYECTORES DE PLÁSTICO				
Área doméstica	Turno: diurno			
Molde: palangana número 2	Máquina: I-29			
Montaje de molde				
MONTAR MOLDE	T1	T2	T3	Promedio
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	39,41	21,46	25,27	28,71
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	18,42	13,67	11,57	14,55
Colocar <i>fiting</i> y niples de enfriamiento	11,53	3,57	4,26	6,45
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	17,32	8,53	3,74	9,86
Soltar molde del polipasto	2,71	2,28	1,29	2,09
INSTALACIÓN DE AGUA				
Colocar mangueras en el molde	47,27	59,25	26,31	44,28
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	12,85	16,36	4,28	11,16
Limpiar residuos de agua	21,57	28,48	18,38	22,81
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	2,71	90,91	11,13	34,92
OPTIMIZACIÓN				
Colocar recepción para caída del producto	17,37	49,39	13,28	26,68
Purgar husillo	42,74	112,73	17,36	57,61
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	56,39	95,26	16,37	56,01
Prueba de calidad del producto	81,5	42,62	3,11	42,41
<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>				<b>357,55</b>

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo normal

Para el cálculo del tiempo normal de cada uno de los procesos observados, se basó en que los operadores poseen las mismas habilidades, dedican el mismo esfuerzo, las condiciones de trabajo son buenas y su consistencia. Por lo tanto, el porcentaje de calificación del desempeño asignado será el mismo para cada uno de los cálculos realizados.

Tabla X. **Calificación del desempeño**

Habilidades	0,08
Esfuerzo	0,05
Condiciones	0,04
Consistencia	0,03
<b>Suma Aritmética</b>	<b>0,2</b>
<b>Factor de desempeño</b>	<b>1,2</b>

Fuente: elaboración propia.

El cálculo que se presenta a continuación se realizará para el montaje de molde.

$$TN = TO \times (C/100)$$

TO = tiempo observado o tiempo total (Ttotal)

C = calificación del desempeño

Tabla XI. **Tiempo normal para la línea industrial**

INYECTORES DE PLASTICO			
Área industrial	Tumo: diurno		
Molde: caja de transporte cerrada baja	Máquina: I-4		
Monjate de Molde			
MONTAR MOLDE	TO	Calificación del desempeño	TN
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	11,2	1,20	13,50
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	12,5	1,20	14,99
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	13,3	1,20	15,94
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	15,4	1,20	18,49
Soltar molde del polipasto	4,8	1,20	5,72
INSTALACIÓN DE AGUA			
Colocar mangueras en el molde	21,53	1,20	25,84
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	7,37	1,20	8,84
Limpiar residuos de agua	25,37	1,20	30,45
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	12,75	1,20	15,30
OPTIMIZACIÓN			
Colocar recepción para caída del producto	23,540	1,20	28,25
Purgar husillo	32,700	1,20	39,24
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	28,483	1,20	34,18
Prueba de calidad del producto	9,177	1,20	11,01

Fuente: elaboración propia.



Tabla XII. Tiempo normal para la línea doméstica

INYECTORES DE PLÁSTICO			
Área doméstica	Turno: diurno		
Molde: palangana número 2	Máquina: I-29		
Montaje de molde			
MONTAR MOLDE	TO	Calificación del desempeño	TN
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	28,71	1,20	34,46
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	14,55	1,20	17,46
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	6,45	1,20	7,74
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	9,86	1,20	11,84
Soltar molde del polipasto	2,09	1,20	2,51
INSTALACIÓN DE AGUA			
Colocar mangueras en el molde	44,28	1,20	53,13
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	11,16	1,20	13,40
Limpiar residuos de agua	22,81	1,20	27,37
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	34,92	1,20	41,90
OPTIMIZACIÓN			
Colocar recepción para caída del producto	26,68	1,20	32,02
Purgar husillo	57,61	1,20	69,13
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	56,01	1,20	67,21
Prueba de calidad del producto	42,41	1,20	50,89

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Tiempo normal para la línea pequeño consumidor

INYECTORES DE PLÁSTICO			
Pequeño consumidor	Turno: diurno		
Molde: canasto número 1	Máquina: I-13		
Montaje de molde			
MONTAR MOLDE	TO	Calificación del desempeño	TN
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	16,35	1,20	19,62
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	13,66	1,20	16,39
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	5,43	1,20	6,52
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	5,25	1,20	6,30
Soltar molde del polipasto	2,73	1,20	3,28
INSTALACIÓN DE AGUA			
Colocar mangueras en el molde	17,47	1,20	20,96
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	10,77	1,20	12,93
Limpiar residuos de agua	13,70	1,20	16,44
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	14,49	1,20	17,39
OPTIMIZACIÓN			
Colocar recepción para caída del producto	20,00	1,20	24,00
Purgar husillo	30,15	1,20	36,18
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	31,09	1,20	37,31
Prueba de calidad del producto	13,07	1,20	15,69

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo estándar

Las lecturas del cronómetro en el estudio de tiempo presentado se tomaron en un período de tiempo relativamente largo, pero el tiempo normal o efectivo no incluye las demoras inevitables que quizás no fueron observadas ni algunos otros tiempos perdidos. En consecuencia se deben hacer ajustes para compensar esas pérdidas utilizando los suplementos, para obtener el tiempo estándar (TS) de esa operación.

Figura 15. **Tabla de suplementos**

<b>Tabla 11-11</b> Tabla de suplementos revisados	
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES DE DESCANSO</b>	
Suplementos por postura	
De pie	2
Incómoda (agachado, acostado, en cuclillas)	10
Niveles de iluminación	
Un nivel (una subcategoría de IES) abajo de lo recomendado	1
Dos niveles abajo de lo recomendado	3
Tres niveles abajo de lo recomendado (categoría IES completa)	5
Estrés visual (atención estrecha)	
Trabajo fino o de precisión	2
Trabajo muy fino con mucha precisión	5
Estrés mental	
Primera hora	2
Segunda hora	4
Cada hora sucesiva	+2
Monotonía	
Primera hora	2
Segunda hora	4
Cada hora sucesiva	+2

Fuente: FREIVALDS, A.; NIEBEL, B.W. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 453.

$$TS = TN \times (1 + \text{suplemento})$$

TS = tiempo estándar

TN = tiempo normal

Figura 16. Sistema de calificación del desempeño

**Tabla 10-2** Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse

+ 0.15	A1	Superior
+ 0.13	A2	Superior
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.05	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Malo
- 0.22	F2	Malo

Fuente: Lowry, et al. (1940), pág. 233.

**Tabla 10-3** Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse

+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.04	E1	Aceptable
- 0.18	E2	Aceptable
- 0.12	F1	Malo
- 0.17	F2	Malo

Fuente: S. M. Lowry, et al. (1940) p. 233.

**Tabla 10-4** Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse

+ 0.06	A	Ideal
+ 0.04	B	Excelente
+ 0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.03	E	Aceptable
- 0.07	F	Malo

Fuente: S. M. Lowry, et al. 1940, p233.

Continuación de la figura 16.

**Tabla 10-5** Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse

+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
- 0.02	E	Aceptable
- 0.04	F	Mala

Fuente: S. M. Lowry, et al. (1940) p. 233.

Fuente: FREIVALDS, A.; NIEBEL, B.W. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 415 - 417

Para el cálculo del tiempo estándar de cada uno de los procesos observados en el cambio de molde, se usó el mismo ambiente, iluminación, nivel visual y todo el trabajo por el operador fue realizado de pie. Por lo tanto, el porcentaje de suplementos asignado será el mismo para cada uno de los cálculos realizados.

Tabla XIV. **Suplementos**

<b>Suplementos constantes</b>	<b>Porcentaje</b>
Necesidades personales	0,05 %
Fatiga Básica	0,04 %
<b>Suplementos variables</b>	
De pie	0,02 %
Incómoda	0,1 %
<b>Total</b>	<b>0,21 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Tiempo estándar para la línea industrial

INYECTORES DE PLÁSTICO				
Pequeño consumidor	Turno: diurno			
Molde: caja de transporte cerrada baja	Máquina: I-4			
Montaje de molde				
MONTAR MOLDE	TO	TN	Suplementos	TS
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	11,25	13,50	1,21	16,33
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	12,49	14,99	1,21	18,14
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	13,29	15,94	1,21	19,29
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	15,41	18,49	1,21	22,37
Soltar molde del polipasto	4,77	5,72	1,21	6,92
INSTALACIÓN DE AGUA				
Colocar mangueras en el molde	21,53	25,84	1,21	31,27
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	7,37	8,84	1,21	10,70
Limpiar residuos de agua	25,37	30,45	1,21	36,84
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	12,75	15,30	1,21	18,52
OPTIMIZACIÓN				
Colocar recepción para caída del producto	23,54	28,25	1,21	34,18
Purgar husillo	32,70	39,24	1,21	47,48
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	28,48	34,18	1,21	41,36
Prueba de calidad del producto	9,18	11,01	1,21	13,32

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Tiempo estándar para la línea doméstica

INYECTORES DE PLÁSTICO				
Área doméstica	Turno: diurno			
Molde: palangana número 2	Máquina: I-29			
Montaje de molde				
MONTAR MOLDE	TO	TN	Suplementos	TS
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	28,71	34,46	1,21	41,69
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	14,55	17,46	1,21	21,13
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	6,45	7,74	1,21	9,37
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	9,86	11,84	1,21	14,32
Soltar molde del polipasto	2,09	2,51	1,21	3,04
INSTALACIÓN DE AGUA				
Colocar mangueras en el molde	44,28	53,13	1,21	64,29
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	11,16	13,40	1,21	16,21
Limpiar residuos de agua	22,81	27,37	1,21	33,12
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	34,92	41,90	1,21	50,70
OPTIMIZACIÓN				
Colocar recepción para caída del producto	26,68	32,02	1,21	38,74
Purgar husillo	57,61	69,13	1,21	83,65
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	56,01	67,21	1,21	81,32
Prueba de calidad del producto	42,41	50,89	1,21	61,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Tiempo estándar para la línea pequeño consumidor**

INYECTORES DE PLÁSTICO				
Pequeño consumidor	Turno: diurno			
Molde: canasto número 1	Máquina: I-13			
Montaje de molde				
MONTAR MOLDE	TO	TN	Suplementos	TS
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto	16,35	19,62	1,21	23,75
Colocar bridas de sujeción y accesorios varios	13,66	16,39	1,21	19,83
Colocar <i>fitting</i> y niples de enfriamiento	5,43	6,52	1,21	7,89
Calibrar fuerza de cierre y altura del molde	5,25	6,30	1,21	7,62
Soltar molde del polipasto	2,73	3,28	1,21	3,96
INSTALACIÓN DE AGUA				
Colocar mangueras en el molde	17,47	20,96	1,21	25,36
Abrir llaves de paso (rotámetros) y principales	10,77	12,93	1,21	15,64
Limpiar residuos de agua	13,70	16,44	1,21	19,89
Conectar <i>hot runner</i> y controlar temperatura	14,49	17,39	1,21	21,04
OPTIMIZACIÓN				
Colocar recepción para caída del producto	20,00	24,00	1,21	29,04
Purgar husillo	30,15	36,18	1,21	43,78
Calibrar dosis de MP y velocidad de cierre	31,09	37,31	1,21	45,15
Prueba de calidad del producto	13,07	15,69	1,21	18,98

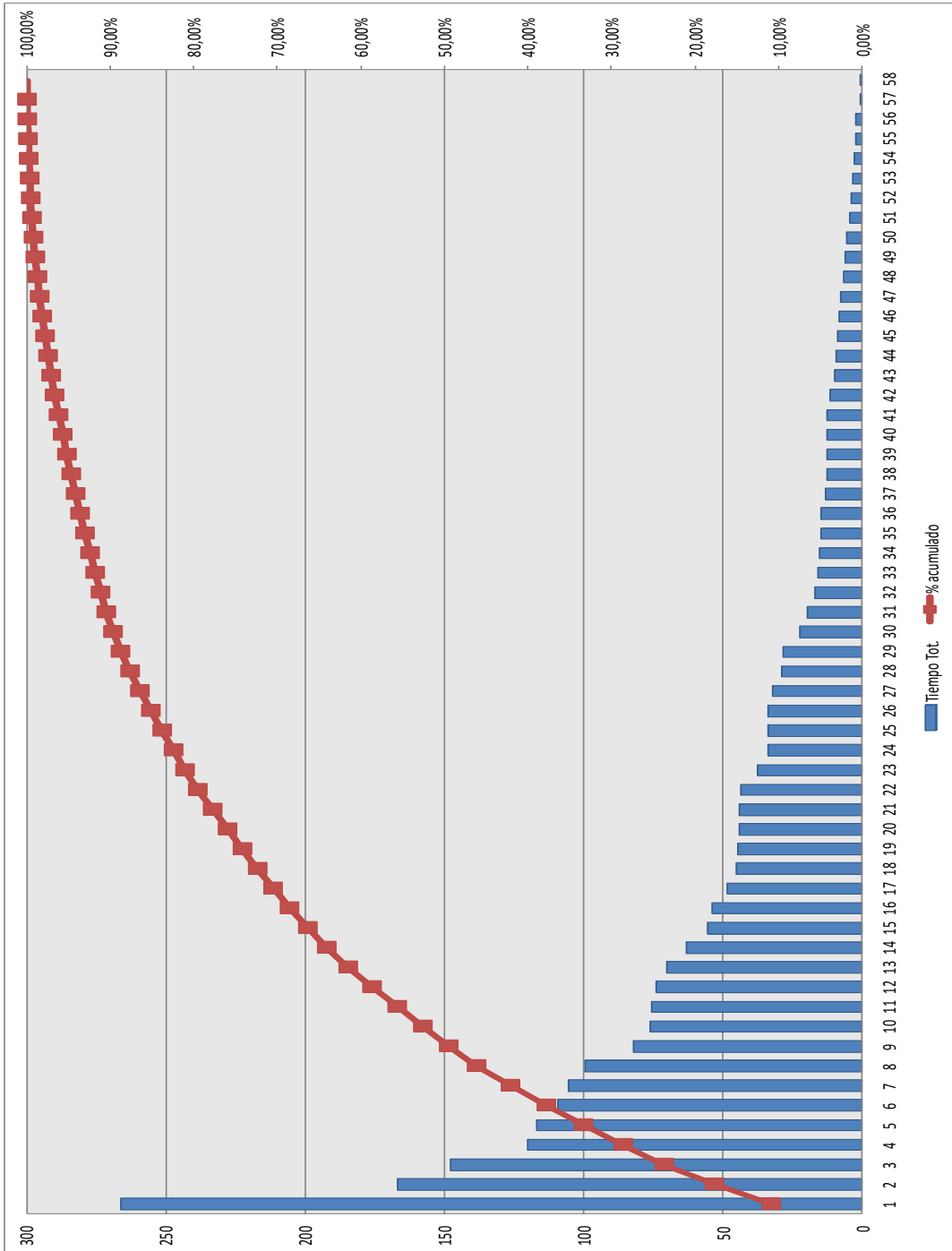
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Problemas de retrasos operativos según su tiempo

Clase	Problema	Tiempo Tot.	% Ttotal	% acumulado
1	Fuga de agua en las mangueras del molde	266,02	10,84%	10,84%
2	Buscar herramienta	167,00	6,81%	17,65%
3	Buscar barra expulsora	147,61	6,02%	23,67%
4	Retraso en colocar la calefacción al molde	120	4,89%	28,56%
5	Buscar manguera para el sistema de enfriamiento del molde	116,95	4,77%	33,33%
6	Conectar mangueras de agua (reproceso)	109,02	4,44%	37,77%
7	Problemas de calefacción del molde	105,5	4,30%	42,08%
8	Buscar fitting	99,63	4,06%	46,14%
9	Buscar wiper para limpiar	81,81	3,34%	49,47%
10	Buscar tornillos	75,93	3,10%	52,57%
11	Buscar tubo para ajustar bridas	75,525	3,08%	55,65%
12	Limpiar puntos de inyección en el molde	73,82	3,01%	58,66%
13	Traslado de polipasto	69,84	2,85%	61,50%
14	Revisar toberas	63,12	2,57%	64,08%
15	Buscar tarima de madera	55,62	2,27%	66,34%
16	Buscar bridas	53,93	2,20%	68,54%
17	Buscar material para proteger y sostener mangueras	48,21	1,97%	70,51%
18	Limpiar área de trabajo	45,12	1,84%	72,35%
19	Buscar mangueras para sopletear molde	44,645	1,82%	74,17%
20	Ir a traer nipples a bodega	43,99	1,79%	75,96%
21	Buscar slinga (faja) o argolla para sostener molde	43,73	1,78%	77,74%
22	Instalar barra expulsora (reproceso)	43,6	1,78%	79,52%
23	Buscar manguera para el sistema neumático del molde	37,51	1,53%	81,05%
24	Cambiar insertos en maquina	33,65	1,37%	82,42%
25	Buscar caja para depositar residuos de agua	33,43	1,36%	83,78%
26	Buscar empaque para manguera de agua	33,42	1,36%	85,15%
27	Limpieza de molde	32,12	1,31%	86,46%
28	Buscar gas propano (Flama)	28,78	1,17%	87,63%
29	Buscar materiales para recepción de caída del producto	28,27	1,15%	88,78%
30	Ir a traer fitting a bodega	22	0,90%	89,68%
31	Buscar cargador para el molde	19,71	0,80%	90,48%
32	Ir a bodega a traer conector para mangueras hidráulica	17	0,69%	91,18%
33	Ir a traer molde a taller	15,67	0,64%	91,81%
34	Colocar puente de hot runner	15	0,61%	92,43%
35	Buscar mangueras hidráulicas	14,91	0,61%	93,03%
36	Buscar accesorios para sujetar barra expulsora	14,47	0,59%	93,62%
37	Barra expulsora mal colocada	13,04	0,53%	94,16%
38	Conectar mangueras hidráulicas (Reproceso)	12,75	0,52%	94,67%
39	Buscar anillo centrador	12,73	0,52%	95,19%
40	Fuga de aire en la máquina	12,5	0,51%	95,70%
41	Fallo en apertura de molde	12,23	0,50%	96,20%
42	Fuga de aceite hidráulico en el molde	11,67	0,48%	96,68%
43	Producto atorado en el molde	10	0,41%	97,09%
44	Limpiar tolva de la máquina	9,08	0,37%	97,46%
45	Ir a dejar manguera para aire comprimido	8,91	0,36%	97,82%
46	Buscar hot runner	8,33	0,34%	98,16%
47	Buscar aspiradora industrial	7,5	0,31%	98,46%
48	Buscar silicon para el molde	6,48	0,26%	98,73%
49	Tirar agua después de limpiar	6,1	0,25%	98,98%
50	Buscar cinta métrica	5,38	0,22%	99,20%
51	Buscar teflón	4,51	0,18%	99,38%
52	Mala programación en la optimización	3,67	0,15%	99,53%
53	Buscar roldanas	3,1	0,13%	99,66%
54	Buscar mangueras para hidráulico del molde	2,92	0,12%	99,78%
55	Buscar alcohol	2,22	0,09%	99,87%
56	Buscar mesa de trabajo	2	0,08%	99,95%
57	Buscar guantes	0,77	0,03%	99,98%
58	Buscar espátula	0,53	0,02%	100,00%
		<b>2 452,98</b>		

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.



Todos estos problemas son los retrasos que surgieron en cada una de las observaciones que se realizaron, inicia con el retraso que mayor tiempo de duración tiene.

Como se puede observar en la figura 20, cada uno de los retrasos e indica que se deben solucionar principalmente las causas 1 ala 23 ya que representa el 80 % del total.

- Tiempos muertos administrativos

Tiempos muertos administrativos se dan por causas no controladas e inesperadas, los cuales se muestran en la figura 22.

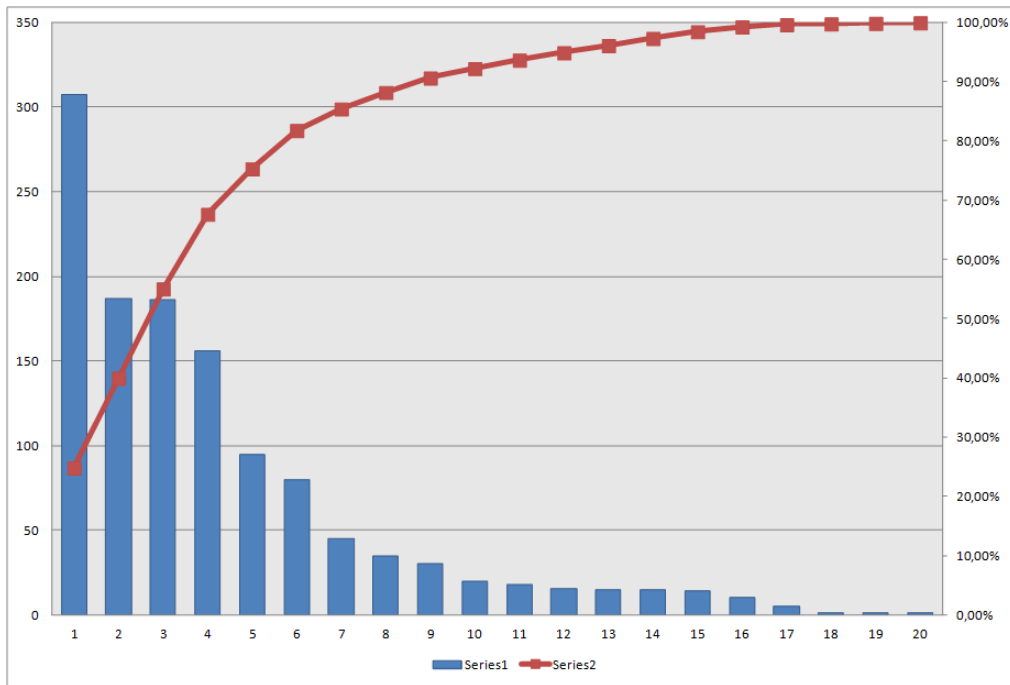
Figura 19. **Problemas de retrasos administrativos según tiempo**

Clase	Problema	Tiempo Tot.	% Ttotal	% acumulado
1	Falta de yale	307,53	24,88%	24,88%
2	Operario platicando	186,85	15,12%	39,99%
3	Llamar a técnico de optimización	186,45	15,08%	55,08%
4	Moltero es llamado para hacer otra actividad	155,78	12,60%	67,68%
5	Polipasto ocupado	94,65	7,66%	75,34%
6	Supervisor se le olvido mandar a operador a instalar agua	80	6,47%	81,81%
7	Técnico deo el lugar de trabajo	45,24	3,66%	85,47%
8	Alarma del expulsor se activo	34,37	2,78%	88,25%
9	mala calibración de la temperatura	30	2,43%	90,68%
10	Grúa sin energía eléctrica	19,85	1,61%	92,28%
11	Problemas con la puerta de la maquina	17,63	1,43%	93,71%
12	Operario haciendo otra actividad	15,41	1,25%	94,95%
13	Accidente de moltero	15	1,21%	96,17%
14	Llamar a otro operario para que lo ayude	14,92	1,21%	97,37%
15	Falta de carga en el control para la grúa	14	1,13%	98,51%
16	falla eléctrica en polipasto	10	0,81%	99,32%
17	Buscar hoja de control	4,72	0,38%	99,70%
18	Buscar rotulo de seguridad (no operar maquina)	1,45	0,12%	99,81%
19	Operario llega a evaluar B.P.M.	1,15	0,09%	99,91%
20	Buscar bata	1,14	0,09%	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Se seleccionaron las causas que poseen el mayor tiempo de retraso, las cuales son 6, estas puede consultarse en el apéndice 2.

Figura 20. **Diagrama de Pareto de tiempos muertos administrativos**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.3. Proceso del sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento es el conjunto de mangueras conductoras de agua al molde, para darle una estabilidad en la temperatura al material que al momento de inyectar, fluya sin ningún problema en las cavidades del molde.

En el estudio de tiempos presentado, se observó que algunos moldes no tienen identificadas la entrada y salida de agua, dando como resultado atrasos en la instalación de las mangueras.

Las mangueras utilizadas, tienen *fitiing* de acople rápido, los cuales poseen o-ring que permite el sello con los *fitting* del molde. Uno de los problemas frecuentes son las fugas de agua, por daños que se presentan en las piezas de las mangueras.

#### **2.2.3.4. Dosificación de materia prima**

El proceso de la dosificación o regulación de la máquina, se realiza luego de hacer la instalación del molde y el sistema de enfriamiento. Donde los supervisores de turno deben hacer dicho proceso.

La dosificación es la calibración de materia prima a inyectar para que el producto cumpla los requisitos de calidad, tales como: peso, color y olor.

El proceso de dosificación es el mismo para cada molde, el cual consiste en programar los comandos reguladores de la máquina, tales como: temperatura, presiones, velocidades, tiempos y fuerza de cierre, y examinar recorridos, velocidad, funcionamiento del molde y máquina inyectora; realizando una marcha de prueba. Dicha configuración es diferente para cada uno de los moldes debido a que se van realizando pruebas, hasta que el producto sea aceptable por garantía de calidad.

Luego de verificar dichos parámetros, se inicia a inyectar hasta que la pieza salga con las especificaciones requeridas. Las especificaciones son: el peso correcto, color, tamaño correcto y dureza.

### **2.2.3.5. Procedimiento de mezcla de materia prima para inyectar**

- Descripción

Este procedimiento inicia con la programación del molde, es aquí donde el supervisor de mezclas genera la orden con las especificaciones del material que se va a utilizar. Dependiendo del producto a fabricar, así es el material a utilizar.

Luego de generar la solicitud de materia prima, esta es llevada al área de mezclas, donde se encuentra el equipo y operadores del mismo.

Se cuenta con trituradores, los cuales son utilizados para moler producto no conforme, y de esta manera utilizar nuevamente el material y obtener producto con material reciclado.

Para la mezcla de polímeros en forma de gránulos y polvos, este consiste en mezclar componentes de una formulación dada por el supervisor de estas. De este modo se obtiene una mezcla donde todos los ingredientes se añaden a la vez. El equipo requerido es un sencillo mezclador con aspas o palas que giran a una velocidad moderada.

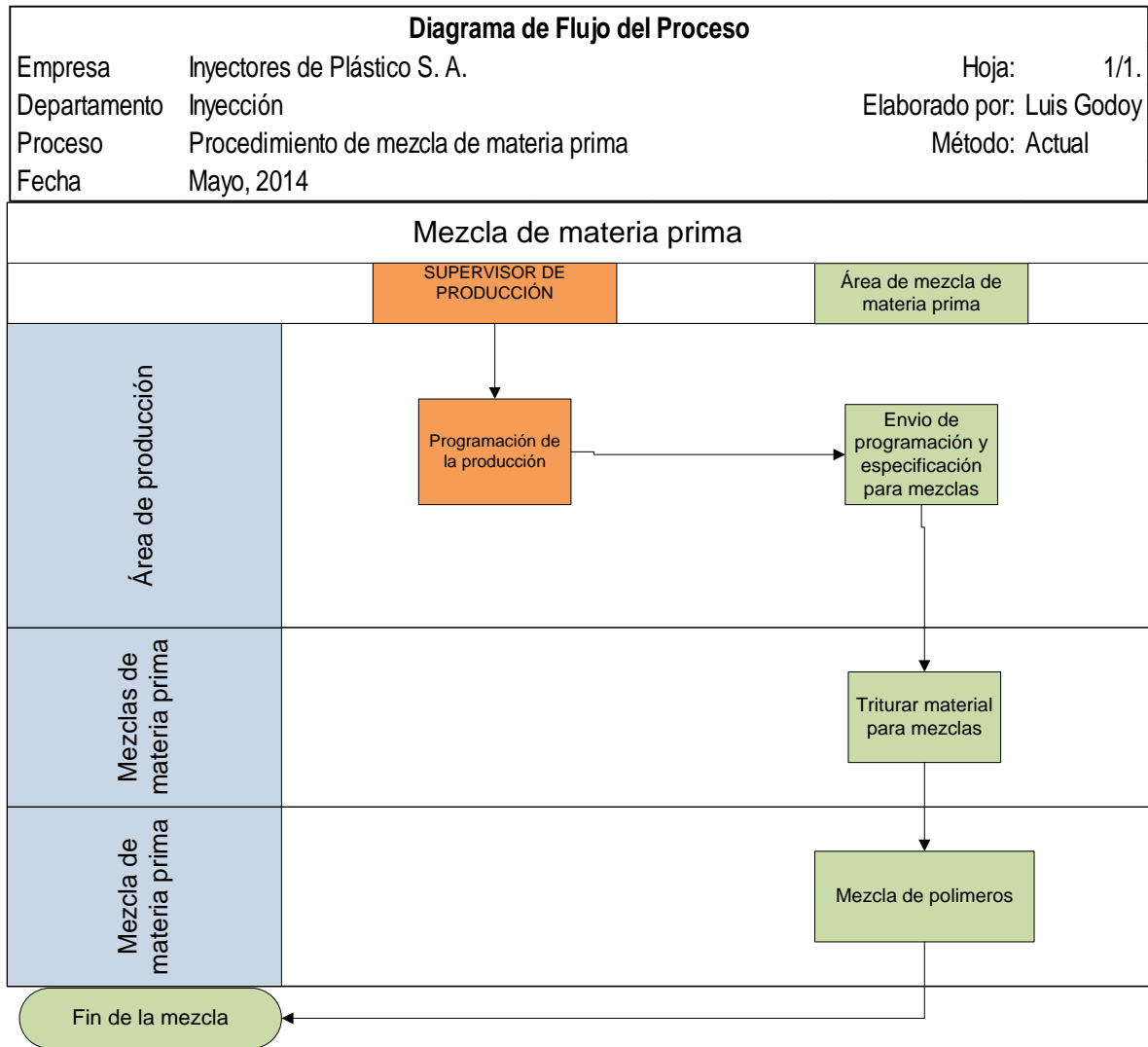
Para la mezcla de material son utilizados pigmentos y colorantes, que se emplean en ocasiones, dependiendo del producto a fabricar. Los pigmentos son sustancias inorgánicas sólidas, pero no se puede tener mezclas homogéneas, dando como resultado acabados más translúcidos. Los colorantes son sustancias orgánicas de los que sí se pueden tener mezclas homogéneas con los polímeros y proporcionan colores brillantes.

Tabla XVIII. **Procedimiento de mezcla de materia prima**

Objetivo: establecer un procedimiento para la mezcla de materia prima para el buen manejo de la misma.		
<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
Pesado de materia prima a mezclar	Verificar la cantidad exacta de materia prima a mezclar.	Operador de mezclas en turno.
Mezcla de material	Manejar adecuadamente el material a mezclar con guantes y redecilla para evitar contaminación.	
Secado de mezcla	Verificar el secado de la mezcla realizada.	

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Flujograma del procedimiento de mezcla de materia prima**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

#### 2.2.4. Análisis de condiciones y medio ambiente de trabajo

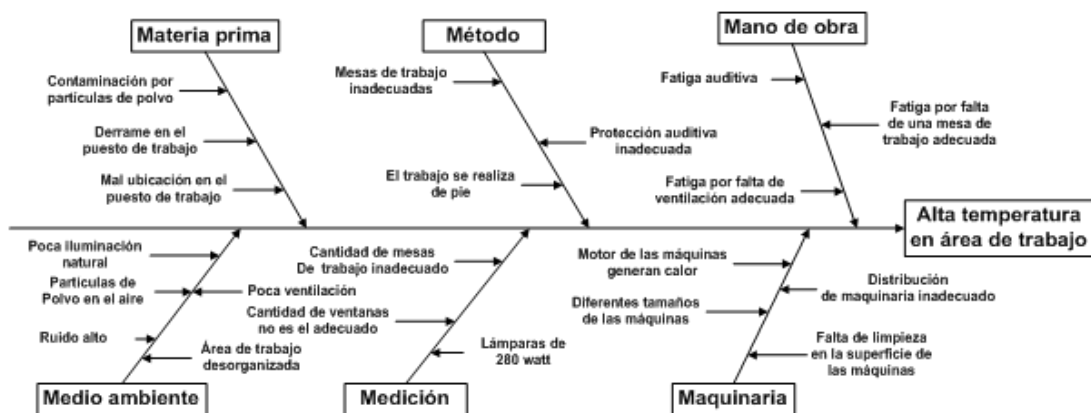
La iluminación en el área de Producción se realiza por medio de iluminación natural y artificial, desde las primeras horas de la mañana hasta la

tarde, se trabaja con iluminación natural. A partir del segundo turno se trabaja con iluminación artificial. Cuentan actualmente con 90 lámparas de 280 watt cada una. Más adelante se presenta un análisis de la cantidad de lámparas que debe haber.

Los puestos de trabajo se encuentran bien distribuidos, poseen fácil acceso de la materia prima y espacio para colocar piezas que se van produciendo. De igual manera el montacargas tiene una buena circulación dentro de la planta.

Para la ventilación se cuenta con un techo de dos aguas, el cual hace posible una buena ventilación en toda el área de Producción, pero durante horas del día la temperatura sube, generando calor que dificulta el trabajo.

Figura 22. **Diagrama de causa y efecto del medio ambiente de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5. Proceso de control de la calidad

Este proceso en la empresa es riguroso, se hace sobre el color, brillo, transparencia, peso y resistencia del producto. Pero, para este proyecto se enfocará en el proceso de pesado de las piezas inyectadas en la fase de regulación de las máquinas, antes de iniciar la producción. Se divide en varias fases, las cuales son:

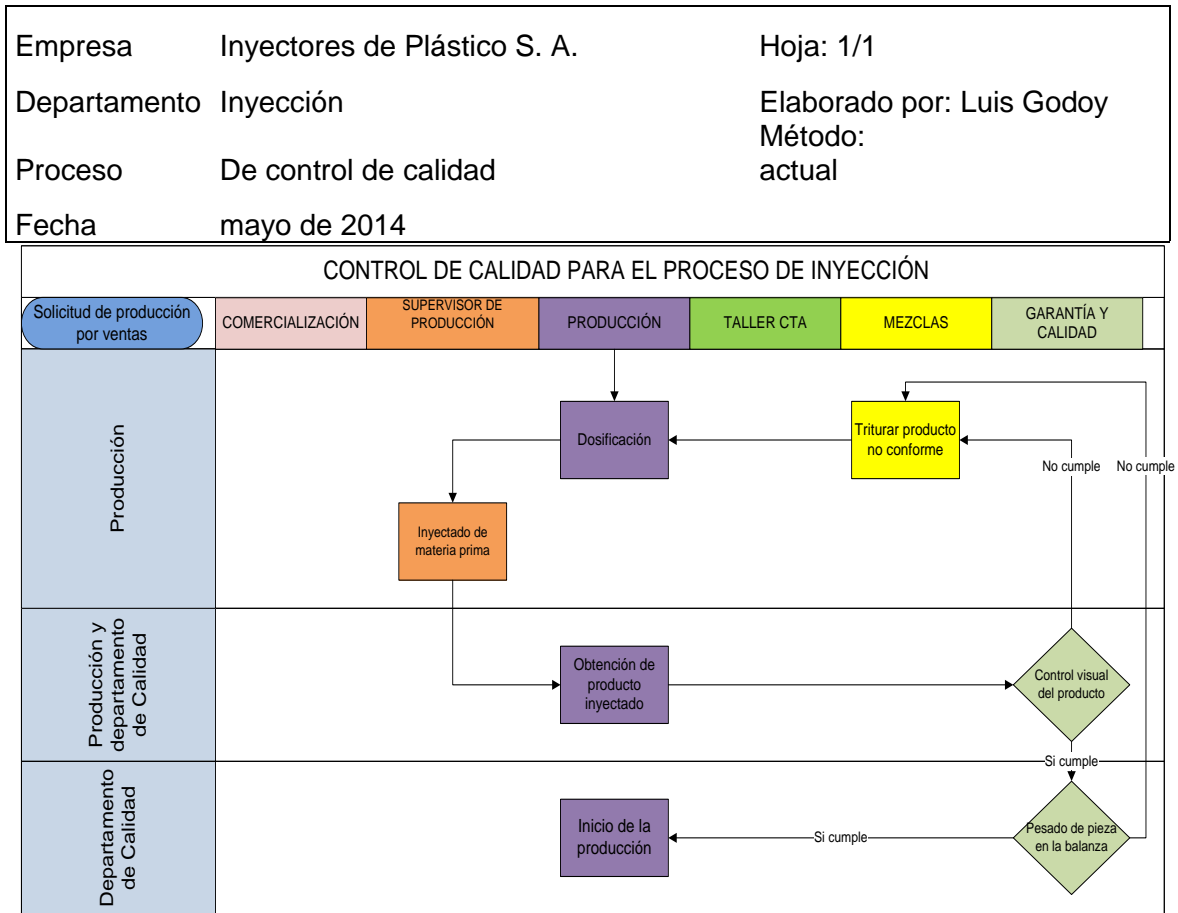
Tabla XIX. Proceso de control de calidad

Objetivo: establecer un procedimiento para el control de calidad del producto		
<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
Dosificación	Calibración de parámetros de la máquina	Operador de mezclas
Inyección de materia prima	Obtención de las primeras piezas inyectadas	
Control visual	Verificar que el producto cumpla con el color que se necesita.	
Control de peso	Verificar el peso de las piezas inyectadas utilizando la balanza	

Fuente: elaboración propia.



Figura 23. **Flujograma del proceso de control de calidad**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

### 2.2.5.1. **Proceso de pesado de los productos**

Este proceso se da en la fase de regulación de la máquina, para iniciar la producción. La regulación depende de la temperatura, altura del molde, apertura de la máquina, velocidad y fuerza de cierre de la máquina, los cuales al programarse adecuadamente, dan como resultado piezas de plástico

inyectadas con el peso, color, brillo y transparencia adecuados para el control de calidad y poder iniciar la producción.

Cuando se obtienen las primeras piezas, en la fase de regulación de la máquina, el operador de dicha máquina, pesa la pieza en una balanza electrónica, con lo que se decide si cumple con el peso indicado por control de calidad, si no cumple se debe regular la máquina nuevamente hasta que la pieza sea aceptable.

Las balanzas electrónicas cumplen un papel importante en el proceso de producción en la empresa, por lo que más adelante se presenta una propuesta para la calibración de las balanzas.

### **2.3. Propuesta para la optimización de los procesos de producción en el área de Inyección**

Se presentan las diferentes propuestas de mejora de los procesos de producción, analizados anteriormente.

#### **2.3.1. Procesos**

Los procesos abarcan, desde que se tiene un pedido por parte del cliente, hasta que se obtiene piezas e inicia la producción.

##### **2.3.1.1. Proceso de programación de la producción**

Para este proceso se proponen las normas de despacho o reglas de prioridad. Para poner en práctica dicha propuesta es necesario tomar en cuenta

características de máquinas, tales como: el ciclo de trabajo, temperatura, velocidad de cierre y los moldes a cambiar.

Teniendo como resultado una mejor proyección en la entrega del producto terminado a bodega, evitando retrasos en las fechas de entrega a los clientes.

### 2.3.1.1.1. Reglas de despacho

El proceso de determinar el pedido en una máquina o en un centro de trabajo. Son normas usadas para obtener una secuencia de los trabajos. Las normas o reglas pueden ser muy simples y pedir únicamente que los trabajos se ordenen de acuerdo con un dato, como el tiempo de procesamiento, plazo y orden de llegada. Otras reglas, aunque también simples, requieren más datos, casi siempre para obtener un número indicador, como la regla de menor margen de tiempo y la regla de la proporción crítica.

Tabla XX. Reglas de prioridad más comunes

Regla	Descripción
Primero en llegar, primero en servir	La primera tarea que llega al centro de trabajo se procesa primero.
Tiempo de procesamiento mas corto	Las tareas con tiempo de procesamiento más corto se realizan y terminan primero
Primera fecha de entrega	Se elige primero la tarea cuya fecha de entrega sea anterior.
Tiempo de procesamiento mas largo	Las tareas con tiempo de procesamiento más largos son a menudo muy importantes y se eligen primero

Fuente: elaboración propia.

Las siguientes medidas de desempeño de los programas se usan para evaluar las reglas de despacho:

- Cumplir las fechas de los clientes o de las operaciones posteriores.
- Minimizar el tiempo de tránsito (tiempo que pasa un trabajo en el proceso).
- Minimizar el inventario de trabajos sin terminar (en proceso).
- Minimizar el tiempo ocioso de trabajadores y tiempo muerto de máquinas.

### **2.3.1.2. Mejora en el manejo de materia prima**

Se evitarán retrasos en preparación del material a inyectar, contaminación del material con madera o metal. Se mejorará el proceso de mezcla de materia prima.

#### **2.3.1.2.1. Procedimiento de mezcla de materia prima a inyectar**

Se estableció un procedimiento para la mezcla de materiales y buen manejo de la materia prima a utilizar, evitando de tal manera la contaminación durante el procedimiento.

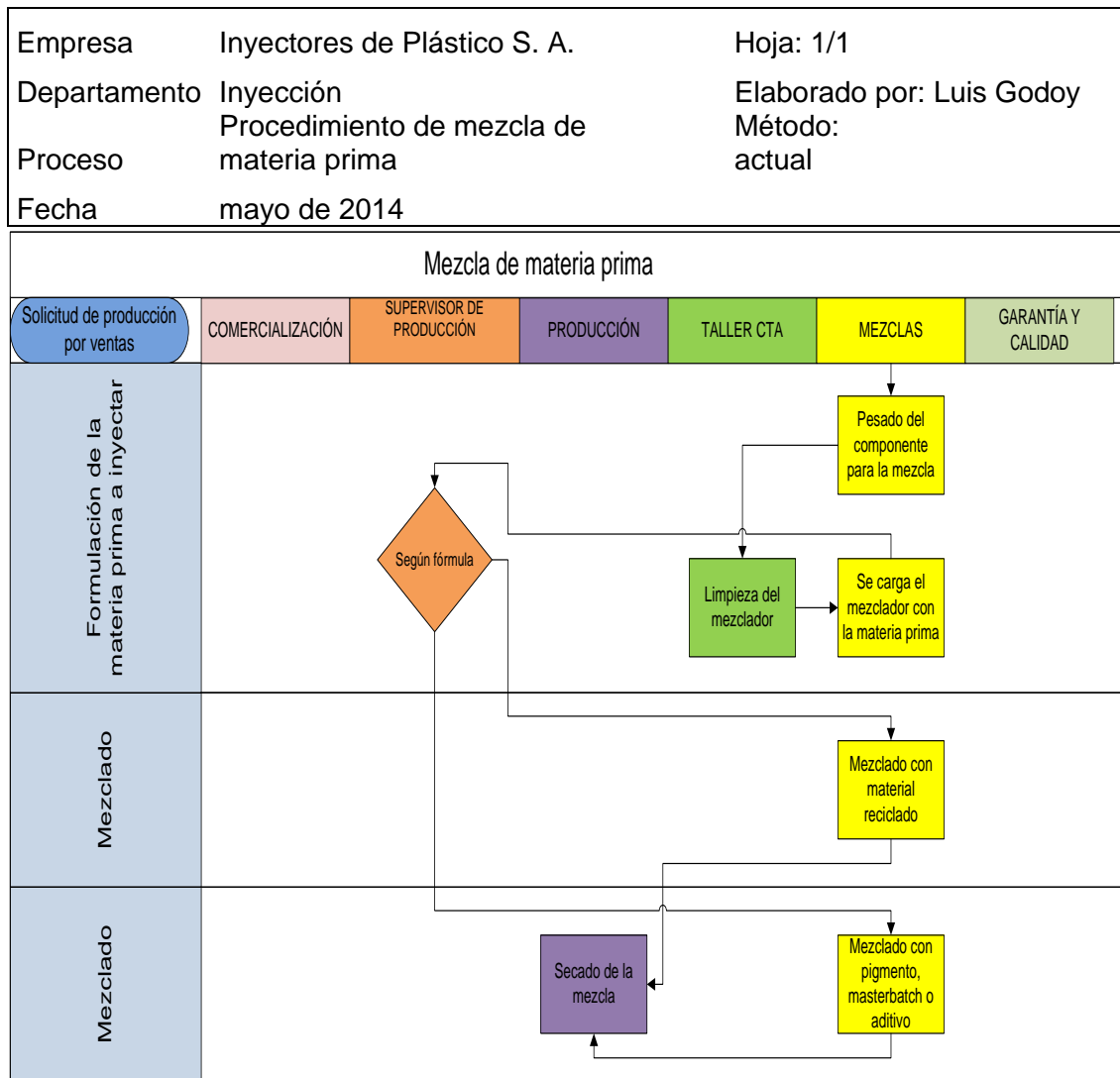
A continuación, en la tabla XVIII se describe el procedimiento.

**Tabla XXI. Procedimiento de mezcla de materia prima**

Objetivo: establecer un procedimiento para la mezcla de materia prima para el buen manejo de la misma.		
Alcance: mejorar el procedimiento de mezcla de materia prima, evitando la contaminación de la misma		
<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
Pesado de materia prima a mezclar	Verificar la cantidad exacta de materia prima a mezclar utilizando una balanza electrónica.	Operador de mezclas en turno
Limpieza del mezclador	Limpiar el mezclador para evitar suciedad y contaminación en la mezcla, utilizando cepillos plasticos, paños de tela y alcohol.	
Mezcla de material	Manejar adecuadamente el material a mezclar utilizando guantes y redecilla para evitar contaminación.	
Mezcla según fórmula	Verificar la cantidad y tipo de material que se debe agregar para la mezcla, según fórmula.	
Secado de mezcla	Verificar el secado de la mezcla realizada.	

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Flujograma del procedimiento de mezcla de materia prima**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

### 2.3.1.3. Maquinaria y equipo

Las diferentes máquinas poseen características importantes, como la fuerza de cierre y la apertura de las platinas. Estas características son las que se deben

tener presentes para hacer una instalación de moldes, para ello es necesario colocar en cada una de las máquinas, son los moldes que se pueden instalar, según su fuerza de cierre y apertura. Con esto se evitarán retrasos en la instalación de moldes y en la programación de la producción.

#### **2.3.1.3.1. Moldes**

Para el cambio de molde en las máquinas, es de vital importancia hacerlo de una buena manera, evitando retrasos por fugas de agua después de instalar las mangueras, para lo cual se presenta un mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento del molde y de la máquina, para ello, es necesario identificar el sistema de enfriamiento del molde el cual se presenta a continuación:

#### **2.3.1.3.2. Sistema de enfriamiento**

El agente moderador que fluye por los canales de enfriamiento del molde, generalmente es agua, tiene la misión de aportar o disipar el calor, hasta que se obtiene la temperatura adecuada de la pared del mismo. Además del calor aportado por la masa, con la que se obtiene la pieza, el fluido moderador tiene que disipar, también, la diferencia de calor entre la superficie exterior del molde y el ambiente, lo que viene a representar un intercambio de calor.

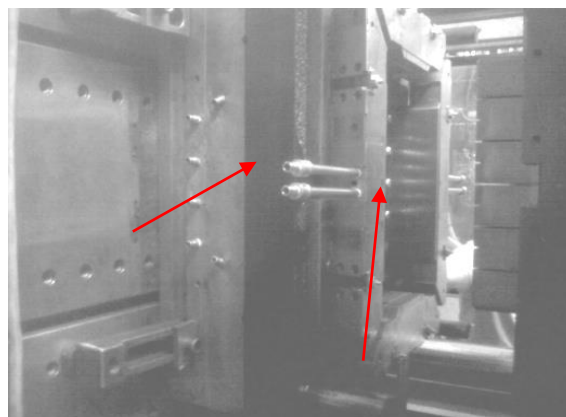
Con las temperaturas elevadas del molde, la cantidad de calor disipada hacia el ambiente puede ser superior a la aportada por la masa inyectada. En este caso, el fluido moderador tiene que aportar calor, a fin de garantizar en la pared del molde, la temperatura elevada que se requiere; no hay refrigeración del molde sino calefacción.

Es por esto, que es más conveniente llamar a los canales de enfriamiento y al agente moderador, sistema de enfriamiento y calefacción. El agua es impulsada a presión desde un chiller que envía el agua a cada una de las máquinas, la cual se mantiene en movimiento permitiendo el enfriamiento de los canales de inyección del molde.

#### **2.3.1.3.3. Señalización de entrada y salida de agua en los moldes**

Para evitar retraso en la instalación de las mangueras del sistema de enfriamiento, se debe de identificar cuál es la salida y entrada de agua en el molde, colocando con un la letra “A” para entrada y la “B” para la salida, con medidas de 1,5 centímetros de alto por 1,5 centímetros de ancho. Para grabar estas letras en el metal se utilizará la herramienta llamada dremel.

Figura 25. **Sistema de enfriamiento del molde**



Fuente: empresa Inyectores de Plástico S. A.



#### 2.3.1.3.4. Mantenimiento preventivo

Se muestran las rutinas para poder llevar a cabo el mantenimiento, este se debe de realizar al momento del montaje y cuando esté en el taller de moldes.

Tabla XXII. **Procedimiento para verificar funcionamiento del sistema de enfriamiento de un molde**

Objetivo: verificar el buen funcionamiento del sistema de enfriamiento de un molde	
Alcance: mejorar el funcionamiento de los moldes evitando atrasos en la producción	
Desarrollo	Responsable
1) Al momento de desmontar el molde es llevado al taller donde se le debe realizar las pruebas de fuga de agua, revisión de <i>fiting</i> macho y de los nipples, el cual es realizado por un operador del taller.	Operador de taller
2) Revisión de <i>fiting</i> y empaque de las mangueras, se deben de observar si se encuentran en buen estado, esto se debe de realizar en la máquina por el operador de la máquina.	Operador de la máquina
3) Con las mangueras que posee la máquina se deben de contar para conocer si la cantidad es la necesaria para hacer la instalación en el molde.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Funcionamiento del sistema de enfriamiento**

<b>Rutinas para verificar el funcionamiento del sistema de enfriamiento</b>			
<b>Acción</b>	<b>Desmontaje</b>	<b>Montaje</b>	<b>Responsable</b>
Prueba de fuga de agua			Operador del taller
Revisión de <i>fitting</i> macho			Operador del taller
Revisión niples			Operador del taller
Cantidad de mangueras necesarias para instalar el agua			Operador de la máquina
Revisión de mangueras			Operador de la máquina
Revisión de empaque en las mangueras			Operador de la máquina
Revisión del fitting hembra de las mangueras			Operador de la máquina
Firma del jefe de turno: _____ Fecha _____			

Fuente: elaboración propia.

- **Cronograma**

Este mantenimiento está programado para realizarse una vez cada quince días, considerando que la máquina no debe de estar con producción.

Tabla XXIV. **Cronograma de mantenimiento**

	<b>MES</b>						
	<b>Domingo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>
Semana 1		1	2	3	4	5	6
Semana 2	7	8	9	10	11	12	13
Semana 3	14	X	16	17	18	19	20
Semana 4	21	22	23	24	25	26	27
Semana 5	28	29	X	31			

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.1.3.5. Balanzas

A continuación se presenta una serie de pasos para hacer una calibración exitosa de una balanza electrónica, tomando en cuenta las Normas ASTM y OIML.

### 2.3.1.3.6. Calibración del equipo

Como mínimo, las balanzas electrónicas se deben calibrar una vez al año. La calibración se debe realizar con base en las especificaciones de la OIML o de otra entidad equivalente, como la ASTM, instituciones que han desarrollado metodologías para clasificar las pesas o masas patrón, utilizadas para las calibraciones. A continuación en la figura 29, se incluye la tabla de clasificación de pesas de referencia que utiliza la OIML.

Figura 26. Clasificación de pesos de referencia

**Tabla de clasificación de pesos de referencia OIML\***

CLASE	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA	INCERTIDUMBRE PERMITIDA	FRECUENCIA DE RECALIBRACIÓN
E1	Pesas de acero inoxidable sin marcas o cámara de ajuste	$\pm 0,5$ ppm en 1 kg	$\pm 1/3$ de la tolerancia	2 años
E2	Pesas de acero inoxidable sin marcas o cámara de ajuste	$\pm 1,5$ ppm en 1 kg	$\pm 1/3$ de la tolerancia	2 años
F1	Pesas de acero inoxidable con botón roscado para proteger cámara de ajuste	$\pm 5$ ppm en 1 kg	$\pm 1/5$ de la tolerancia	1 año
F2	Pesas de bronce plateado	$\pm 15$ ppm en 1 kg	$\pm 1/5$ de la tolerancia	1 año
M1	Pesas de bronce –que no se corroan o manchen– o de fundición de hierro con terminado en pintura de buena calidad	$\pm 50$ ppm en 1 kg	$\pm 1/5$ de la tolerancia	1 año
M2	Pesas de bronce o fundición de hierro (pesas de comercio)	$\pm 200$ ppm en 1 kg	$\pm 1/5$ de la tolerancia	1 año

Fuente: OIML R 111-1. *Clases de pesos, medición y técnicas requeridas*. p. 10.

Cualquier proceso de calibración debe realizarse, utilizando un peso patrón y los resultados obtenidos se analizarán para determinar si se encuentran dentro de las tolerancias aceptables. Se deben seleccionar las pesas patrón, dependiendo de la capacidad de la balanza. La tabla que se muestra en la figura 30 complementa la anterior y es una guía que ayuda a determinar el tipo de peso patrón que debe utilizarse en los procesos de calibración de una balanza, en función de su capacidad, aunque todos los fabricantes indican en las instrucciones de cada balanza las pesas requeridas.

Figura 27. **Pesos patrón a utilizar según capacidad de la balanza**

**Tabla de pesos patrón a utilizar según capacidad de la balanza**

CAPACIDAD	RESOLUCIÓN							
	100 g	10 g	1 g	100 mg	10 mg	1 mg	0,1 mg	≤0,01 mg
Hasta 200 g	-	-	-	M1	M1	F2	F1	E2
200 g a 1 kg	-	-	M1	M1	F2	F1/E2	E2	E2
1 kg a 30 kg	M2	M2	M1	F2	E2	E2	E2	-
30 kg a 100 kg	M2	M1	F2	F1	E2	-	-	-
Más de 100 kg	M2	M1/F2	F1	E2	-	-	-	-

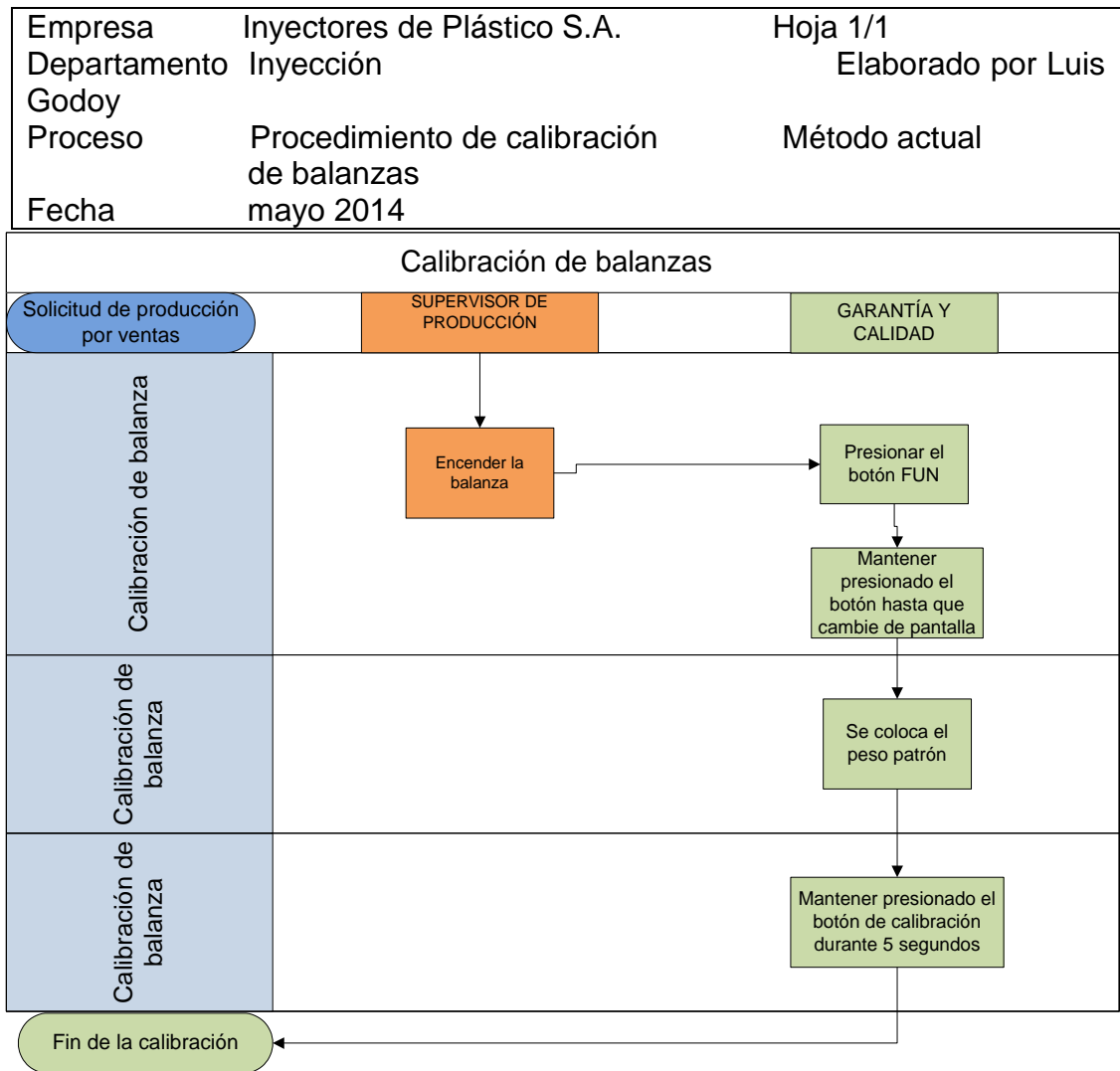
<sup>a</sup> *Guidelines for calibration in laboratories*, Drinking Water Inspectorate By LGC (Teddington) Ltd., December 2000.

Fuente: OIML R 111-1. *Clases de pesos, medición y técnicas requeridas*. p. 10.

- Encender la balanza.
- Se debe localizar el botón de calibración, puede ser: fun, cal, modo.
- Mantener presionado el botón de calibración hasta que la pantalla de la balanza cambie.
- Se colocan el peso patrón.
- Permitir que el peso descansa en la balanza durante 5 segundos
- Mantener el botón de calibración presionado durante 5 segundos.

- Apagar balanza.

Figura 28. **Flujograma del procedimiento de calibración de balanzas**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

### 2.3.1.3.7. Mantenimiento preventivo

- Procedimiento

La balanza se caracteriza por ser un instrumento de alta precisión. Por tal motivo las rutinas de mantenimiento a cargo del operador son mínimas y se encuentran limitadas a la siguiente serie de pasos que se describe en la tabla XXII.

Tabla XXV. **Procedimiento para verificar el funcionamiento de las balanzas**

Objetivo: verificar el buen funcionamiento de las balanzas en el área de Producción	
Alcance: mejorar el funcionamiento de las balanzas	
Desarrollo	Responsable
1) Limpiar el platillo de pesaje, para que este se encuentre libre de polvo o suciedad 2) La limpieza se efectúa con una pieza de tela limpia que puede ser humedecida con agua. Si es necesario retirar alguna mancha, se puede aplicar un detergente suave 3) También se puede usar un pincel o brocha de pelo suave para remover las partículas o el polvo que se hubiese depositado sobre el platillo de pesaje. 4) Si fuere el caso de una balanza con cámara de pesaje, se debe limpiar externa e internamente la cámara de pesaje. Verificar que los vidrios estén libres de polvo. 5) Estos se pueden limpiar con productos limpiacristales. 6) No se debe de lubricar la balanza, a menos que el fabricante lo indique. Cualquier sustancia que interfiera con los mecanismos de la balanza retardan su respuesta.	Operador de taller

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Funcionamiento de las balanzas**

<b>Rutinas para el buen funcionamiento de las balanzas</b>			
<b>Acción</b>	<b>Realizado</b>	<b>No realizado</b>	<b>Responsable</b>
Limpeza del platillo de pesaje			Operador de taller
Limpiar vidrios de camara de pesaje			Operador de taller
Limpeza de mecanismo (no lubricante)			Operador de taller
Firma del jefe de turno: _____			
Fecha: _____			

Fuente: elaboración propia.

- **Cronograma**

Debido a las buenas condiciones de uso a las que están sometidas las balanzas, se propone que cada dos meses se realice el mantenimiento. En la tabla XXIV se describe el cronograma.

Tabla XXVII. **Cronograma de mantenimiento**

<b>AÑO 2013</b>				
MES	<b>Enero (X)</b>	Febrero	<b>Marzo (x)</b>	Abril
	<b>Mayo (x)</b>	Junio	<b>Julio (x)</b>	Agosto
	<b>Septiembre (x)</b>	Octubre	<b>Noviembre (x)</b>	Diciembre

Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.1.3.8. Mezcladores de material**

Para el manejo de materia prima y buen funcionamiento de los mezcladores, es necesario un buen uso y una limpieza adecuada. Se cuenta solo con un mezclador horizontal, por lo que se debe tenerlo en buen estado y evitar atrasos. Para ello se propone un mantenimiento preventivo.

El funcionamiento consiste en colocar el material a mezclar, se acciona el tornillo e inicia la mezcla de material. Este proceso es de manera uniforme, de material en un corto periodo de tiempo. Después de la mezcla se abre la placa que sirve como puerta, para la descarga del material.

#### **2.3.1.3.9. Mantenimiento preventivo**

- Procedimiento

Está destinado a mantener los equipos, mediante revisiones y reparaciones, en buen funcionamiento. Se debe realizar como mínimo dos veces al año, este tipo de maquinaria posee una estructura simple, fácil de operar y mantenimiento y limpieza.



**Tabla XXVIII. Funcionamiento del mezclador de material I**

Objetivo: verificar el buen funcionamiento del mezclador de material	
Alcance: mejorar el funcionamiento del mezclador de material y evitar contaminación en la mezcla.	
<b>Desarrollo</b>	<b>Responsable</b>
1 ) Vaciar el cilindro que compone la tolva con el material mezclado. 2 ) Limpiar las paredes con algún paño humedo y asi evitar contaminación cruzada. 3) Verificar que las aspas del tornillo se encuentren en buen estado. 4) Limpiar las aspas del tonillo con un cepillo de cerdas metalicas. 5) Verificar el funcionamiento de la placa o compuerta por donde se descarga el material 6) Engrasar las bisagras de la compuerta. 7) Verificar el sistema eléctrico del motor esté en buen estado.	Operador de mezclas

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIX. Funcionamiento del mezclador de material II**

<b>Rutinas para verificar el funcionamiento del mezclador de material</b>			
<b>Acción</b>	<b>Realizado</b>	<b>No realizado</b>	<b>Responsable</b>
Vaciar cilindro			Operador de mezclas
Limpiar paredes del mezclador			Operador de mezclas
Verificar aspas del tornillo			Operador de mezclas
Funcionamiento de compuerta			Operador de mezclas
Engrasar bisagras de la compuerta			Operador de mezclas
Funcionamiento del sistema eléctrico del motor			Operador de mezclas
Firma del jefe de turno: _____ Fecha: _____			

Fuente: elaboración propia.

- Cronograma

Para programar el mantenimiento se debe contar con el apoyo de los supervisores de Producción, Taller de Mantenimiento y supervisor de Mezcla de Material. Se propone hacer el mantenimiento una vez cada quince días.

Tabla XXX. **Cronograma de mantenimiento**

MES							
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Semana 1		1	2	3	4	5	6
Semana 2	7	8	9	10	11	12	13
Semana 3	14	X	16	17	18	19	20
Semana 4	21	22	23	24	25	26	27
Semana 5	28	29	X	31			

Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.1.4. Procedimiento de preparación de molde**

Antes de hacer una instalación de moldes, es necesario prepararlos y evitar retrasos como fuga de agua, suciedad de grasa en el núcleo del molde, falta del sistema de calefacción. La preparación de moldes en el taller debe ser realizada por el Departamento de Mantenimiento, la cual se debe de hacer como un mantenimiento preventivo, como se describe a continuación:

##### **2.3.1.4.1. Mantenimiento preventivo**

En la siguiente tabla se detalla el procedimiento para el mantenimiento preventivo.

Tabla XXXI. Procedimiento

Objetivo: verificar el buen funcionamiento de los moldes	
Alcance: mejorar el funcionamiento de los moldes evitando retrasos en la producción	
<b>Desarrollo</b>	<b>Responsable</b>
<b>Durante el montaje</b>	
1) Desengrasar la superficie cromada del molde. 2) Revisar el cromo del molde, para observar si existe laceraciones. 3) Revisar los niples y <i>fitting</i> que conducen a los canales de enfriamiento. 4) Revisión de resistencias eléctricas, en caso las tenga. 5) Revisión del sistema expulsor, en caso lo tuviera.	Operador de taller
<b>Durante el molde se encuentre en uso</b>	
1) Revisión de los niples y <i>fitting</i> que conducen el agua a los canales de enfriamiento 2) Observar la temperatura del molde.	
<b>Durante el desmontaje del moldes</b>	
1) Revisión de niples y <i>fitting</i> que conducen el agua a los canales de enfriamiento 2) Engrase de la superficie cromada del moldes.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Funcionamiento de moldes

<b>Rutinas para verificar el funcionamiento del molde</b>			
<b>Rutinas</b>	<b>Desmontaje</b>	<b>Montaje</b>	<b>Responsable</b>
Desengrase de superficie cromada			operador de taller
Revisión del cromado del molde			operador de taller
Revisión de los niples y fitting del sistema de enfriamiento			operador de taller
Revisión de resistencias electricas			operador de taller
Revisión del sistema expulsor			operador de taller
Engrase de la superficie cromada del molde			operador de taller
Firma del jefe de turno: _____ Fecha: _____			

Fuente: elaboración propia.

- Cronograma

Este mantenimiento se debe realizar una vez cada quince días a cada uno de los moldes, no importando su uso.

Tabla XXXIII. **Cronograma de mantenimiento**

MES							
	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Semana 1		1	2	3	4	5	6
Semana 2	7	8	9	10	11	12	13
Semana 3	14	X	16	17	18	19	20
Semana 4	21	22	23	24	25	26	27
Semana 5	28	29	X	31			

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.1.5. **Proceso de producción**

En la programación de la producción se definen las diferentes actividades que se van a realizar en las diferentes máquinas en la semana, para lo cual se propone las reglas de despacho, atendiendo las necesidades de los clientes para las fechas de entrega. Según la programación de la producción, las máquinas producen diferentes productos, para ello se debe montar el molde adecuado y desmontar el molde que terminó de producir.

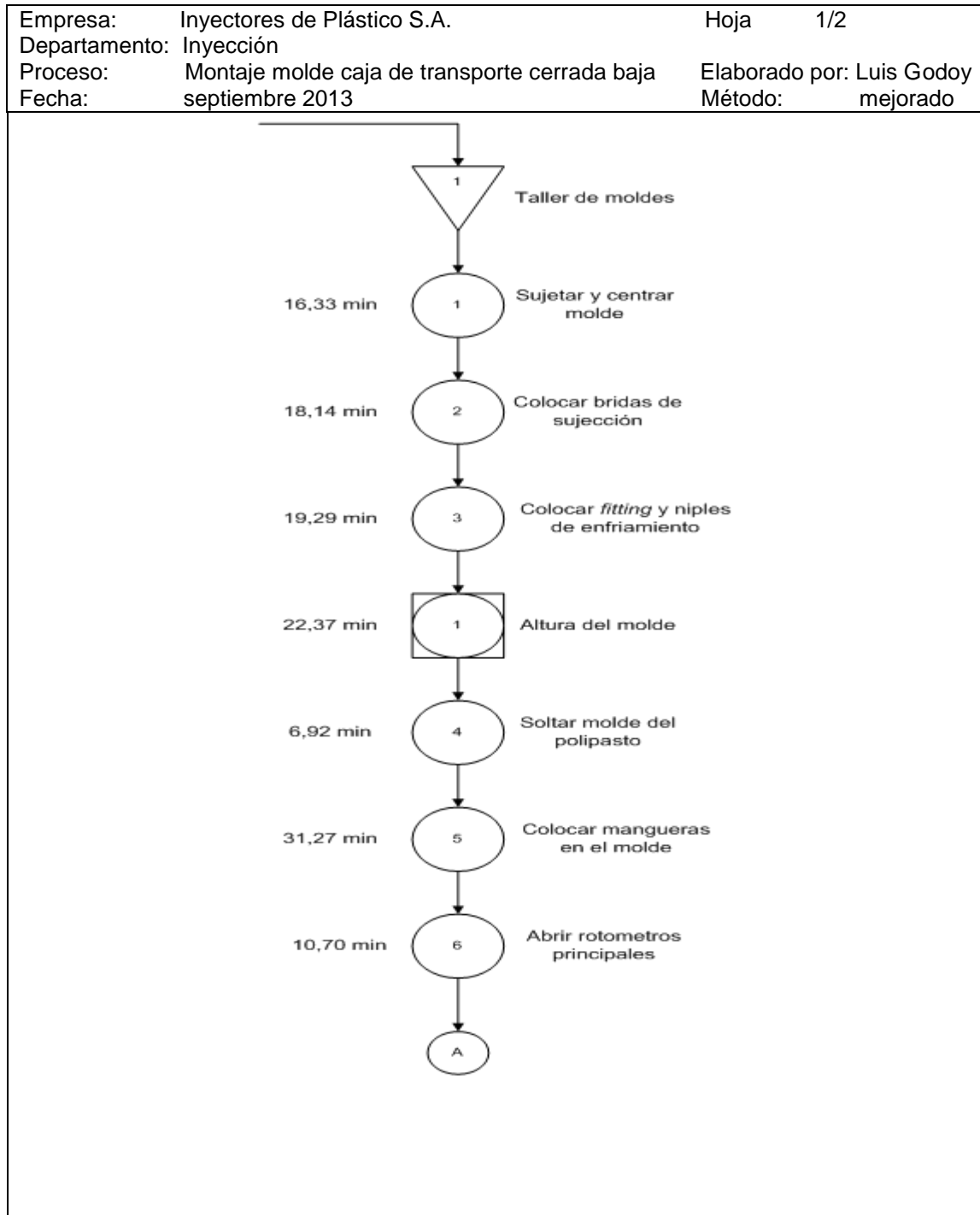
Como mejora del proceso se propone un procedimiento de cambio de molde, reduciendo el tiempo comparado con el procedimiento actual. Luego de hacer la instalación se sigue con la dosificación o regulación de la máquina, donde se calibra la temperatura, velocidad y fuerza de cierre del molde, como la cantidad necesaria de material a inyectar para obtener piezas con el peso adecuado, para ello se presenta un procedimiento para evitar atrasos,

controlando los parámetros para obtener piezas de buen color y peso. Como control de calidad se inspeccionan las primeras piezas obtenidas para analizar si cumplen con el peso, color y resistencia e iniciar con la producción.

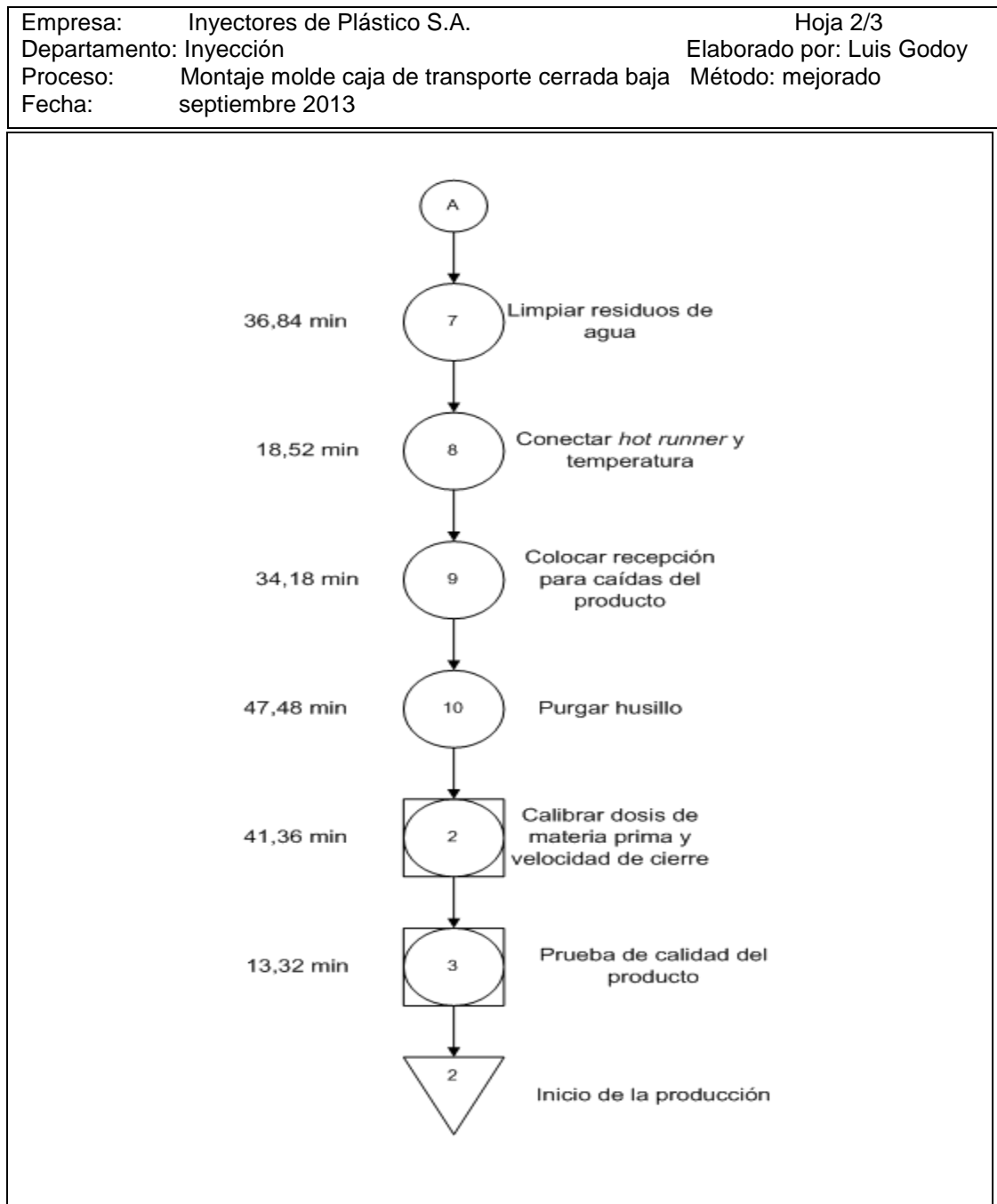
#### **2.3.1.5.1. Reducción de demoras**

Para evaluar los resultados de la optimización de tiempos en la instalación de moldes, se muestran con las figuras 32, 33 y 34 diagramas mejorados.

Figura 29. Diagrama de flujo del montaje de molde línea industrial



Continuación de la figura 29.



Continuación de la figura 29.

Empresa: Inyectores de Plástico S.A.		Hoja: 3/3		
Departamento: Inyección		Elaborado por: Luis Godoy		
Proceso: Montaje de molde palangana No. 2		Método: mejorado		
Fecha: septiembre 2013				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	10	239,55	
□	Inspección	0	0	
◻	Inspección/ operación	3	77,17	
→	Transporte	0	0	0
▽	Almacenaje	2	0	
			<b>316,72</b>	<b>0</b>

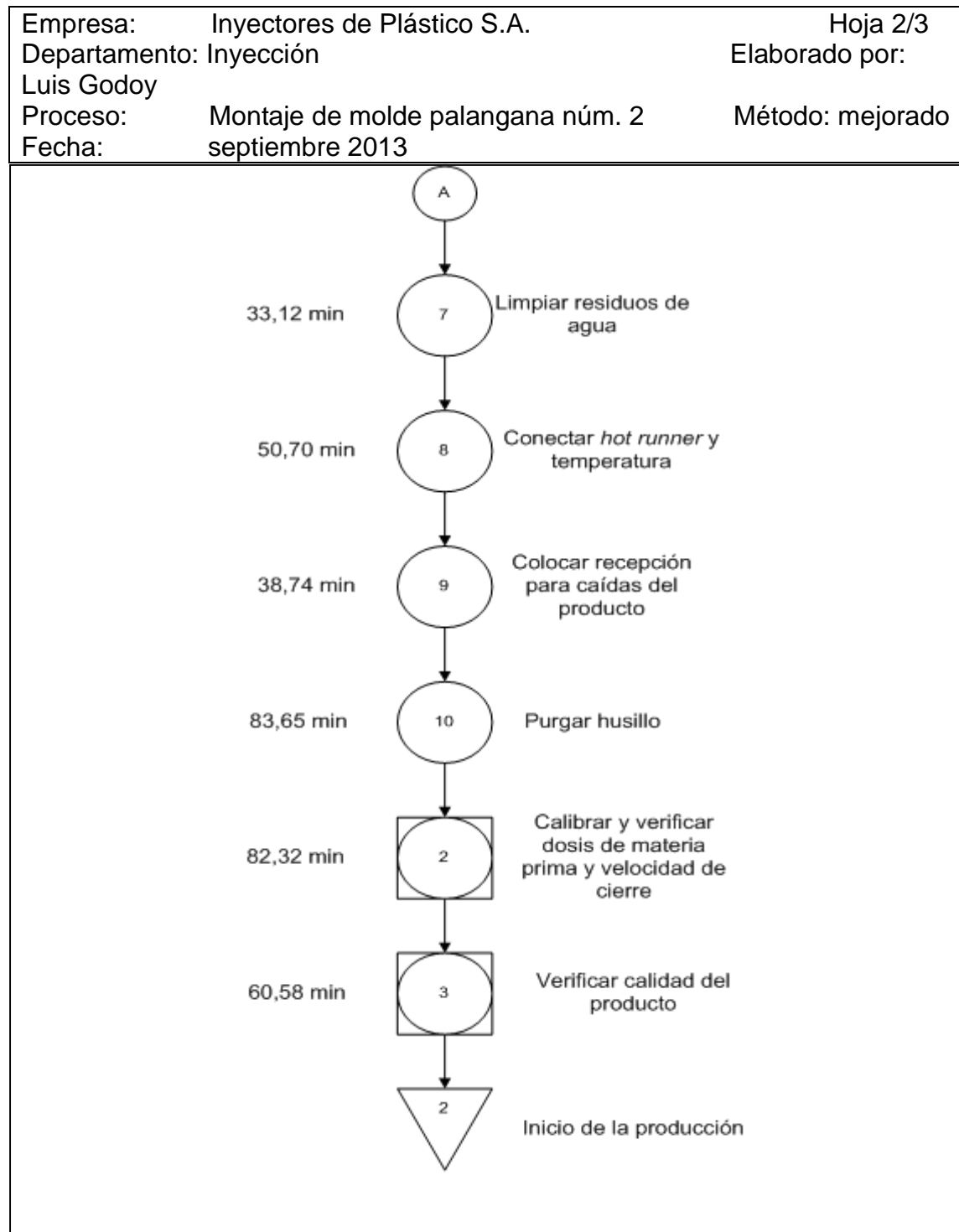
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

En este diagrama se puede apreciar que con las mejoras propuestas, se eliminan la mayoría de demoras que surgieron durante el estudio. Se eliminó la operación de la fuerza de cierre que se realiza durante la instalación del molde, debido a que dicha operación la vuelven a hacer los supervisores de turno, cuando regulan la máquina.










Continuación de la figura 30.



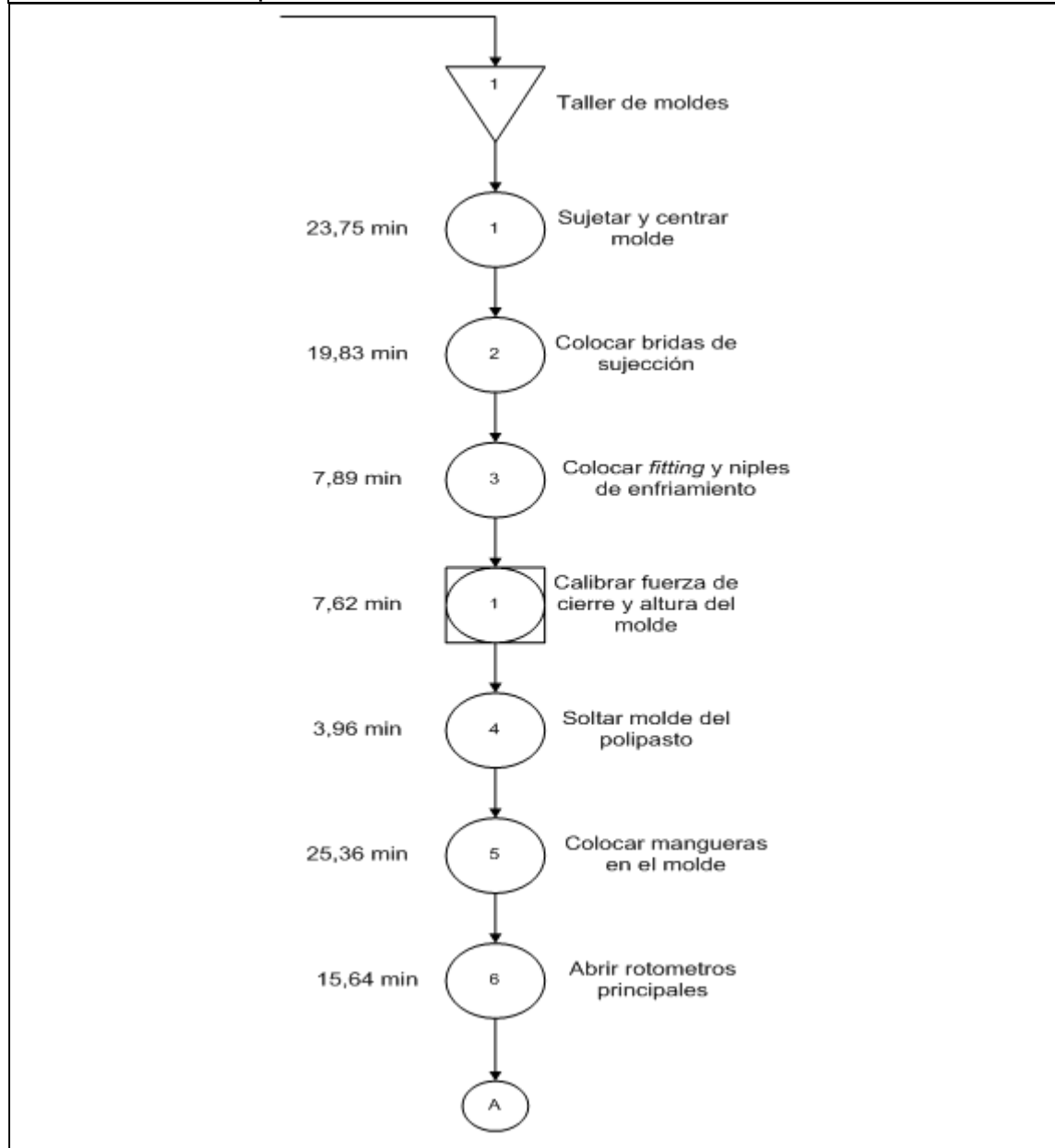
Continuación de la figura 30.

Empresa: Inyectores de Plástico S.A. Departamento: Inyección Godoy		Hoja 3/3 Elaborado por: Luis		
Proceso: Montaje de molde palangana núm. 2 Fecha: septiembre 2013		Método: mejorado		
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>
	Operación	10	361,94	
	Inspección	0	0	
	Inspección/ operación	3	157,22	
	Transporte	0	0	0
	Almacenaje	2	0	
			<b>519,16</b>	<b>0</b>

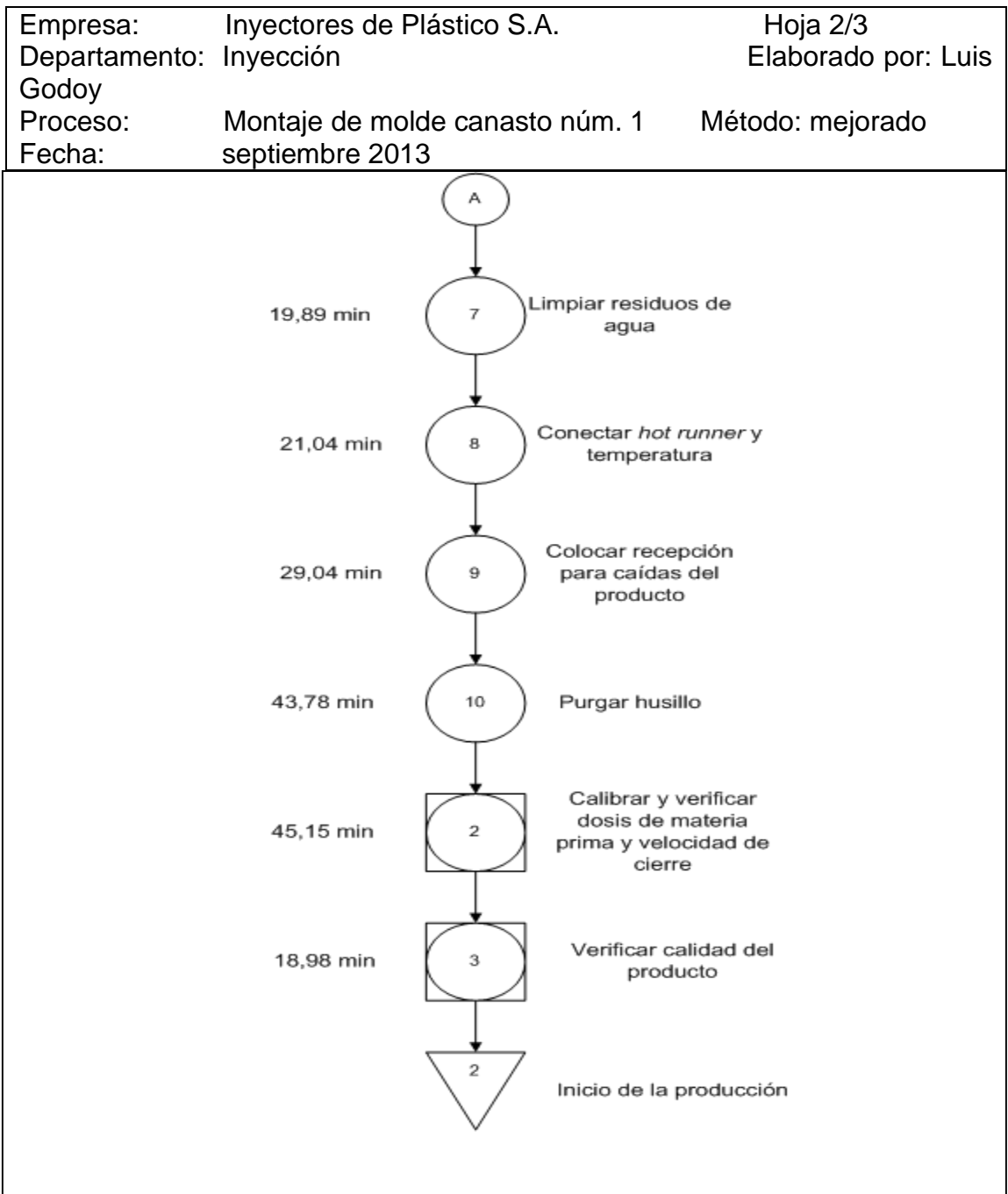
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

Figura 31. **Diagrama de flujo del montaje de molde de la línea pequeño consumidor**






Empresa:	Inyectores de Plástico S.A.	Hoja 1/3
Departamento:	Inyección	Elaborado por:
Luis Godoy		
Proceso:	Montaje de molde de canasto núm. 1	Método: mejorado
Fecha:	septiembre 2013	



Continuación de la figura 31.



Continuación de la figura 31.

Empresa: Inyectores de Plástico S.A.		Hoja 3/3		
Departamento: Inyección Godoy		Elaborado por: Luis		
Proceso: Montaje de molde canasto núm. 1		Método: mejorado		
Fecha: septiembre 2013				
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>
	Operación	10	210,18	
	Inspección	0	0	
	Inspección/ operación	3	71,15	
	Transporte	0	0	0
	Almacenaje	2	0	
			<b>281,33</b>	<b>0</b>

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

#### 2.3.1.5.2. Equipo para el cambio de molde

La herramienta con que se dispone en el área de Producción se utilizará para completar los kits para cada uno de los molderos de turno. Se deberá de hacer una inversión para poder comprar la herramienta faltante y completar los tres kits que se proponen.

Se contabilizó la herramienta faltante, con lo que se llegó al siguiente listado que se muestran en la figura 35.

Figura 32. Herramienta total para formar un *kit*

Cant.	Herramienta	Cant.	Herramienta
1	Caja de herramienta metálica	1	Llave ajustable de 8"
1	Juego de llaves Allen 3/16 - 3/8	1	Llaves Allen con esfera, medidas en(mm) 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 y 12
4	Cola-corona 30 mm	1	Llaves Allen sin esfera con medidas en(mm) 3 - 4 - 5 - 6 - 8 y 19
1	Cola-corona 18 mm	2	Llaves Allen sin esferas en pulgadas c/u 1/8 - 5/16 - 3/16 - 1/4 - 5/32 - 3/8
3	Cola-corona 26 mm	2	Llave de corona 36 mm
1	Cola-corona 55 mm	1	Llave cola - corona en milímetros (mm) 8 - 10 - 12 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 22 y 24
1	Cola-corona 22 mm	2	Llave cola - corona 27 mm
1	Cola-corona 17 mm	1	Llave cola 9/16
1	Cola-corona 24 mm	1	Nivel magnético de 8"
4	Cola-corona 32 mm	2	Destornilladores 1.6*10*200
1	Cola - corona 36	1	Martillo de bola de 1/2 libra
2	Cola-corona 28 mm	1	Martillo de cabeza plástica
1	Cola-corona 21 mm	1	Rach raiz de 1/2
2	Cola-corona 19 mm	1	Copa corona de 1/2 9/16
1	Cola-corona 9/16	1	Pinza para abrir seguros
1	Llave cola (46-50)	1	Pinza para cerrar seguros
1	Llave cola (32-30) mm	1	Alicate pico de loro 10 mm
1	Llave cola (24-27) mm	1	Llave de cola 9/16
1	Llave cola (24-30) mm	2	Llave de corona de 36 mm
2	Llave corona 36 mm	1	Tubo para cargadores de molde de 37cm de largo con 3 cm de diámetro
1	Llave corona 41 mm	1	Llave ajustable de 8" (cangrejo)
2	Llave allen 5/8	2	Espátula tipo palanca de 20" con mango plástico
2	Llave allen 14 mm		
3	Llave allen 17 mm		
1	Llave allen 9/16		
3	Llave allen 1/2"		
2	Llave allen 10 mm		
2	Espatula		
1	Vais Grip 8"		
2	Pinzas para quitar seguros		
1	Tijera para metal		
2	Ratchet raiz de 1/2		
1	Stilson 12 " y 18"		
1	Martillo cabeza de metal		
1	Martillo cabeza plástica		
2	Nivel		
2	Copa - corona 9/16 raiz de 1/2		
1	Copa - allen raiz de 1/2		
1	Destornillador 12" de largo		
1	Cangrejo 8"		

Continuación de la figura 32.

<b>Cant.</b>	<b>Herramienta</b>
1	Extensión para rache raíz de 1/2 de 3"
1	Extensión para rache raíz de 1/2 de 6"
1	Llave de impacto de 50 mm corona
1	Llave de impacto de 55 mm corona
1	Llave de cola 50-55 mm (cola ambos lados)
1	Llave de tubo stilson de 12"
1	Llave de tubo stilson de 18"
1	Llave ajustable de 10" (cangrejo)
1	Llave ajustable de 18" (cangrejo)
1	Juego de copas allen de impacto raíz de 1/2 6-8-10-12-14-17-19
1	Martillo tipo macho de 5 libras
1	Carro porta herramienta
1	<i>Vais grip</i> 8"
1	Tubo para ajustar brida 103 cm de largo con 4 cm de diámetro
1	Tubo para ajustar brida 90 cm de largo con 3,5 cm de diámetro
1	Linterna pequeña

Fuente: elaboración propia.

Esta lista de herramientas representa la cantidad necesaria para formar un kit, por lo que se necesita comprar el doble de lo indicado y con la ya existente formar los tres kits. No es muy frecuente el caso en el que se realizan tres cambios al mismo tiempo, pero dichos kits servirán para evitar que los operarios salgan del lugar de trabajo a buscar la herramienta.

Diagrama de proceso del desmontaje de molde: evaluando el ejemplo del molde: tapa caja de transporte, se procederá a realizar una comparación de los



diagramas de flujo del método actual y el método propuesto, aplicando ciertos cambios.

### 2.3.1.5.3. Procedimiento para dosificación del equipo

El procedimiento a realizar se describe en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. Procedimiento de dosificación del equipo

Objetivo: establecer un procedimiento de dosificación del equipo de inyección para obtener piezas con el peso adecuado requerido por el departamento de calidad.	
Alcance: cumplir con el requerimiento de calidad en el peso de las piezas inyectadas durante el proceso de dosificación.	
Desarrollo	Responsable
1) Según el molde que se intale, se debe de buscar los comandos reguladores de la máquina inyectora, tales como: temperatura, presiones, velocidad, tiempos y fuerza de cierre.	Supervisor de turno
2) Examinar recorridos, velocidad, tiempos, funcionamiento del molde y máquina realizando un marcha de prueba. 3) Controlar la limpieza de la tolva, eliminando con los medios apropiados, contaminantes del material a procesar, utilizando aire comprimido, paños o solventes. 4) Cargar la tolva de material plástico, controlar que no sobrepase la altura máxima de nivel de carga y asegurar la alimentación de material durante todo el proceso. 5) Cerrar la tolva con la tapa correspondiente, para evitar ingreso de contaminantes o absorción de humedad ambiente. 6) Controlar que la calefacción eléctrica de la unidad inyectora alcanzó la temperatura ajustada para iniciar la operación de purga y limpieza. 7) Controlar que el husillo plastificador gira libremente. 8) Limpiar la unidad inyectora, examinando en cada ciclo de purga el color y apariencia de la masa fundida obtenida, logrando que la masa fundida esté libre de impurezas, otros materiales plásticos o residuos carbonosos. 9) Retirar la boquilla que compone la unidad inyectora y limpiar en el caso de no haber alcanzado la eliminación total de contaminantes, utilizando cepillos de acero.	Operador de la máquina
10) Se inicia el proceso de inyección en modo semiautomático, verificando las primeras piezas obtenidas y regulando los parámetros de máquina y equipos auxiliares, hasta lograr que las mismas cumplan con las especificaciones elementales requeridas de llenado completo de la cavidad, terminación superficial, insertos, color y brillo. 11) Se verifican las características dimensionales, midiendo y pesando las muestras, utilizando una balanza electrónica y separando luego las que no cumplen con las especificaciones requeridas. 12) Se procede a un nuevo ajuste de los parámetros involucrando en el proceso que modifiquen la pieza inyectada, hasta alcanzar los objetivos de calidad indicados por la empresa. 13) Límites de control para el peso del producto terminado.	Supervisor de turno

Fuente: elaboración propia.

Los límites de control son una herramienta para medir si el proceso se encuentra dentro de los límites deseados. Es un gráfico donde se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando, los datos se registran durante el funcionamiento y a medida que se obtienen.

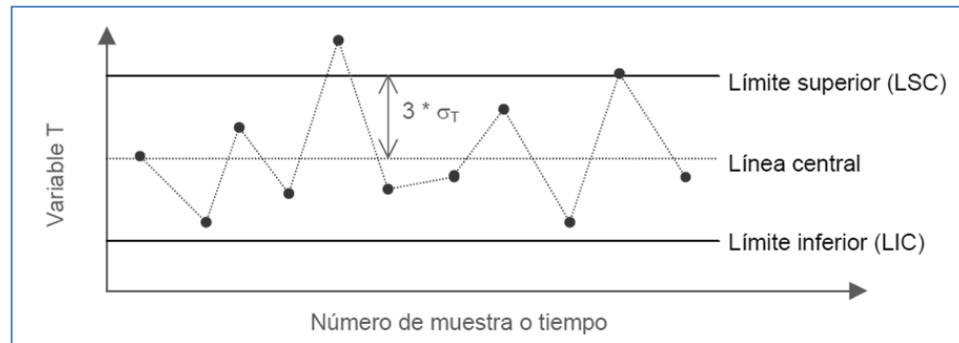
En este caso es para verificar el peso de los productos populares, como: la cajilla, cubeta, cajas agrícolas, entre otros, durante el proceso de producción. El peso es establecido por los supervisores de Producción y el Departamento de Calidad.

El gráfico de control muestra tres líneas paralelas al eje de las X.

- Línea central: representa el valor medio de calidad exigida por la empresa.
- Límite superior y límite inferior: se encuentra en una posición tal que, si todos los registros obtenidos durante el proceso de producción están dentro de los límites, entonces se supone que el proceso está en control. Por el contrario, si, al menos, un registro está fuera de los límites, esto es una señal de que pasó algo anómalo y es necesario investigar su causa.

Según políticas de la empresa, el peso debe variar  $\pm 0,10$  gramos. Según el peso del producto analizado establecido por la empresa, el cual es la línea central. El límite superior deberá ser  $0,10$  gramos mayor y límite inferior  $0,10$  menor que la línea central.

Figura 33. **Gráfico de control**



Fuente: GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 215.

### **2.3.1.6. Mejora de las condiciones y medio ambiente de trabajo**

En la industria del plástico se debe tomar en cuenta las recomendaciones técnicas propias de este tipo de plantas, considerando la gran influencia que ejerce en la productividad. Las condiciones de trabajo dependen, principalmente de la ventilación, iluminación y ruido.

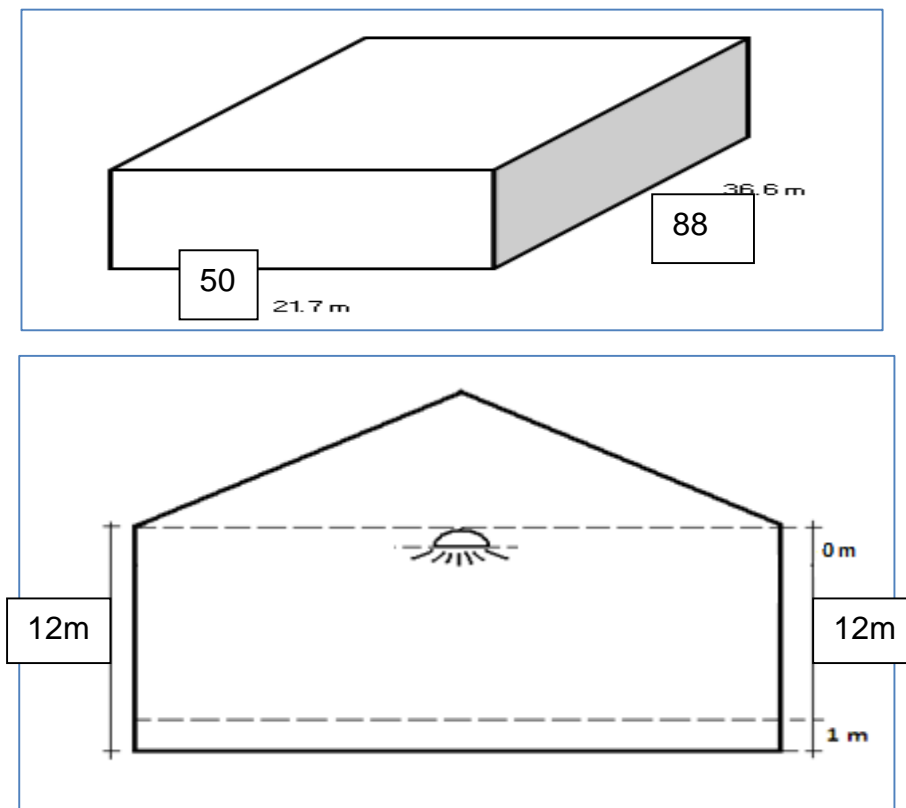
Es indispensable que los operadores se encuentren en un ambiente agradable, sin experimentar frío o calor, con iluminación adecuada, la menor cantidad de polvo posible, así podrá concentrarse en su trabajo y realizarlo de una mejor forma.

Las condiciones de climatización y condiciones higiénicas son adecuadas, pero se propondrá una mejor iluminación y la ventilación para que sean las adecuadas. A continuación se demuestra la cantidad de lámparas que son las necesarias en el área de Producción, como también la ventilación.

### 2.3.1.6.1. Iluminación

La iluminación adecuada mejora el rendimiento de una fábrica al disminuir la fatiga visual de los operarios, desciende el número de piezas defectuosas y, lo más importante, reduce el riesgo de accidentes. Se ha de procurar trabajar, siempre que se pueda con luz natural y cuando la iluminación no sea suficiente se empleará luz artificial. Tomando en cuenta lo anterior, el área a utilizar se muestra en la gráfica, es un área de (50 m) x (88 m).

Figura 34. Diagrama de las dimensiones actuales de la planta 4400 m<sup>2</sup>



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

Para las actividades de esta planta de producción se considera un nivel de luz tipo G, que abarca lectura de originales y fotocopias buenas, trabajo sencillo de inspección o de banco. Este nivel toma en cuenta el rango de:

Tabla XXXV. **Tabla de rangos, 200lux - 300lux - 500lux**

**Tabla 6.2** Niveles de iluminación recomendados para utilizarse en el diseño de alumbrado en interiores

Categoría	Rango de luminiscencia (fc)	Tipo de actividad	Área de referencia
A	2-3-5	Áreas públicas con inmediaciones oscuras	
B	5-7.5-10	Orientación simple para visitas temporales breves	Alumbrado general a través de un cuarto o área.
C	10-15-20	Espacios de trabajo donde las tareas visuales se realizan sólo en ocasiones.	
D	20-30-50	Realización de tareas visuales de gran contraste y tamaño, por ejemplo, lectura de material impreso, captura de originales, escritura a mano con tinta y xerografía; trabajo rudo de prensa y máquina; inspección ordinaria; ensamblado rudo.	
E	50-75-100	Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeño tamaño, por ejemplo, lectura de manuscritos a lápiz, material con muy baja calidad de impresión y reproducción; trabajo mediano de prensa y máquina; difícil inspección; ensamblado medio.	Luminancia en la tarea
F	100-150-200	Realización de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño, por ejemplo, lectura de manuscritos con lápiz duro sobre papel de muy baja calidad y material pobremente reproducido; inspección altamente difícil, ensamble difícil.	
G	200-300-500	Realización de trabajos visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por un periodo prolongado, por ejemplo, ensamble fino; inspección muy difícil; trabajo fino de prensa y máquina; ensamble extrafino.	
H	500-750-1000	Realización de trabajos visuales muy precisos y prolongados, por ejemplo, inspección difícil; trabajo extrafino de prensa y máquina; ensamble extrafino.	Luminancia sobre la tarea a través de combinación de alumbrados locales generales y complementarios.
I	1000-1500-2000	Realización de trabajos visuales muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño, por ejemplo, procedimientos quirúrgicos.	

Fuente: Adaptado del IESNA, 1995.

Fuente: FREIVALDS, A.; NIEBEL, B.W. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 237.

Escogiendo como el más conveniente el de 300 lux, por el tipo de proceso que se realiza en la planta de producción.

- Porcentajes de reflectancia: Para tres factores: techo, pared y suelo se describen a continuación.

Techo:

Lámina                      medio                      →                       $P_c = 0,3 = 30 \%$

Pared:

Sin pintura (ladrillo) medio                      →                       $P_a = 0,3 = 30 \%$

Suelo:

Cemento                      obscuro                      →                       $P_p = 0,1 = 10 \%$

Con los datos anteriores, el promedio es de 23,33 %

- Relación de cavidad zonal: para determinar los índices de cavidad zonal de los tres aspectos se utiliza la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{5 * H_c * (L + H)}{L * H}$$

Donde:

Variable	Descripción
<b>Rc</b>	Es el índice de relación de cavidad.
<b>Hc</b>	Es la altura que se va a evaluar.
<b>Hcc</b>	Altura que representa en donde se colocará la lámpara.
<b>Hca</b>	Altura de la pared que se determina mediante la diferencia en la altura total menos la altura de la lámpara y del piso.
<b>Hcp</b>	Altura en donde se realizan las operaciones.
<b>L</b>	Es el largo del lugar que se analizará.
<b>H</b>	Es el ancho del lugar que se analizará.

Relación de cavidad del cielo o techo:

$$R_{CC} = \frac{5 * H_{cc} * (L + H)}{L * H} = \frac{5 * 0 * (88 + 50)}{88 * 50} = 0$$

La altura que representa en donde se colocará la lámpara (Hcc) es 0 debido a que es la medida donde está posicionada la lámpara, se puede observar en la figura 37.

Relación de cavidad de la pared:

$$R_{CA} = \frac{5 * H_{ca} * (L + H)}{L * H} = \frac{5 * 12 * (88 + 50)}{88 * 50} = 1,88 \cong 1$$

Relación de cavidad del suelo:

$$R_{CP} = \frac{5 * H_{cp} * (L + H)}{L * H} = \frac{5 * 1 * (88 + 50)}{88 * 50} = 0,16$$

- **Determinación de reflexión efectiva:** para determinar la reflexión efectiva de las áreas se utiliza una tabla que se adjuntará en los anexos.

- Reflexión efectiva del techo: para determinar la reflexión efectiva del techo se utilizan los siguientes parámetros:

$$R_{cc} = 0$$

$$P_c = 30 \%$$

$$P_a = 30 \%$$

Con estos indicadores se busca el porcentaje de reflexión y es  
Según tablas  $P_{cc} = 30 \%$

Tabla XXXVI. **Porcentaje de luz reflejada**

Color o acabado	Porcentaje de luz reflejada	Color o acabado	Porcentaje de luz reflejada
Blanco	85	Azul medio	35
Crema claro	75	Gris oscuro	30
Gris claro	75	Rojo oscuro	13
Amarillo claro	75	Café oscuro	10
Madera claro	70	Azul oscuro	8
Verde claro	65	Verde oscuro	7
Azul claro	55	Arce o maple	42
Amarillo medio	65	Madera satinada	34
Madera medio	63	Nogal	16
Gris medio	55	Caoba	12
Verde medio	52		

Fuente: FREIVALDS, A.; NIEBEL, B.W. *Ingeniería industrial, método, estándares y diseño del trabajo*.  
p. 235.

- Determinación del coeficiente de utilización (k): para determinar el coeficiente de utilización se utilizan los siguientes parámetros:

$$R_{ca} = 1$$

$$P_{cc} = 30 \%$$



Pp = 10 %

Como la lámpara está empotrada al techo se busca en la sección última de la tabla, sin embargo, en esta sección los valores están en blanco, lo que indica que se toman los valores de la sección anterior o sea la de Pcc = 30 lo cual da un valor de K = 0,71.

- Factor de mantenimiento o flujo total: existen dos factores que se deben tomar en cuenta cuando se evalúa el mantenimiento y es el nivel de suciedad o de limpieza que se maneja en la planta, dado que la planta es de manufactura de procesos de inyección de plástico, el ambiente es limpio, por esto se determinó que la siguiente fórmula.

$$K' = 0,8$$

Por lo tanto el flujo total es:

$$\phi = \frac{E * \text{Área}}{K'K}$$

El flujo luminoso mide la cantidad de luz que emite la fuente, ya que el promedio de reflectancia es de 23,33 %, se utiliza un nivel de iluminación igual a 300 lux, por considerarse una reflectancia media.

$$\phi = \frac{300 * (88 * 50)}{0,8 * 0,71} = 2\,323\,943,66 \text{ lúmenes}$$

- Número de lámparas: con lo anterior podemos calcular el número de lámparas necesarias para la planta, sabiendo que se utilizarán lámparas con potencia de 280 watts, las cuales tienen una producción total de luz de 22,400 lúmenes.

$$\# \text{ lámparas} = \frac{2,323,943,66 \text{ lúmenes}}{22400 \text{ lúmenes}} = 103,75 \cong 104 \text{ lámparas}$$

El número de lámparas podrá ser el adecuado por la actividad que se realiza, pero actualmente se cuenta con un aproximado de 90 lámparas de 280 watt, por lo que se recomienda instalar 14 más y mejorar la visibilidad.

### 2.3.1.6.2. Ventilación

La ventilación debe ser la mejor posible para que las tareas que se vayan a ejecutar en los diversos puestos de trabajo se realicen en las mejores condiciones. Es natural que se deteriore el aire por el desprendimiento de polvos, gases, vapores producidos en los procesos productivos.

- Cálculos: la cantidad de aire que entra a un edificio se puede medir a través de la siguiente fórmula:

$$Q = C * A * V$$

Q = flujo del aire en  $\text{m}^3$  /hora

C = coeficiente de entrada de la ventana

A = área de paso de las ventanas en metro cuadrado

V = velocidad del aire

Caudal de aire necesario para que se dé una buena ventilación.

$$CA = V * \text{Núm. R/hora}$$

CA = caudal de aire necesario ( $\text{m}^3$  /hora)

V = volumen de aire que se desea renovar

Núm. R = número de renovaciones de aire por hora

- Volumen total de aire a renovar:

$$\text{Volumen} = (50 \text{ m})(88 \text{ m})(12 \text{ m}) = 52\,800 \text{ mt}^3$$

- Caudal de aire a evacuar: si se observa en la cantidad de veces que se debe evacuar el aire de un ambiente, se verá que para un taller, se debe evacuar 3 a 4 veces el contenido de aire por hora, por lo que queda la siguiente cantidad:

$$CA = \frac{(52\,800)}{(4)} = 13\,200 \text{ mt}^3 / \text{hr}$$

- Medida de los ventanales: se supone una velocidad del aire de 2 kilómetros por hora. La dirección del aire es longitudinal al edificio, se tiene:

$$13\,200 = (0,25) (A) (2\,000 \text{ mts})$$

Despejando el área:

$$A = 26,4 \text{ mts}^2$$

Con esto dato se puede distribuir de mejor manera alrededor del edificio

$$A = (\text{largo}) (\text{ancho})$$

$$26,4 = (88) (\text{ancho})$$

Despejando el ancho se tiene:

$$\text{Ancho} = (26,4) / (88) = 0,3 \text{ metros}$$

Actualmente cuenta con dos entradas de aire, con dimensiones de 3 metros de ancho, por lo que se puede reducir a 2,4 metros cada una y el caudal de aire necesario para renovar sería el ideal.

### **2.3.2. Evaluación de resultados para el área de Producción**

Para la evaluación de resultados se tomaron como base la eficiencia, la eficacia y la productividad, comparando el actual con lo propuesto.

#### **2.3.2.1. Definición de eficiencia, eficacia y productividad en el proceso de cambio de molde**

La eficiencia puede definirse como el resultado que se obtiene de la relación entre el tiempo actual y el tiempo total propuesto, tratando de maximizar los recursos, ya sean humanos, materiales o financieros.

Para mantener una buena eficiencia significa optimizar los recursos anteriormente mencionados. Desde el punto de vista productivo se puede decir que es la razón entre el tiempo actual sin ningún retraso y el tiempo propuesto en los diagramas mejorados, como se ve en la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo actual}}{\text{Tiempo propuesto}}$$

La eficiencia está ligada a la eficacia y a la productividad. La eficacia es el grado en el que se logran los objetivos sin tomar en cuenta los recursos. La productividad es una combinación de ambas, ya que la eficacia está

relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos. El producto de estos aspectos se puede ver en la siguiente fórmula:

$$\text{productividad} = (\text{Eficiencia}) \times (\text{Eficacia})$$

Donde la eficacia viene dada por:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas actual}}{\text{Unidades producidas mejorado}}$$

Para obtener los resultados se utilizará la toma de tiempos en el cambio de molde, el cual es el proceso actual, comparando con el proceso mejorado.

### 2.3.2.2. Eficiencia actual y mejorada

De acuerdo al análisis hecho a los diagramas de flujo, se puede realizar una comparación de los tiempos del método actual y el propuesto, la cual se puede observar en la tabla XXXI. Se tomó un tiempo promedio para obtener un dato global de la instalación de moldes.

Tabla XXXVII. **Tiempo actual y mejorado**

	<b>Línea industrial</b>	<b>Línea doméstica</b>	<b>Pequeño consumidor</b>	<b>Promedio</b>
<b>Actual</b>	218,11	357,14	194,16	256,47
<b>Mejorado</b>	316,72	519,16	281,33	372,40

Fuente: elaboración propia.

Los índices del método actual fueron proporcionados por la empresa.

- Eficiencia actual y mejorada

El tiempo propuesto está representado como estándar en el proceso. Los datos se obtuvieron en la suma del tiempo total de cambio de molde. Se realizó un promedio por los tiempos totales representados en los diagramas del método actual y el mejorado, obteniendo los siguientes datos.

$$\text{Eficiencia} = \frac{256,47 \text{ min}}{372,40 \text{ min}} = 0,69$$

Tabla XXXVIII. **Eficiencia actual y mejorada**

	Cambio de molde
Método actual	57 %
Método mejorado	69 %

Fuente: elaboración propia.

Se mejoró la eficiencia al momento de eliminar las diferentes causas de atraso en los procesos, aplicando diferentes herramientas de ingeniería, ya presentadas, como la toma de tiempos, diagrama de Pareto, entre otros.

### 2.3.2.3. **Eficacia actual y mejorada**

Se efectuó el cálculo de las unidades retrasadas o no producidas durante el tiempo empleado en el cambio de molde, con el método actual y, por ende, con el método mejorado.

$$\text{Eficacia} = \frac{184 \text{ u}}{268 \text{ u}} = 0,68$$

Tabla XXXIX. **Eficacia actual y mejorada**

	Cambio de molde
Método actual	30 %
Método mejorado	68 %

Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.2.4. Productividad actual y mejorada**

Es el producto de la eficiencia por la eficacia.

$$\text{productividad} = (0,69) \times (0,68) = 0,47$$

Tabla XL. **Productividad actual y mejorada**

	Cambio de molde
Método actual	17 %
Método mejorado	47 %

Fuente: elaboración propia.

#### **2.3.3. Método esquina Noroeste**

Es un algoritmo capaz de solucionar problemas de transporte o distribución, el cual se utilizó en el proyecto para analizar el camino a seguir para solucionar los problemas en el proceso de instalación de molde, respecto a las líneas de producción: línea industrial, doméstica y pequeño consumidor.

Se analizaron los primeros retrasos que indica el análisis de Pareto, con cada una de las líneas de producción mencionadas. Los costos asignados son

valores aproximados de la inversión que se debe realizar (tiempo, mano de obra, insumos, repuestos) para solucionar el problema.

Tabla XLI. **Costos asignados en el método esquina Noroeste**

<b>Esquina Noroeste</b>	<b>Fuga de agua en el molde</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Barra expulsora</b>	<b>Calefacción del molde</b>	<b>Oferta</b>
Linea industrial	83	139	154	125	299
Linea doméstica	68	139	123	142	216
Pequeño consumidor	55	127	123	139	289
Otros	55	110	112	98	110
Demanda	199	162	191	210	

Fuente: elaboración propia.

#### Pasos a seguir

- En la esquina noroeste de la matriz se debe asignar la máxima cantidad de unidades posibles, cantidad que se ve restringida por la oferta o demanda. En este paso se procede a ajustar la oferta y la demanda de la fila y la columna afectada, restándole la cantidad asignada a cada celda.
- Luego se procede a eliminar la fila o destino, cuya oferta o demanda sea cero.
- Existen dos posibilidades de solución, la primera que quede solo un renglón o columna, si este es el caso se ha llegado al final del método. La segunda posibilidad es que quede más de un renglón o columna, si este es el caso se debe reiniciar el proceso.



Tabla XLII. **Matriz solución del método**

<b>Esquina Noroeste</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Barra expulsora</b>	<b>Calefacción del molde</b>	<b>Oferta</b>
Línea industrial	<b>100</b>			100
Línea doméstica				216
Pequeño consumidor				289
Otros				110
<b>Demanda</b>	162	191	210	

<b>Esquina Noroeste</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Barra expulsora</b>	<b>Calefacción del molde</b>	<b>Oferta</b>
Línea doméstica	<b>62</b>			154
Pequeño consumidor				289
Otros				110
<b>Demanda</b>	62	191	210	

<b>Esquina Noroeste</b>	<b>Barra</b>	<b>Calefacción</b>	<b>Oferta</b>
Pequeño consumidor	<b>99</b>		289
Otros			110
<b>Demanda</b>	99	210	

<b>Esquina Noroeste</b>	<b>Calefacción del molde</b>	<b>Oferta</b>
Pequeño consumidor	<b>190</b>	190
Otros		110
<b>Demanda</b>	210	

<b>Esquina Noroeste</b>	<b>Calefacción del molde</b>	<b>Oferta</b>
Otros	20	110
<b>Demanda</b>	20	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Costos asociados a la distribución**

Variable de decisión	Actividad de la variable	Costo por unidad	Contribución Total
X1,1	0	83	0
X1,2	100	139	13900
X1,3	0	154	0
X1,4	0	125	0
X2,1	0	68	0
X2,2	62	139	8618
X2,3	92	123	11316
X2,4	0	142	0
X3,1	0	55	0
X3,2	0	127	0
X3,3	99	123	12177
X3,4	190	139	26410
X4,1	0	55	0
X4,2	0	110	0
X4,3	0	112	0
X4,4	20	98	1960
			<b>74381</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo total es de 74 381,00 quetzales, el cual cumple con todas las restricciones y una rapidez de elaboración y muestra el camino a seguir para solucionar los problemas y, por ende, optimizar los recursos.

#### **2.3.4. Costos de la propuesta**

Se demostró que es necesario hacer una inversión para mejorar el proceso de cambio de molde para lo cual se realizaron diferentes cotizaciones que se muestran en los anexos.

El montacargas fue alquilado, por lo que su costo es mensual, las mangueras hidráulicas son para el sistema de enfriamiento del molde, las gavetas con ruedas para guardar herramientas, movilizándolas de máquina a máquina, cuando sea necesario utilizarlas.

La inversión más grande es la compra de herramienta, debido que no se cuenta con la herramienta completa para hacer un cambio, sin necesidad de salir en busca ella.

Tabla XLIV. **Costos**

<b>Costos</b>				
<b>Accesorios</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (U)</b>	<b>Precio (Q)</b>	<b>Costo total (Q)</b>
Mangueras hidráulicas	Sistema de enfriamiento para moldes	200	16,5	3 300
Montacargas (alquiler)	Para uso del personal de moldes	1	5 500	5 500
Gavetas guarda herramienta	Para portar herramienta	3	2 100	6 300
Herramienta	Para uso del personal de moldes	29	558,36	16 192,50
Tinta para impresión	Cartuchos de tinta para impresora	2	130	260
Impresora	Se utilizó para impresiones	1	350	350
Impresiones	Se utilizaron para identificar accesorios	30	1	30
<b>TOTAL</b>				<b>31 932, 50</b>

Fuente: elaboración propia.

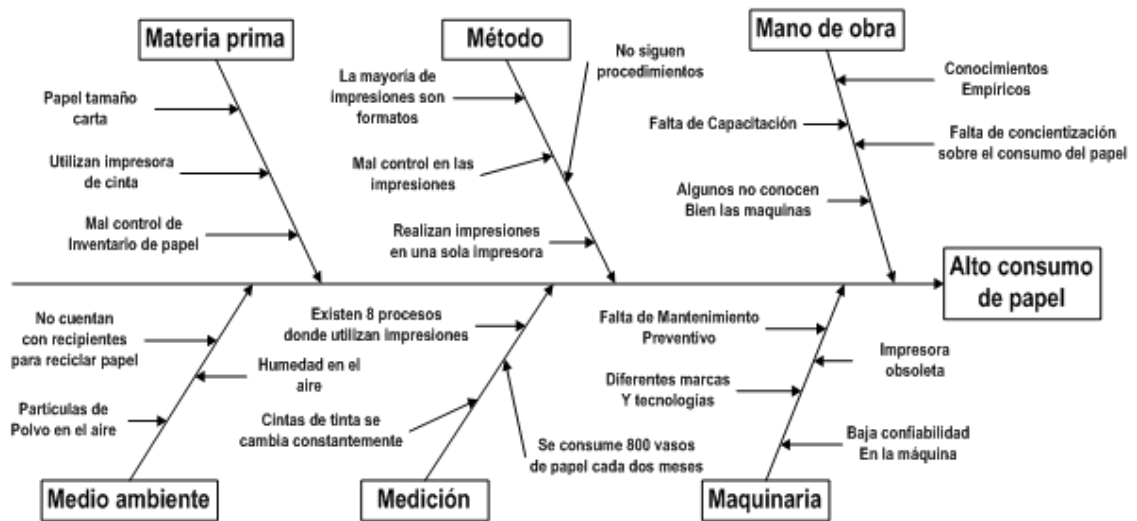


### 3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE PAPEL EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

#### 3.1. Diagnóstico del consumo actual de papel en el área de Producción

Para conocer el consumo aproximado de papel en la oficina de la planta de producción, se recurre a la observación y preguntas al personal que utiliza la oficina, para tener una idea de las tendencias en el consumo por procedimiento. Se utilizó un tipo de preguntas no estructuradas.

Figura 35. Diagrama de causa y efecto para el análisis de consumo de papel



Fuente: elaboración propia.

Para optimizar el consumo del papel es necesario buscar las diferentes causas que generan el alto consumo.

### 3.1.1. Procedimientos que impactan en el consumo del papel

Estos fueron los datos obtenidos de la investigación que se realizó en la oficina de producción. En la tabla XXXVI se muestran los procedimientos que más consumo de papel generan.

Tabla XLV. **Procedimientos que consumen papel**

No.	Procedimientos
1	Reportes de producción
2	Informes diarios a gerencia
3	Programa de instalación de moldes
4	Registros de limpieza
5	Memorandos
6	Etiquetas para identificar producto
7	Evaluación de las Buenas Prácticas de Manufactura
8	Identificación de materia prima
9	Vasos de papel como servicio de agua potable
10	Otros

Fuete: elaboración propia.

#### Descripción

- Reportes de producción: estos son dados al operador cuando inicia la producción en cualquiera de las máquinas, donde deben reportar lo producido durante el día y, si surgió algún fallo en la máquina.
- Informes diarios a Gerencia: reportes de los sucesos más relevantes que han sucedido durante el día.

- Programa de instalación de molde: es distribuido al supervisor de montaje y desmontaje de moldes, al supervisor de mezcla de materia prima y al taller de moldes.
- Registro de limpieza: control que se lleva de la limpieza del área de cada una de las máquinas y del personal que la realiza.
- Memorandos: escrito que se utiliza para comunicar al personal de planta alguna indicación, recomendación o instrucción de algún proceso.
- Etiquetas para identificar producto: se identifica cada una de las palets con producto terminado.
- Evaluación de las Buenas Prácticas de Manufactura: evaluación que se realiza diariamente a cada uno de los operadores de la planta.
- Vasos de papel para el servicio de agua potable: cada uno de los puntos de hidratación posee vasos de papel, los cuales solo una vez se pueden utilizar.
- Identificación de materia prima a utilizar: cada una de las máquinas usa diferente materia prima, debido a esto se debe identificar el material que se va a utilizar para cada una de ellas.

### 3.1.1.1. Tabla de consumo por procedimiento

Se utilizan entre tres a cuatros resmas de papel tamaño carta al mes, es un aproximado de 2 000 hojas de papel *bond*.

El consumo presentado en la tabla XXXVII, es un aproximado de consumo por procedimiento.

Tabla XLVI. Consumo de hojas por mes

No.	Procedimientos	Hojas/mes
1	Reportes de producción	700
2	Informes diarios a gerencia	60
3	Programa de instalación de moldes	40
4	Registros de limpieza	40
5	Memorandos	20
6	Etiquetas para identificar producto	600
7	Evaluación de las Buenas Prácticas de Manufactura	8
8	Identificación de materia prima a utilizar	550

Fuente: elaboración propia.

El consumo total aproximado es de 2 018 hojas al mes.

El consumo de vasos de papel para el servicio de agua potable, es una caja con veinticuatro paquetes con 30 vasos cada uno, dando un consumo de 720 vasos cada dos meses.

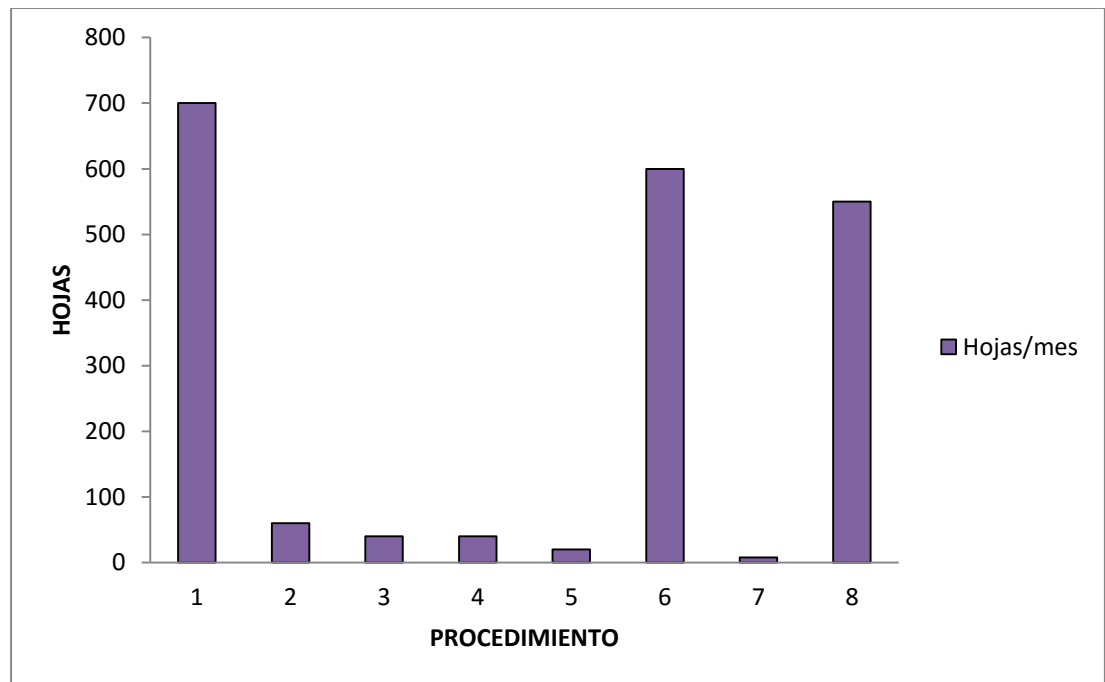
Se puede observar el procedimiento que presenta mayor consumo mensual de papel es el de reportes de producción, siendo este el más importante de cada uno de los demás procedimientos.



### 3.1.1.1.1. Gráfica de consumo por procedimiento

Se presenta la siguiente figura 42, con el consumo de papel por procedimiento.

Figura 36. Gráfico de consumo de hojas por mes



Fuente: elaboración propia.

Los reportes de producción son los que más generan el consumo de papel, debido a que, por cada máquina y por cada día de producción se debe generar dicho reporte. De igual forma, pero con menos consumo, son las etiquetas para identificar el producto y materia prima, son importantes debido a que se lleva un mejor control sobre estos.

### 3.1.2. Plan para la reducción del consumo de papel

Información básica:

- Objetivo: disminuir el impacto del consumo del papel en la oficina del área de Producción de la empresa Inyectores de Plástico, S. A. aplicando la regla de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar).
- Dirigido: al personal administrativo de la empresa que pertenece a la oficina de producción, 8 personas.
- Características de los participantes
  - Promedio de edad de 30 años
  - Nivel de escolaridad universitario
  - Cinco años de pertenecer a la empresa
- Responsable
  - Supervisor de Producción y jefe de sección
- Metodología
  - Charla: explicaciones del capacitador, sobre cada uno de los temas impartidos.
  - Duración: treinta minutos, realizando una única charla.
- Temas:
  - Reciclaje del papel.
  - Importancia de la reducción del consumo del papel por medio del reciclaje.
  - Importancia del uso del papel reciclado.

- Aplicación: con consecuencias muy negativas para el medio ambiente, debido a que en su producción se utiliza gran cantidad de recursos naturales como árboles, agua y energía.

Se debe reducir la utilización del papel, con lo cual se consumen menos recursos y se generan menos residuos.

- Utilizar, preferentemente el correo electrónico para las comunicaciones. En el caso de que sea necesario imprimir, hacerlo por ambas caras del papel.
- Utilizar la computadora para la lectura de los documentos.
- Imprimir en calidad de borrador para evitar el derroche de tinta, pérdidas de papel y facilitar la reutilización.
- Antes de imprimir comprobar las posibles fallas y mejoras del documento. Reutilizar para alargar el ciclo de vida del papel mediante usos similares o alternativas de un material.
- Reutilizar el papel, si está impreso en solo una de sus caras.
- Reutilizar las carpetas o archivos para colocar el papel que se va a utilizar nuevamente.

Se debe reciclar para recuperar un recurso ya utilizado y generar un producto nuevo.

Depositar las hojas usadas en una zona destinada, dentro de la oficina, específicamente para el reciclaje de papel. Estas zonas suelen conocerse con el nombre de punto verde y llevarlas a un centro de acopio dentro de la corporación.

Para cada uno de los procedimientos de la tabla XXVI aplican las 3R. El inciso de reutilizar, ya existe en la oficina, por lo que se facilita la implementación de “reducir y reciclar”. Para la reducción del consumo de vasos para el servicio de agua potable, se recomienda que se le proporcione a todo el personal y un vaso plástico, para uso propio.

La empresa cuenta con el equipo necesario para poder aplicar las 3R sin caer en algún costo.

- Para la fase de reciclaje se puede utilizar como recipiente para colocar el papel, un bote con tapa y pedal, que son productos de la empresa.
- Para sustituir el vaso de papel por un vaso de plástico, este es fabricado también en la empresa.
- Programa: se trabajó en dos días diferentes, en el primero se trabajó la parte teórica y en el segundo, la parte práctica.

Tabla XLVII. Programa

Tema	Metodología	Hora		Duración (hrs)	Fecha
5's	Teórico	17:00	18:00	1	16/06/2013
5's	Práctico	10:00	11:00	1	Diario

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin					
					L	M	X	J	
1	Teorico	1 hora	mar 08/07/14	mar 08/07/14		■			
2	Practico	1 hora	mié 09/07/14	mié 09/07/14				■	

Fuente: elaboración propia.

- Recursos a utilizar
  - Infraestructura física: oficina donde se aplicarán las 3R
  - Infraestructura técnica: computadora
  - Equipo humano: participantes interesados en la aplicación

### 3.1.3. Costos de la propuesta

En la tabla XXXVIII se muestran los costos que representa la utilización de los accesorios que apoyarán el reciclaje del papel.

Tabla XLVIII. **Costos**

<b>Costos</b>				
<b>Accesorio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (U)</b>	<b>Precio (Q)</b>	<b>Costo total (Q)</b>
Bote tapa y pedal	Depositar papel	1	25	25
vasos de plástico	Para uso del personal de producción	100	2	200
Rotulos de identificación	Bote tapa y pedal	1	2	2
Rotulos de concientización	3 R	5	2	10
Impresora	Impresora de bajo consumo de tinta	1	400	400
Papel para impresión	Utilización de papel reciclado	1	0,07	0,07
<b>TOTAL</b>				<b>637,07</b>

Fuente: elaboración propia.

## **4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN**

Esta fase contiene la capacitación del personal para aumentar sus competencias y conocimientos en los distintos temas de su interés, relacionados con las labores que realizan diariamente dentro de la empresa.

Capacitar al personal de montajes de moldes de la empresa, es de vital importancia, porque contribuyen a mejorar el proceso de instalación de moldes, asimismo, para la empresa, pues contará con personal productivo.

La capacitación en todos los niveles constituye una de las mejores inversiones en recursos humanos y una de las principales fuentes de bienestar para el personal y la organización.

Se le dio la capacitación al grupo de instaladores de moldes, además se informó sobre la importancia de la implementación de las 5S, contando con el apoyo del supervisor de instalación de moldes.

### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

Se realizó un procedimiento ordenado, sistemático para conocer las necesidades de capacitación que más se acoplaran al proyecto, se observó el análisis de Pareto del estudio de tiempos mostrado, dando como resultado la necesidad de aplicar las 5S. Los atrasos se muestran en la tabla XXXIX.

Tabla XLIX. Necesidades para aplicar 5S

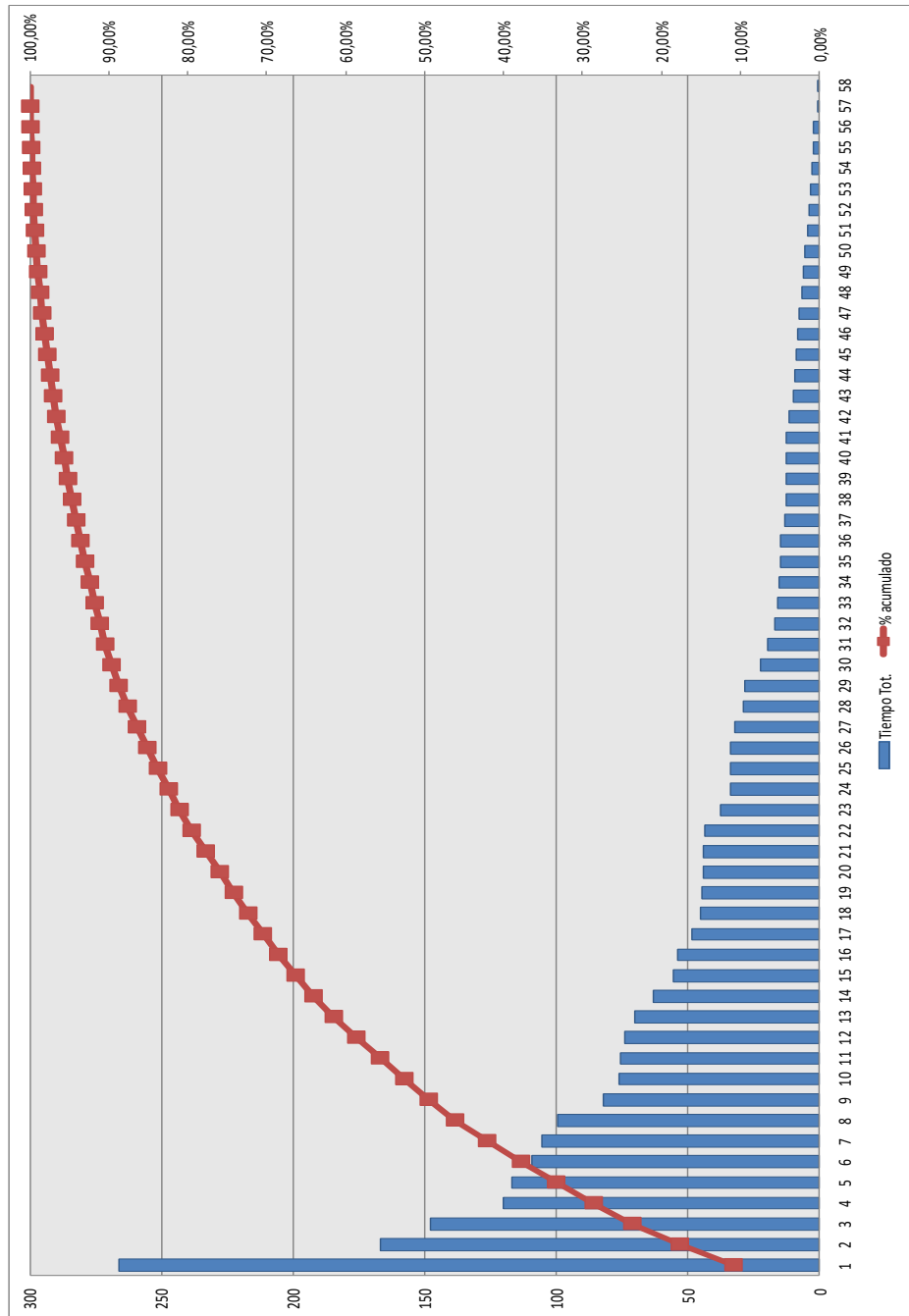
Clase	Problema	Tiempo Tot.	% Ttotal	% acumulado
1	Fuga de agua en las mangueras del molde	266,02	10,84%	10,84%
2	Buscar herramienta	167,00	6,81%	17,65%
3	Buscar barra expulsora	147,61	6,02%	23,67%
4	Retraso en colocar la calefacción al molde	120	4,89%	28,56%
5	Buscar manguera para el sistema de enfriamiento del molde	116,95	4,77%	33,33%
6	Conectar mangueras de agua (reproceso)	109,02	4,44%	37,77%
7	Problemas de calefacción del molde	105,5	4,30%	42,08%
8	Buscar <i>fitting</i>	99,63	4,06%	46,14%
9	Buscar <i>wipe</i> para limpiar	81,81	3,34%	49,47%
10	Buscar tornillos	75,93	3,10%	52,57%
11	Buscar tubo para ajustar bridas	75,525	3,08%	55,65%
12	Limpiar puntos de inyección en el molde	73,82	3,01%	58,66%
13	Traslado de polipasto	69,84	2,85%	61,50%
14	Revisar toberas	63,12	2,57%	64,08%
15	Buscar tarima de madera	55,62	2,27%	66,34%
16	Buscar bridas	53,93	2,20%	68,54%
17	Buscar material para proteger y sostener mangueras	48,21	1,97%	70,51%
18	Limpiar área de trabajo	45,12	1,84%	72,35%
19	Buscar mangueras para sopletar molde	44,645	1,82%	74,17%
20	Ir a traer niples a bodega	43,99	1,79%	75,96%
21	Buscar <i>slinga</i> (faja) o argolla para sostener molde	43,73	1,78%	77,74%
22	Instalar barra expulsora (reproceso)	43,6	1,78%	79,52%
23	Buscar manguera para el sistema neumático del molde	37,51	1,53%	81,05%

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que no es suficiente la inversión económica que se realizará para la compra de herramienta. Surge la necesidad de aplicar 5S, por lo que fue necesario capacitar a los instaladores en este tema, tomando como base la toma de tiempos realizada en el proceso de cambio de molde.



Figura 37. Diagrama de Pareto en el análisis para la aplicación de las 5S



Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Plan de capacitación

Para lograr los objetivos y metas de la empresa, así como aprovechar óptimamente los recursos de que se dispone, se requiere planificar y sistematizar sus actividades, donde se detalle el modo y el conjunto de medios necesarios para alcanzarlos. Es aquí en donde la función de elaborar un plan de capacitación adquiere mayor importancia, al considerar que a través de su adecuada aplicación se capacite a los trabajadores para que realicen sus actividades en forma efectiva.

- Información básica:
  - Propósito u objetivo se basa en aspectos importantes en el desarrollo laboral y personal de los operadores de montaje de moldes de la empresa, los cuales son:
    - Ampliar los conocimientos de los operadores y conocer la importancia de la implementación de las 5S en el área de accesorios para moldes, con el fin de favorecer el mejoramiento del proceso de cambio de moldes, seguridad y medio ambiente de la empresa.
  - Dirigido: a los trabajadores que forman el equipo de cambio de molde.
  - Características de los participantes:
    - Un promedio de edad de 25 años
    - Un nivel de escolaridad de diversificado
    - Tres años en instalación de moldes

- Responsable: supervisor de instalación de molde.
- Temas impartidos: a continuación se muestran los temas impartidos para cada una de las 5S.
  - Clasificación: separar innecesarios, eliminar del espacio de trabajo lo que no es útil.
  - Orden: situar necesarios, organizar el espacio de trabajo en forma eficaz.
  - Limpieza: suprimir suciedad, mejorar el nivel de limpieza del lugar.
  - Estandarización: señalar anomalías, prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.
  - Disciplina: seguir mejorando, fomentar los esfuerzos para darle seguimiento.
- Metodología didáctica: se realizó una charla y actividades de instrucción.
  - Práctica: implementación de las 5S en el área de Accesorios para moldes.
  - Charla: explicaciones del capacitador, sobre cada uno de los temas impartidos.

- Duración: cuarenta y cinco minutos, realizando reuniones mensuales para darle seguimiento a lo realizado durante ese mes.
- Programación: se impartió la charla, luego se inició la aplicación de las 5S, donde se trabajó, diariamente durante una hora.

Figura 38. Programación

Tema	Metodología	Hora		Duración (hrs)	Fecha
5's	Teórico	17:00	18:00	1	16/06/2013
5's	Práctico	10:00	11:00	1	Diario

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	15 jun '14			
					D	L	M	X
1	Teorico	1 hora	lun 18/06/14	lun 18/06/14		■		
2	Practico	1 hora	mar 17/06/14	mar 17/06/14			■	

Fuente: elaboración propia.

- Recursos didácticos: implementación de 5S en el área de accesorios de moldes.
- Recursos para la ejecución
  - Infraestructura física: oficina donde se realizó la charla.
  - Infraestructura técnica: computadora.
  - Equipo humano: facilitadores capaces de impartir la capacitación según el propósito planteado, además de los participantes abiertos e interesados en la implementación.

#### **4.3. Resultado de la capacitación**

- El personal de cambio de molde de la empresa tendrá conocimiento sobre lo que es 5S, al momento de la implementación.
- Se logrará llevar a cabo el seguimiento de la implementación en el área de Accesorios para moldes y evitar que se pierda lo aplicado.
- El supervisor de instalaciones de molde se encuentra a cargo del seguimiento del proceso.
- Se diseñó una encuesta que se puede observar, la cual fue realizada a cada uno de los implicados en la implementación de las 5S.

Para conocer el mérito, el valor, actitud y rendimiento del equipo de instalación de molde, se realizó una evaluación que a continuación se presenta:

Tabla L. **Evaluación sobre la implementación de las 5S en la planta de inyección**

**Instrucciones:** a continuación se presentan una serie de preguntas, las cuales deberá contestar marcando una X en la casilla que considere conveniente.

A) Todas las herramientas están ubicadas en los lugares indicados o guardadas en los estantes para herramientas.

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

No aplica\_\_\_\_\_

B) Al personal designado para aplicar las 5S se le ha dado la responsabilidad de asegurar que las herramientas y accesorios para moldes estén completos y en buenas condiciones.

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

No aplica\_\_\_\_\_

C) El lugar de trabajo se mantiene limpio y fuera de todo desorden

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

No aplica\_\_\_\_\_

D) Todo el personal de instalación de moldes tiene conocimiento sobre la implementación de las 5S.

Si\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Costos de la propuesta

Cuando se implementó las 5S fue necesario la utilización de las hojas de papel bond, tijeras, impresiones, marcador, bolsas *ziploc* y *tape* para identificar los cajones y cajas ordenadoras donde se guardan los accesorios.

De igual forma, para identificar las barras expulsoras se realizaron etiquetas con un número de identificación y se cotizó la fabricación de un cajón para colocar las barras de forma ordenada. Este proceso se encuentra directamente relacionado con el de producción; la implementación genera un costo el cual se presente en la tabla XL.

Tabla LI. Costos

Costos				
Accesorio	Descripción	Cantidad (U)	Precio (Q)	Costo total (Q)
Hojas papel <i>bond</i>	Identificar gavetas y barras expulsoras	8	0,25	2
Impresión	Identificar gavetas y barras expulsoras	8	1	8
Tijeras	Cortar el papel	2	5	10
Etiquetas para barras expulsoras	Identificar las barras	142	0,3	42,6
Cajón para barras expulsoras	Ubicar las barras expulsoras	1	1 300	1 300
Marcador	Colocar el número a las barras	1	7	7
Bolsas <i>ziploc</i>	Protector de la identificación	8	0,5	4
<i>Tape</i>	Pegar las identificaciones	1	6	6
Facilitador de la capacitación	Supervisor de producción	1 (h)	100	100
Cañonera	Apoyo visual de la presentación	1	500	500
Computadora	Apoyo con la programación	1	2 500	2 500
<b>TOTAL</b>				<b>4 479,6</b>

Fuente: elaboración propia.





## CONCLUSIONES

1. Las principales causas de retrasos en la toma de tiempo obtenidas en el análisis de Pareto, se encontraron las siguientes: fuga de agua en las mangueras de moldes que representa el 10,84 % del tiempo total, buscar herramienta representa 17,65 %, buscar barra expulsora el 23,67 %, entre otros, los cuales están relacionados con el cambio de molde.
2. Los tiempos obtenidos en la toma de tiempos de las etapas de cambio de molde, se encuentran en un promedio de 229,93 minutos, el cual se logró reducir a un total de 170,94 minutos.
3. Entre los procesos de producción se encuentran: la programación de la producción, el montaje y desmontaje de molde, dosificación de materia prima y verificación de calidad. Los cuales se subdividen en una serie de actividades que se analizaron para generar un formato que apoyó en la toma de tiempos (adjunto en el apéndice).
4. Las reglas de despacho para el control de la producción se deberá utilizar la que más convenga según sea el caso de los pedidos para realizar la programación y tener un mejor control, tomando en cuenta como prioridad: el primero en entrar, primero en salir.
5. Se presentó el procedimiento de cambio de molde, el cual está representado en los diagramas de proceso propuestos, donde la cantidad de retrasos son menos que el proceso actual, reduciendo el tiempo de instalación de molde en un promedio de 58,99 minutos.

6. Se diseñó un plan para la reducción del consumo del papel en el área de Producción, con el cual se podrá incentivar al personal involucrado en la práctica del reciclaje, ayudando de tal manera la economía de la empresa, ahorrado materia prima, energía y al cuidado el medio ambiente.
  
7. Se diseñó un plan de capacitación sobre la aplicación de las 5s para el personal de instalación de moldes, el cual se podrá utilizar también para capacitar personal nuevo y darle seguimiento, de una mejor manera, al proceso, evitando retrasos en el cambio de moldes.

## RECOMENDACIONES

1. Al Departamento de Calidad: deberá tener cuidado al momento de calibrar las balanzas que se utilizan para el pesado de piezas terminadas, para mantener la calidad en el producto y evitar reclamos por parte de los clientes.
2. Al Departamento de Mantenimiento: deberá tomar en cuenta que las rutinas de mantenimiento siguen el patrón de las características generales de los moldes propuestas, pero de existir alguna rutina que pudiera agregarse al programa, se deberá realizar.
3. A Gerencia de Producción: tener el conocimiento que, la falta de herramienta y de accesorios es una de las causas de retraso en el cambio de molde, por lo que es necesario hacer una inversión para la compra de herramienta y evitar atrasos innecesarios.
4. Cada uno de los supervisores de Producción deberán tener un especial cuidado en la utilización del papel para la impresión, haciendo uso del plan de reducción del consumo del papel.
5. Al supervisor de Montaje de Moldes: con la implementación de las 5S se deberá dar seguimiento, para evitar retrasos dentro de los accesorios para moldes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ASTM E 617 – 97. *Especificaciones estándar para laboratorios de pesos y precisión*. USA: ATSM 2003. 15 p.
2. Balanzas. *Calibración de balanzas*. [en línea]. <<http://ocw.uv.es/ocw-formacio-permanent/9.BALANZAS.pdf>>. [Consulta: 3 de junio de 2014].
3. BUFFA, Elwood S.; William H. Taubert. *Sistemas de producción e inventario, planeación y control*. 7a ed. México: Limusa, 1992. 102 p.
4. EVANS, James; LINDSAY, William. *Administración y control de la calidad*. 4a ed. México: Thompson Learning, 2004. 785 p.
5. FREIVALDS, A.; NIEBEL, B. W. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfa-Omega, 1995. 373 p.
6. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 33 p.
7. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 215 p.

8. Inyectores de plástico. *Estructura organizacional* [en línea] <[www.inyectores.com](http://www.inyectores.com)>]. [Consulta: 5 de junio de 2014.
9. Ministerio de Trabajo. Certificación de competencias. *Operador de máquina inyectora de plástico*. México: Ministerio de Trabajo, 2011. 11 p.
10. OHAUS Corporation. *Manual de instrucciones, balanzas electrónicas*. España: OHAUS, 2010. 60 p.
11. OIML R 111-1. *Clases de pesos, medición y técnicas requeridas*. Ciudad 2004. 10 p.
12. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2008. 65 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Formato utilizado para la toma de tiempos

INYECTORES DE PLASTICO		Fecha:
Maquina:	Hora de Inicio:	
Molde a Montar:	Hora de Finalización:	
Molde a Desmontar:	Turno:	
No. Proceso:	No. Operarios:	Tonelaje:
PROCESO DE CAMBIO DE MOLDE		
QUITAR MANGUERAS DE AGUA	TIEMPO (min)	TM
Apagar calefacción de maquina y molde Cerrar llaves principales y de paso (rotametros) Quitar mangueras del molde Secado del molde con aire comprimido Limpiar residuos agua		
TIEMPO TOTAL (min):		
TMA (Preparación del Area - Cambio De Molde):		
CAMBIO DEL MOLDE	TIEMPO (min)	TM
<b>RETIRAR MOLDE</b>		
Desconectar Hot Runner Sujetar molde con polipasto Quitar bridas de sujeción y accesorios varios Quitar fitting y niples de enfriamiento Trasladar molde hacia tarima soltar molde del polipasto		
TIEMPO TOTAL (min)		
<b>MONTAR MOLDE</b>		
Sujetar, trasladar y centrar molde con polipasto Colocar bridas de sujeción y accesorios varios Colocar fitting y niples de enfriamiento Calibrar fuerza de cierre y altura del molde soltar molde del polipasto		
TIEMPO TOTAL (min)		
TMA (Cambio de Molde - Instalacion de Agua):		
INSTALACIÓN DE AGUA	TIEMPO (min)	TM
Colocar mangueras en el molde Abrir llaves de paso(rotametros) y principales Limpiar residuos de agua Conectar Hot Runner y controlar temperatura del molde		
TIEMPO TOTAL (min)		
TMA (Instalacion de Agua - Optimización)		
OPTIMIZACION	TIEMPO (min)	TM
Colocar recepción para caída del producto Purgar husillo Calibrar dosis de materia prima y velocidad de cierre del molde Prueba de calidad del producto		
TIEMPO TOTAL (min)		
TIEMPO TOTAL (min)		
TIEMPO MUERTO TOTAL (min)		
TIEMPO MUERTO ADMIN TOTAL (min)		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Causas de retrasos que surgieron en la toma de tiempos**

Tabla causas de tiempos muertos operativos.

No.	TM	Frecuencia	Ttotal
1	Buscar herramienta	86	167.00
2	Fuga de agua en las mangueras del molde	31	266.02
3	Buscar wipe para limpiar	31	81.81
4	Buscar barra expulsora	28	147.61
5	Buscar tubo para ajustar bridas	26	75.525
6	Buscar tornillos	25	75.93
7	Buscar tarima de madera	24	55.62
8	Buscar mangueras para sopletear molde	22	44.645
9	Buscar material para proteger y sostener mangueras	21	48.21
10	Buscar manguera para el sistema de enfriamiento molde	18	116.95
11	Limpiar puntos de inyección en el molde	16	73.82
12	Buscar bridas	14	53.93
13	Buscar Slinga (faja) o argolla para sostener molde	14	43.73
14	Buscar fitting	12	99.63
15	Buscar materiales para recepción de caída del producto	12	28.27
16	Buscar manguera para el sistema neumatico del molde	11	37.51
17	Buscar anillo centrador	10	12.73
18	Traslado de polipasto	8	69.84
19	Buscar cargador para el molde	8	19.71
20	Buscar caja para depositar residuos de agua	7	33.43
21	Buscar gas propano (Flama)	7	28.78
22	Buscar mangueras hidráulicas	5	14.91
23	Ir a dejar manguera para aire comprimido	5	8.91
24	Limpiar área de trabajo	4	45.12
25	Ir a traer Niples a bodega	4	43.99
26	Buscar empaque para manguera de agua	4	33.42
27	Problemas de calefacción del molde	3	105.5



Continuación del apéndice 2.

No.	TM	Frecuencia	Ttotal
28	Revisar Toberas	3	63.12
29	Ir a traer molde a taller	3	15.67
30	Buscar teflón	3	4.51
31	Conectar mangueras de agua (Reproceso)	2	109.02
32	Cambiar insertos en maquina	2	33.65
33	Limpieza de molde	2	32.12
34	Buscar accesorios para sujetar barra expulsora	2	14.47
35	Barra expulsora mal colocada	2	13.04
36	Conectar mangueras hidráulicas (Reproceso)	2	12.75
37	Fuga de aire en la maquina	2	12.5
38	Fallo en apertura de molde	2	12.23
39	Limpiar tolva de la máquina	2	9.08
40	Buscar Hot Runner	2	8.33
41	Buscar silicon para el molde	2	6.48
42	Tirar agua después de limpiar	2	6.1
43	Buscar roldanas	2	3.1
44	Buscar mangueras para hidráulico del molde	2	2.92
45	Retraso en colocar la calefacción al molde	1	120
46	Instalar barra expulsora (reproceso)	1	43.6
47	Ir a traer fitting a bodega	1	22
48	Ir a bodega a traer conector para mangueras hidráulica	1	17
49	Colocar puente de Hot Runner	1	15
50	Fuga de aceite hidráulico en el molde	1	11.67
51	Producto atorado en el molde	1	10
52	Buscar aspiradora industrial	1	7.5
53	Buscar Cinta metrica	1	5.38
54	Mala programación en la optimización	1	3.67
55	Buscar Alcohol	1	2.22
56	Buscar mesa de trabajo	1	2
57	Buscar guantes	1	0.77
58	Buscar Espatula	1	0.53


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Tabla causa de tiempos muertos administrativos**

No.	TMA	Frecuencia	Ttotal
1	Operario platicando	124	186.85
2	Llamar a técnico de optimización	50	186.45
3	Moldero es llamado para hacer otra actividad	13	155.78
4	Falta de Yale	7	307.53
5	Técnico dejó el lugar de trabajo	5	45.24
6	Llamar a otro operario para que lo ayude	5	14.92
7	Operario haciendo otra actividad	4	15.41
8	Polipasto ocupado	3	94.65
9	Buscar bata	2	1.14
10	Supervisor se le olvido mandar a operador a instalar agua	1	80
11	Alarma del expulsor se activo	1	34.37
12	mala calibración de la temperatura	1	30
13	Grúa sin energía eléctrica	1	19.85
14	Problemas con la puerta de la maquina	1	17.63
15	Accidente de moldero	1	15
16	Falta de carga en el control para la grúa	1	14
17	falla eléctrica en polipasto	1	10
18	Buscar hoja de control	1	4.72
19	Buscar rotulo de seguridad (no operar maquina)	1	1.45
20	Operario llega a evaluar BPM	1	1.15

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 4. Programa de instalación de moldes y orden de producción

INYECTORES DE PLÁSTICO, S.A. GRUPO INDUSTRIAL EEC <small>Su aliado de confianza</small>		PROGRAMA DE INSTALACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN 201-R-PRO-37					
MAQUINA	CÓDIGO	MOLDE	INSERTOS	FECHA	HORA	ESPERAR SI - NO	DIAS PRODUCCIÓN
I-9	1627	POT 6"		Miércoles 24 Abril	MAÑANA	X	2
I-4	1203	CAJA DE TRANSP. CERR. BAJA		Martes 30 Abril	TARDE	X	10
I-4	1203	CAJA DE TRANSP. CERR. BAJA		Miércoles 24 Abril	NOCHE	X	2
COLPAL 11	1553	TAPA BRILLANTINA	CUELLOS B	Jueves 25 Abril	MAÑANA	X	9
I-24	1702	PREFORMA PET CUELLO B	MOLDE VIEJITO	Jueves 25 Abril	MAÑANA	X	2
I-13	1504	TAPA CUBETA 5 GLS TH LISA		Jueves 25 Abril	TARDE	X	28
I-29	1405	CANASTO No. 1		Jueves 25 Abril	TARDE	X	7
I-18	1408	CUBETA 10 LTS No. 1	CAVIDADES 1 a 4	Viernes 26 Abril	MAÑANA	X	15
I-32	1547-A	TARRO 235g A		Viernes 26 Abril	TARDE	X	16
I-9	1327-A	TAPA 55 MM CON VERTEDERO 4 cav		Viernes 26 Abril	NOCHE		2
COLPAL 11	1207	CAJA ORDENADORA No. 2	INSERTO LISO	Martes 30 Abril	NOCHE	X	5
I-23	1313	TAPA ROSCA 38 MM		Sábado 27 Abril	NOCHE	X	4
I-4	1405-B	CANASTO No. 1 DOBLE CAVIDAD		Lunes 29 Abril	MAÑANA	X	3
I-20	1431	MACETA CUADRADA		Lunes 29 Abril	TARDE	X	3
Colpal 11	1427	TAPADERA CUBETA 10 LTS No. 1		Lunes 29 Abril	TARDE	X	1
I-13	1577	TAPA CUBETA 5 GL ZIGZAG RIEKE JUNIOR		Martes 30 Abril	NOCHE	X	15
I-13	1576	TAPA CUBETA 5 GALONES ZIGZAG		Martes 30 Abril	MAÑANA	X	15
I-17	1503	TAPA CUBETA 1 GL	INSERTO LISO	Jueves 02 Mayo	TARDE	X	15
I-20	1307-B	TAPA PIENVASES/POLIETILENO 3.6 g "B"					

Formato edición 03 del 04/01/2012 aprobado por Jefe de Producción

Se modifica el nombre del puesto de Jefe de producción inyección a jefe de producción

Fuente: Empresa Inyectores de Plástico S. A.



## ANEXOS

### 4.4.1.1.1. Caso práctico

- Descripción del problema

FOTOLEGAL EXPRESS es un centro de servicios de fotocopiado, impresión, escaneo, encuadernado de todo tipo de documentos que está a las órdenes de organizaciones legales y contables. Cinco de sus clientes entregaron sus pedidos al comienzo de la semana. Los datos concretos de programación son los siguientes:

Tabla caso práctico reglas de despacho

Tarea Orden de llegada	Tiempo de procesamiento (días)	Fecha entrega (días)
A	3	5
B	4	6
C	2	7
D	6	9
E	1	2

Solución del problema:

**1. Regla FCFS (Primero en llegar, primero en servir).** Tiene la secuencia A-B-C-D-E. El tiempo de flujo en el sistema, para esta secuencia, mide el tiempo que espera cada trabajo más su tiempo de proceso.

**Tabla regla FCFS**

Secuencia de tareas	Tiempo proceso	Tiempo flujo	Fecha de entrega	Retraso del trabajo
A	3	3	5	0
B	4	7	6	1
C	2	9	7	2
D	6	15	9	6
E	1	16	2	14
	<b>16</b>	<b>50</b>		<b>23</b>

Da como resultado las siguientes medidas de eficacia:

$$a) \text{ tiempo medio de finalización} = \frac{\text{Suma de los tiempos de flujo totales}}{\text{Número de de tareas}} = \frac{50 \text{ días}}{5} = 10 \text{ días}$$

$$b) \text{ Utilización} = \frac{\text{Tiempo total del trabajo}}{\text{Suma de los tiempos totales del flujo}} = \frac{16 \text{ días}}{50 \text{ días}} = 32 \%$$

$$c) \text{ Número medio trabajos en sistema} = \frac{\text{Suma de los tiempos totales del flujo}}{\text{tiempo total del trabajo}}$$

$$\text{Número medio trabajos en sistema} = \frac{50 \text{ días}}{16 \text{ días}} = 3,1$$

$$d) \text{ Retraso medio del trabajo} = \frac{\text{Días totales del retraso}}{\text{Número de trabajos}} = \frac{23 \text{ días}}{5} = 4,6 \text{ días}$$

**2. Regla SPT (Tiempo de proceso más corto).** Corresponde la secuencia E-C-A-B-D. La secuencia de los pedidos depende del tiempo de proceso, dando mayor prioridad al trabajo más corto.

**Tabla regla SPT**

Secuencia de tareas	Tiempo proceso	Tiempo flujo	Fecha de entrega	Retraso del trabajo
E	1	1	2	0
C	2	3	7	0
A	3	6	5	1
B	4	10	6	4
D	6	16	9	7
	<b>16</b>	<b>36</b>		<b>12</b>

Las medidas de eficacia son:

- a) Tiempo medio de finalización =  $\frac{36 \text{ días}}{5} = 7,2 \text{ días}$
- b) Utilización =  $\frac{16 \text{ días}}{36 \text{ días}} = 44,4 \%$
- c) Número medio de trabajos en el sistema =  $\frac{36 \text{ días}}{16 \text{ días}} = 2,25 \text{ trabajos}$
- d) Retraso medio del trabajo =  $\frac{12 \text{ días}}{5} = 2,4 \text{ días}$

**3. Regla EDD (Primera fecha de entrega).** Corresponde la secuencia E-A-B-C-D. Las tareas quedan ordenadas según las primeras fechas de entrega.

Tabla regla EDD

Secuencia de tareas	Tiempo Proceso	Tiempo flujo	Fecha de entrega	Retraso del trabajo
E	1	1	2	0
A	3	4	5	0
B	4	8	6	2
C	2	10	7	3
D	6	16	9	7
	<b>16</b>	<b>39</b>		<b>12</b>

Las medidas de eficacia de la EDD son:

- 1. Tiempo medio de finalización =  $\frac{39 \text{ días}}{5} = 7,8 \text{ días}$
- 2. Utilización =  $\frac{16 \text{ días}}{39 \text{ días}} = 41 \%$
- 3. Número medio de trabajos en el sistema =  $\frac{39 \text{ días}}{16 \text{ días}} = 2,5 \text{ trabajos}$
- 4. Retraso medio del trabajo =  $\frac{12 \text{ días}}{5} = 2,4 \text{ días}$
- 5. **Regla LPT (Tiempo de procesamiento más largo).** Tiene la secuencia D-B-A-C-E. Las tareas se ordenan iniciando con la que tiene el tiempo de proceso más largo.

Tabla regla LPT

Secuencia de tareas	Tiempo proceso	Tiempo flujo	Fecha de entrega	Retraso del trabajo
D	6	6	9	0
B	4	10	6	4
A	3	13	5	8
C	2	15	7	8
E	1	16	2	14
	<b>16</b>	<b>60</b>		<b>34</b>

Las medidas de eficacia son:

- Tiempo medio de finalización =  $\frac{60 \text{ días}}{5} = 12 \text{ días}$
- Utilización =  $\frac{16 \text{ días}}{60 \text{ días}} = 26,7 \%$
- Número medio de trabajos en el sistema =  $\frac{60 \text{ días}}{16 \text{ días}} = 3,75 \text{ trabajos}$
- Retraso medio del trabajo =  $\frac{34 \text{ días}}{5} = 6,8 \text{ días}$

### Cuadro resumen de reglas de despacho

Tabla resumen del caso práctico

REGLA	Tiempo medio finalización (días)	Utilización (%)	Número trabajos en el sistema	Retraso medio (días)
FCFS	10	32 %	3,12	4,6
SPT	7,2	44,40 %	2,25	2,4
EDD	7,8	41 %	2,5	2,4
LPT	12	26,70 %	3,75	6,8

Fuente: BUFFA, Elwood S.; TAUBERT, William H. *Sistemas de producción e inventario, planeación y control*. p. 82.