



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

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA  
DE BOLSAS PLÁSTICAS, PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS**

**Paulo César Castellanos Nájera**

Asesorado por el Ing. César Augusto Akú Castillo

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA  
DE BOLSAS PLÁSTICAS, PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**PAULO CÉSAR CASTELLANOS NÁJERA**

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO AKÚ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009.

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**


<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA  
DE BOLSAS PLÁSTICAS, PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de mayo de 2008.



Paulo César Castellanos Nájera

Guatemala, mayo de 2,009

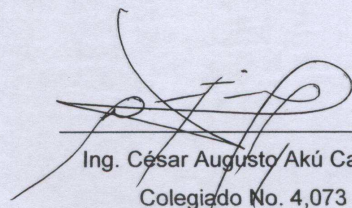
Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera.  
Director de Escuela  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he tenido a bien asesorar el trabajo de tesis: **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS**, realizado por el estudiante **Paulo César Castellanos Nájera**, quien se identifica con carné **No. 2004-12621**; previo a optar el título de Ingeniero Industrial.

Al respecto quiero indicarle que luego de efectuadas las revisiones y correcciones del caso, encuentro satisfactorio el trabajo, por lo que procedo a aprobarlo y remitirlo a usted para su trámite correspondiente.

Atentamente,

  
Ing. César Augusto Akú Castillo  
Colegiado No. 4,073  
Asesor

**César Akú Castillo MSc.**  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
**COLEGIADO No. 4,073**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE BOLSAS PLÁSTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS**, presentado por el estudiante universitario **Paulo César Castellanos Nájera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas de Castañón  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

INGA. KARLA MARTÍNEZ

Guatemala, G. U. C. A.

Guatemala agosto de 2009.

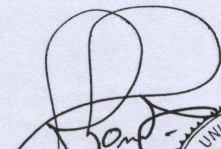
/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

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 titulado **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE BOLSAS PLÁSTICAS, PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS**, presentado por el estudiante universitario **Paulo César Castellanos Nájera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.461.09

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: **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA DE BOLSAS PLÁSTICAS, PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS**, presentado por el estudiante universitario **Paulo César Castellanos Nájera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Ríos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2009.

/cc



## **DEDICATORIA**

A: Dios por brindarme la vida, por la fuerza y sabiduría que me dio en cada momento de mi vida para superar todo obstáculo.

Mi madre: Sandra Eugenia Nájera Rodríguez, por su apoyo y cariño incondicional.

Mis tías: Araceli Nájera y Telma Nájera, por ser como mis segundas madres.

Mi hermano: por ser siempre paciente conmigo y por ser mi mejor amigo.

Mi familia: por el gran cariño y apoyo que siempre me han demostrado.

Mis amigos: por todos los buenos y malos momentos en los que han acompañado.

Mi tío: Marco Tulio Castellanos García, por su ejemplo y por el cariño de padre que me brindó.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Plásticos Industriales.....	1
1.1.1 Propiedades de los plásticos.....	2
1.1.2 Clasificación de los plásticos industriales.....	2
1.1.3 Procesamiento de los plásticos.....	8
1.1.3.1 Moldeado por prensa.....	8
1.1.3.2 Moldeado por prensa en inyección.....	10
1.1.3.3 Inyección .....	11
1.1.3.4 Soplado de cuerpos huecos.....	12
1.1.3.5 Termoformado.....	13
1.1.3.6 Calandrado.....	13
1.1.3.7 Extrusión.....	14
1.1.4 Historia del plástico en Guatemala.....	16
1.1.5 Fabricación de bolsas plásticas en Guatemala.....	16
1.1.6 Factores que determinan la calidad en la producción de bolsas plásticas.....	18

<b>2. SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>21</b>
2.1 Factores y elementos que participan en la producción de bolsas plásticas.....	21
2.1.1 Materias primas .....	21
2.1.1.1 Polietileno de baja densidad.....	21
2.1.1.2 Polietileno de alta densidad.....	23
2.1.1.3 Aditivos.....	24
2.1.1.3.1 Masterbatch(colorante).....	24
2.1.1.3.2 Carbonato.....	24
2.1.1.3.3 Antí block.....	25
2.1.1.4 Material reprocesado.....	26
2.1.2 Maquinaria.....	26
2.1.2.1 Máquinas extrusoras.....	26
2.1.2.2 Máquinas cortadoras.....	27
2.1.2.3 Máquinas mezcladoras.....	28
2.1.3 Equipo.....	28
2.1.3.1 Micrómetros .....	28
2.1.3.2 Cintas métricas.....	29
2.1.3.3 Balanzas electrónicas.....	29
2.1.3.4 Tacómetro.....	30
2.1.4 Controles aplicados en el proceso de la elaboración de bolsas plásticas.....	30
2.1.4.1 Supervisión.....	30
2.1.4.2 Control de eficiencias y rendimientos.....	31
2.1.4.3 Toma de muestras para control de calidad.....	32
2.1.5 Descripción del proceso de elaboración de bolsas plásticas.....	32
2.1.6 Personal que participa en la elaboración de bolsas.....	34
2.1.6.1 Supervisores.....	34
2.1.6.2 Operarios.....	35

2.1.6.3 Jornadas de trabajo.....	36
2.1.7 Productos fabricados.....	37
2.1.7.1 Bolsa de baja densidad con sello de fondo.....	37
2.1.7.2 Bolsa de baja densidad gabacha.....	38
2.1.7.3 Bolsa de alta densidad sello de fondo y lateral.....	38
2.1.7.4 Bolsa de alta densidad gabacha.....	39
2.2 Costos mensuales de producción de bolsas plásticas.....	39
2.2.1 Costos de mano de obra.....	40
2.2.1.1 Mano de obra en extrusión.....	40
2.2.1.2 Mano de obra en cortadoras.....	41
2.2.2 Costos de materia prima.....	42
2.2.3. Costos de desperdicios.....	44
2.2.4 Costos de impresión.....	44
2.2.5 Costos de Energía Eléctrica.....	45
2.2.6 Costos de producción por libra de bolsa producida.....	46

<b>3. PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO.....</b>	<b>49</b>
3.1 Análisis de proceso de fabricación de bolsas plásticas, para elaboración de diagramas de procesos, bimanual y hombre máquina.....	49
3.1.1 Determinación de operaciones que participan en proceso fabricación de bolsas.....	50
3.1.2 Elaboración de formato para cronometración.....	52
3.1.2.1 Cronometración de operaciones de extrusión y corte.....	54
3.1.2.2 Cronometración de operaciones manuales.....	54
3.1.3 Cronometración de procesos de extrusión y corte.....	57
3.1.4 Elaboración de diagramas.....	61
3.1.4.1 Diagramas de operaciones.....	61

3.1.4.2 Diagramas de flujo del proceso.....	73
3.1.4.3 Diagramas de recorrido.....	87
3.1.5 Diagramas Hombre Máquina.....	94
3.1.6 Diagramas Bimanuales.....	98
3.1.6.1 Operación de empaque de bobinas.....	99
3.1.6.2 Operación de empaque de bolsas.....	101
3.2 Estandarización de tiempos en operaciones manuales.....	103
3.2.1 Cronometración de operaciones manuales.....	103
3.2.2 Determinación de condiciones.....	106
3.2.3 Determinación de suplementos.....	108
3.2.4 Cálculo de tiempos estándar.....	109
3.3 Reducción de costos por estandarización.....	110
3.3.1 Reducción de desperdicios.....	111
3.3.2 Aumento de producción y disminución de costos por libra producida.....	112
3.3.3 Propuestas para cambio de proveedores de materia prima, para reducción de costos.....	114

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DE DIAGRAMAS DE PROCESOS**

<b>Y TIEMPOS ESTÁNDAR.....</b>	<b>115</b>
4.1 Análisis de resultados.....	115
4.2 Desarrollo de manual de procesos para empresa.....	116
4.3 Distribución del manual a gerencia y jefe de producción.....	118
4.4 Capacitación a jefe de producción y supervisores, para uso de manual como herramienta de capacitación y adiestramiento.....	119
4.4.1 Capacitación a jefe de producción.....	119
4.4.2 Talleres de capacitación con supervisores.....	120
4.4.3 Charlas grupales con operadores.....	121

<b>5. IMPACTO DE LAS BOLSAS PLÁSTICAS EN EL MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>123</b>
5.1 Problemas.....	123
5.1.1 Contaminación con plásticos.....	123
5.1.2 Contaminación con bolsas plásticas.....	124
5.1.3 Descomposición de los plásticos.....	125
5.2 Medios de mitigación.....	126
5.2.1 Reutilización de los plásticos.....	126
5.2.1.1 Lavado.....	127
5.2.1.2 Reciclaje.....	128
5.2.1.2.1 Molido.....	129
5.2.1.2.2 Reprocesado.....	129
<b>6. MEJORA CONTINUA DEL MANUAL Y DIAGRAMAS.....</b>	<b>131</b>
6.1 Auditoría del manual y de los diagramas propuestos.....	131
6.1.1 Revisión periódica del contenido por profesional del área de Ingeniería Industrial.....	132
6.1.2 Hoja comparativa de desperdicios.....	133
6.1.3 Procedimiento de mejoras.....	135
6.2 Auditoría a supervisores y operadores.....	136
6.2.1 Herramientas de control.....	136
6.2.1.1 Hoja de observación para supervisores.....	137
6.2.1.2 Test para operadores.....	139
6.2.2 Reinducción a operadores.....	140
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>147</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Proceso de moldeado por prensa	9
2.	Proceso moldeado por prensa en inyección	10
3.	Proceso de inyección	11
4.	Proceso soplado de cuerpos huecos	12
5.	Proceso de termoformado	13
6.	Proceso de calandrado	14
7.	Proceso de extrusión	15
8.	Diagrama de pescado factores que determinan la calidad en la producción de bolsas plásticas	19
9.	Formato para cronometración	53
10.	Hoja comparativa de desperdicios	134
11.	Hoja de control supervisores	138
12.	Hoja de control operarios	139

### TABLAS

I.	Salario empleados de área de extrusión	40
II.	Salario empleados de área de corte	41
III.	Costo de materiales de impresión	45
IV.	Sistema Westing House	147
V.	Concesiones o suplementos industriales	148
VI.	Therbligs	149
VII.	Sistema de suplementos	150





## **GLOSARIO**

<b>Área de trabajo</b>	Espacio utilizado dentro de la estación de trabajo para el desarrollo de las actividades.
<b>Auditoría</b>	Análisis y gestión de sistemas para identificar y posteriormente corregir las diversas vulnerabilidades que pudieran presentarse en una revisión exhaustiva de las estaciones de trabajo.
<b>Costo</b>	Valorización monetaria de la suma de recursos y esfuerzos que han de invertirse para la producción de un bien o de un servicio.
<b>Cronometrar</b>	Medir, computar el tiempo con el cronómetro, en la realización de un trabajo.
<b>Efectividad</b>	Grado en el cual se alcanzan los objetivos organizacionales mediante la toma de decisiones.
<b>Eficiencia</b>	Hacer bien las cosas, administrando adecuadamente los recursos disponibles.

<b>Estudio de movimientos</b>	Análisis de los movimientos que conforman una operación, con la finalidad de eliminar y reducir los movimientos no efectivos.
<b>Estudio de tiempos</b>	Estudio realizado para el establecimiento de los tiempos estándares.
<b>Método</b>	Técnica empleada para la realización de una operación.
<b>Operación</b>	Cambio físico o químico que sufre un material.
<b>Polímero</b>	Macromoléculas generalmente orgánicas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.
<b>Proceso</b>	Serie de operaciones que avanza la materia prima para su conversión en producto terminado.
<b>Rendimiento</b>	Resultado deseado efectivamente obtenido por cada individuo, equipo, departamento o una sección de una organización.
<b>Resina</b>	Sustancia de secreción de las plantas que sufren un proceso de polimerización o secado dando lugar a productos sólidos siendo en primer lugar líquidas.

## RESUMEN

El presente trabajo expone una propuesta de estandarización de procesos, dentro de una fábrica productora de bolsas plásticas, para la reducción de costos. Estas fueron elaboradas como una alternativa para aumentar la capacidad de competir en el mercado de los plásticos en nuestro país, es indispensable tener bajos costos de producción y márgenes de utilidad altos.

Este documento está constituido por seis capítulos; el primero de ellos brinda referencias sobre los plásticos y métodos de trabajo que se realizan en ellos, así como una breve reseña histórica del inicio de la industria plástica en Guatemala; el cual nos ayudará a comprender de mejor manera la importancia que ha tenido en los últimos años, la elaboración de estos productos dentro del diario vivir.

En su desarrollo se detallan todos los elementos que participan en el actual proceso de producción dentro de la fábrica, en él encontraremos datos sobre las materias primas, máquinas, equipo y personas que intervienen en la fabricación, así como los costos en que incurre la empresa para poder contar con cada uno de los elementos anteriormente mencionados. A la vez se describe detalladamente el proceso que se sigue, desde la salida de materiales de la bodega hasta la obtención de los diferentes productos terminados.

Posteriormente, se definen las propuestas para la estandarización de los procesos, esto por medio de diagramas y cálculos de tiempos estándar, que permitirán a la empresa reducir sus costos de producción, al disminuir los tiempos y las mermas dentro de la fabricación. Todas las mejoras son resumidas en un manual, el cual por medio de distintas técnicas de trabajo en

grupo, serán presentadas a todos los involucrados en el proceso de producción, de manera que cada uno de ellos pueda ser beneficiado con la elaboración y uso del manual.

Actualmente es de suma importancia temas como el mantenimiento de nuestro medio ambiente, por lo que dentro del presente trabajo se hace referencia al efecto contaminante que tienen las bolsas para nuestro medio, y a la vez se plantean algunas medidas que pueden ayudar a mitigar estos efectos.

Una vez elaboradas las propuestas para la estandarización, se debe realizar un debido control y auditoría de las mismas, con el fin de encontrar actualizadas y acordes a los procesos que se realizan dentro de la empresa, para ello se puede auxiliar de observaciones periódicas y formatos de control, así como se detalla en la última parte del documento.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Estandarizar los procesos de producción en una fábrica de bolsas plásticas para la reducción de costos.

### **Específicos:**

1. Definir los procesos de extrusión y corte utilizados en la producción de bolsas plásticas, mediante el análisis de operaciones y elementos que intervienen en la producción de bolsas plásticas.
2. Analizar las operaciones y elementos que intervienen en la producción de bolsas plásticas.
3. Crear y establecer formatos de cronometración, para el estudio de tiempos en la producción de bolsas plásticas.
4. Establecer mediante un estudio de tiempos, el tiempo estándar de las operaciones manuales utilizadas en la fabricación de bolsas plásticas.
5. Desarrollar diagramas de procesos de fabricación de bolsas plásticas que faciliten la visualización e interpretación del mismo, para implementar mejoras.

6. Desarrollar diagramas bimanuales y hombre-máquina, para mejorar la organización de la planta y que sirvan de consulta para toma de decisiones e interpretación, análisis de situación actual.
  
7. Elaborar una guía de consulta técnica, con descripción clara de procedimientos que sirva de referencia para futuros estudios de producción de bolsas plásticas.

## INTRODUCCIÓN

Los adelantos tecnológicos y la evolución acelerada de las empresas en Guatemala, conduce a la inmediata necesidad de actualización en sus procesos productivos y la constante capacitación de su capital humano, durante todo el accionar de la misma. El análisis de las operaciones realizadas durante la transformación de un producto, puede aportar la información necesaria para realizar diagramas de procesos, los cuales permiten eliminar las principales deficiencias existentes en ellos, asegurando la estandarización de las operaciones y obtención de productos de calidad al menor costo posible.

Tal es el caso de la industria del plástico en Guatemala, la cual se encuentra afectada por el constante incremento en el precio del petróleo y sus derivados, que constituyen la mayoría de materia prima utilizada, así como el incremento de la competencia dentro del mercado, por tales motivos se ven obligadas a constantes mejoras, con el objetivo de ser más rentables y presentar mejores ventajas competitivas en el demandante y difícil mercado nacional; es así como se ven en la necesidad inmediata de registrar y controlar sus procesos para reducir al máximo los desperdicios y situaciones que afectan de manera directa los costos de producción y márgenes de utilidad de las empresas.

Se pretende establecer diagramas de proceso para la elaboración de bolsas plásticas, con el fin de definir un patrón y registro de toda la actividad realizada en la empresa; estableciendo tiempos estándar para las operaciones manuales que se encuentran inmersas en la fabricación, siendo necesario el análisis de cada uno de los factores que pueden afectar la calidad de los productos realizados.



Se espera que este aporte sea de suma utilidad para los ingenieros y estudiantes que se encuentren interesados en los proceso de fabricación del plástico, principalmente el de las bolsas, ya que dentro del mismo podrán encontrar datos de suma importancia respecto a toda la fabricación, que va desde las materias primas hasta los diagramas de operaciones utilizados en ella.

Cada uno de los puntos descritos en el documento, se encuentra estrechamente relacionado con las necesidades y requerimientos en el mejoramiento de la fabricación, apegados a las normas y reglas del estudio de tiempos y del trabajo dentro de la ingeniería de métodos, campo indispensable para los profesionales que se manejan en el campo de la ingeniería industrial.

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1 Plásticos industriales

Los plásticos se encuentran entre los materiales industriales de mayor crecimiento en la industria moderna. La amplia variedad y sus propiedades los hacen los más adaptables de todos los materiales en términos de aplicación. La molécula básica (polímero) del plástico se basa en el carbono. Las materias primas para la producción de plásticos son los gases de petróleo y del carbón. La resina básica se produce por la reacción química de monómeros para formar moléculas de cadena larga llamada polímeros.

A éste proceso se le denomina polimerización, el cual se efectúa por dos métodos: polimerización por adición, en la cual dos o más monómeros similares tienen reacción directa para formar moléculas de cadena larga y Polimerización por condensación, en la cual reaccionan dos o más monómeros diferentes para formar moléculas largas y agua como subproducto.

El monómero de un plástico es una molécula única de un hidrocarburo, por ejemplo, una molécula del etileno, ( $C_2H_4$ ). Y los polímeros son moléculas de cadenas largas, formadas por muchos monómeros unidos entre sí. El polímero comercial más conocido es el Polietileno  $(C_2H_4)_n$  siendo n de 100 a 1000 aproximadamente.

### **1.1.1 Propiedades de los plásticos**

Es importante entender las propiedades características de los plásticos, entre los cuales se encuentran el alto peso molecular, la baja densidad, alta resistencia a la corrosión y baja conductividad térmica y eléctrica, todo al contrario de los materiales metálicos, es por ello que su aplicación en la industria moderna es cada día más creciente.

Las características antes mencionadas hacen posible su amplia aplicación y uso de tipo industrial, tal es así que en la actualidad existen plásticos con elevada resistencia al calor y a la tracción, con valores próximos a los aceros.

### **1.1.2 Clasificación de los plásticos industriales**

En la industria moderna existe una gran variedad de plásticos para diversos tipos de usos, las aplicaciones van desde la elaboración de envases de medicina, recipientes para alimentos, envolturas, bolsas, recubrimiento de conductores eléctricos, piezas mecánicas de artefactos electrodomésticos como engranajes, bocinas, etc. Dentro de la gran variedad existente de resinas podemos mencionar las siguientes:

**TERMOPLÁSTICOS:** son las resinas que se ablandan en presencia del calor y se endurecen cuando se enfrían, no importa cuantas veces se repita el proceso, dentro de ellas tenemos:

- **Cloruro de polivinilo (PVC):** tienen como elemento básico el acetileno y el ácido clorhídrico, se pueden colorear a voluntad, arden con dificultad, se utilizan como materiales duros, tuberías, piezas resistencias a la corrosión, en estado blando encuentra una serie de aplicaciones como mangueras y cueros artificiales.
- **Poliestireno (PS):** se obtienen del estireno, derivado del petróleo y del benceno, se colorea a voluntad, arde lentamente, en el mercado se obtienen en forma de polvo y en forma granular para moldeo, se emplea para fabricar planchas, películas, espumas, objetos de oficina, bolígrafos, plantillas y escuadras.
- **Poliamidas (PA):** son derivados del carbón, poseen características mecánicas notables, en las que destacan su resistencia al desgaste, al calor y la corrosión, tiene colores lechosos, con una permeabilidad a la luz de translúcido a opaco, con el envejecimiento decolora ligeramente, los productos más conocidos comercialmente son el Nylon y el perlon.
- **Policarbonatos:** son derivados del Fenol, se mecanizan bien, alta resistencia a la humedad, su permeabilidad a la luz es buena, se colorea a voluntad, son auto extinguido en presencia del fuego, con el envejecimiento cambia ligeramente de color y se hace frágil, es un material de moldeo por excelencia, puede tomar la forma de películas, perfiles extruidos, recubrimiento, fibras o elastómeros.

- **Polietileno (PE):** es un derivado directo del petróleo, su aspecto al tacto es ceroso, buena resistencia a los ácidos, buen aislante eléctrico, se puede colorear a voluntad, su combustibilidad es muy lenta, permeabilidad a la luz es de transparente a opaca, con el envejecimiento se vuelve quebradizo, tienen sonido metálico al estirarse en forma continua, se obtiene en el mercado en forma granular o de polvo, para su moldeo de todas las formas existentes, se emplean para producir recipientes para cubos de hielo, vasos para beber, vajillas, botellas, bolsas, globos juguetes y barreras contra la humedad.
- **Polimetacrilatos:** se obtienen partiendo del acetileno, se caracterizan por su extraordinaria transparencia, se colorea a voluntad, arde rápidamente, con el envejecimiento se amarillenta ligeramente, su producto más conocida es el plexiglás, se emplea para placas transparentes de carrocería, cristales de faros, tapas de relojes.
- **ABS:** son una familia de resinas termoplásticas opacas, obtenidas por termo polimerización de los monómeros de acrilonitrilo butadieno y estireno (ABS), se destacan por su elevada resistencia al impacto, buena estabilidad dimensional, buena resistencia química y térmica, dureza superficial y poco peso, se moldean rápidamente por los diferentes métodos de fabricación de termoplásticos, disponible en forma de polvo o granulado, se emplean para la fabricación de tuberías, para el transporte de gas, agua, agua de riego y aplicaciones de la industria química.

- **Resinas acetalicas:** son resinas termoplásticos que por su alta cristalinidad y el punto de fusión de la resina justifican sus propiedades que cubren el hueco entre metales y el plástico, tienen una superficie lisa, duras, brillante algo resbaladiza al tacto, buena abrasión, Se emplea por su resistencia al desgaste en rotores de bombas en reemplazo al latón y en bandas transportadoras en sustitución del acero inoxidable.
- **Acrylicos (PMMA):** son polímeros de metacrilatos de metilo, se caracterizan por su transparencia cristalina, buena resistencia al impacto, excelente resistencia a la luz solar a la intemperie y a la mayoría de productos químicos, como aislante térmico es mejor que el vidrio, se utilizan para anuncios, rótulos iluminados interiormente y que se exponen a la intemperie, ventanas industriales, pantallas de seguridad y mirillas de inspección.
- **Resinas celulositas:** es un polímero natural, que se encuentra en todas las formas vegetales, suministraron el primer termoplástico en 1868 y el primer material para el moldeo por inyección en 1932.
- **Vinilos:** se obtiene en forma similar al PVC, siendo éste último un derivado de un determinado vinil, son fuertes y resistentes a la abrasión, resistentes al calor y al frío, se usa en una amplia gama de colores, en el mercado los encontramos en forma de polvo, granular, varillas, tubos, barras, láminas, se emplea para impermeables, bolsas para vestidos, juguetes inflables, mangueras, en la industria discográfica, baldosa para pisos, cortinas de baño, tapicería.

- **Polipropileno (PP):** es el termoplástico de menor densidad que se encuentra en el comercio, utilizando troqueles de gran longitud se pueden recubrir hilos y cables eléctricos, tienen alta resistencia al calor, alta resistencia al resquebrajamiento, se utiliza en colores opacos a lechosos, se obtiene en el mercado en la forma que hace posible su transformación mediante inyección, soplado y extrusión, se emplea para fabricar recipientes térmicos comerciales y medicinales, accesorios de tuberías y aislamiento de cables.

**DUROPLÁSTICOS:** son las resinas que se solidifican en forma definitiva cuando se les aplica calor y presión durante el moldeo, el recalentamiento no ablanda estos materiales y si el calor continua la pieza llega a carbonizarse directamente. Dentro de éste grupo tenemos:

- **Resinas Fenólicas (RF):** se obtienen combinando el fenol con el formaldehído, se les utiliza mezcladas con cargas de relleno, para mejorar sus características físicas, son excelentes aisladores, por lo general se usa en colores oscuros, marrones, negros, su combustibilidad es mala pues arde con gran dificultad, su permeabilidad a la luz está entre transparente a opaco, el producto más conocida es la Bakelita.
- **Resinas Urica:** tiene como materia básica la urea sintética y el folmadehido, no tienen olor característicos, por lo general se usa en colores claros y blancos, arde con dificultad, es opalescente a la luz. Con esta resina se moldean artículos de cocina y materiales eléctricos.

- **Resinas de Melamina:** tienen como elemento básico la Melamina que se obtiene del carburo de calcio y nitrógeno, tienen buena resistencia eléctrica, son duros, arde con dificultad, es opalescente, disponible en polvo o en forma granular, se utiliza para artículos de cocina, vasija como platos, tazas y prendería.
- **Resina de Poliester (UP):** se derivan del alquitrán de hulla y del estírol, son incoloros aunque se pueden colorear a voluntad, se utiliza con cargas de fibra de vidrio, que le da una considerable resistencia, se le consigue en forma de líquidos y como compuestos premezclados, arden con dificultad auto extinguiéndose, se utiliza para cascos de embarcaciones, carrocería de automóviles, placas transparentes para cubiertas, se utiliza también para impregnar tejidos de tela, papel y como pinturas duras.
- **Poliuretanos (PUR):** son materiales sintéticos que proporcionan productos de gran elasticidad: gomas, espumas, correas, se emplea como pegamento y como barniz de gran dureza, se puede manufacturar en forma de espuma en el lugar de uso, se obtiene en forma sólida a partir de dos reactantes, el artículo final de puede extruir, calandrar, fundir y forma líquida para obtener espumas, con éstas resinas de producen colchones, cojines, almohadillas, juguetes, refuerzos y para esmaltes de gran calidad.



### 1.1.3 Procesamiento de los plásticos

En la industria de los plásticos, participan los manufactureros de las resinas básicas, a partir de productos químicos básicos provenientes del petróleo y de sus gases y que suelen producir la materia prima en forma de polvo, gránulos, escamas, líquidos en forma estándar como láminas, películas, barras, tubos y formas estructurales y laminados, participan también los procesadores de plásticos que conforman y moldean las resinas básicas en productos terminados. En la conformación y moldeo de las resinas se utilizan también diversos componentes químicos o no, que le proporcionan al producto terminado ciertas características especiales, dentro de ellos tenemos:

- **Las cargas:** que sirven de relleno, dar resistencia, dar rigidez al moldeo o bajar los costos de producción, dentro de ellos tenemos el aserrín, tejidos de algodón, limaduras de hierro, fibra de vidrio, etc.
- **Colorantes:** para proporcionar color al producto terminado, son de origen mineral como los óxidos, se proporcionan en forma de polvos y en forma de resinas de óleo.
- **Aditivos:** como los endurecedores para las resinas líquidas, espumantes y desmoldantes para el moldeo.

Los métodos de moldeo y conformados más comunes son:

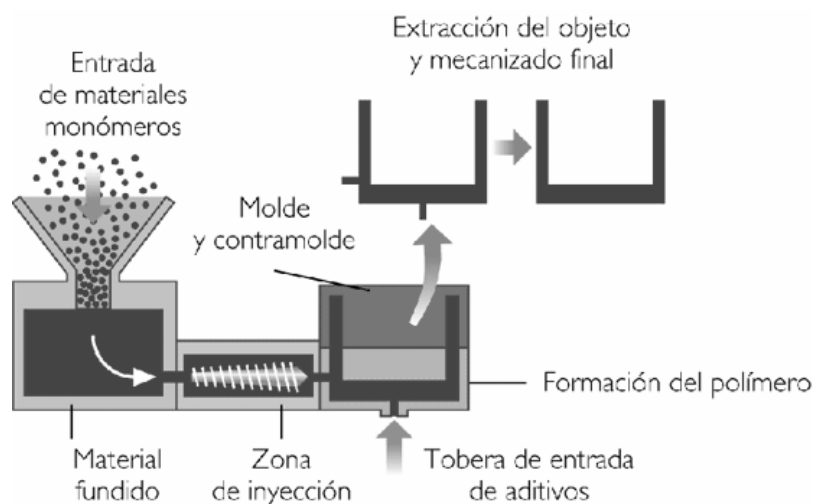
#### 1.1.3.1 Moldeo por prensa

Es el método más usado para producciones unitarias y pequeñas series. Este procedimiento es indicado para moldear las resinas denominadas duroplásticos, para lo cual el molde previamente elaborado según la pieza a

conformar, por lo general en macho y hembra, se calienta, se le aplica el desmoldante y se deposita en ella la cantidad precisa de resina.

Luego de cerrar el molde, la resina se distribuye en su interior, se aplica calor y presión a valores de  $140^{\circ}$  -  $170^{\circ}\text{C}$  y 100 Bar o más. El calor y la presión conforman el plástico en toda su extensión. Con la finalidad de endurecer la resina a moldear (polimerizar o curar), se procede a enfriar el molde y se extrae la pieza. La polimerización o curado es un cambio químico permanente, dentro de la forma del molde. Para obtener el calor necesario se recurre a diversos procedimientos como resistencias eléctricas, luz infrarroja o microondas, la presión que se aplica se obtiene por medio de prensas mecánicas o hidráulicas. El tiempo que se aplica el calor y la presión al molde cerrado, está en función del diseño de la pieza y de la composición de la resina. El procedimiento se aplica para producir piezas simples y de revolución como tazas, platos, cajas de radio, llaves de luz y tubos.

**Figura 1. Proceso de moldeado por prensa**

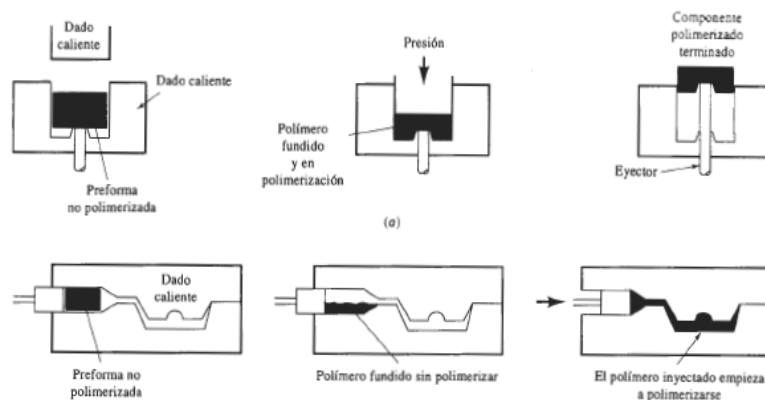


### 1.1.3.2 Moldeado por prensa en inyección

Igual que el método anterior, también se utiliza para el moldeo de resinas duroplásticas y en algunos casos las termoplásticos. La diferencia entre el moldeo por prensa y el de transferencia es que el calor y la presión necesaria para la polimerización (para fundir) de la resina se realiza en una cámara de caldeo y compresión, en ella previamente calentada se aplica el desmoldante y una determinada cantidad de resina en forma de polvo o en forma granulada. Cuando la resina se hace plástica, se transfiere al molde propiamente dicho mediante un émbolo en la cámara de caldeo. Por medio de bebederos o canales de transferencia, después de curado el plástico se abre el molde y se extrae la pieza.

El moldeo por transferencia fue desarrollado para facilitar el moldeo de productos complicados con pequeños agujeros profundos o numerosos insertos metálicos. En el moldeo por prensado, la masa seca varía la posición de los insertos y pasadores metálicos que forman los agujeros, en el moldeo por transferencia por el contrario, la masa plástica licuada fluye alrededor de estas partes metálicas, sin cambiarle la posición.

Figura 2. Proceso moldeo por prensa en inyección

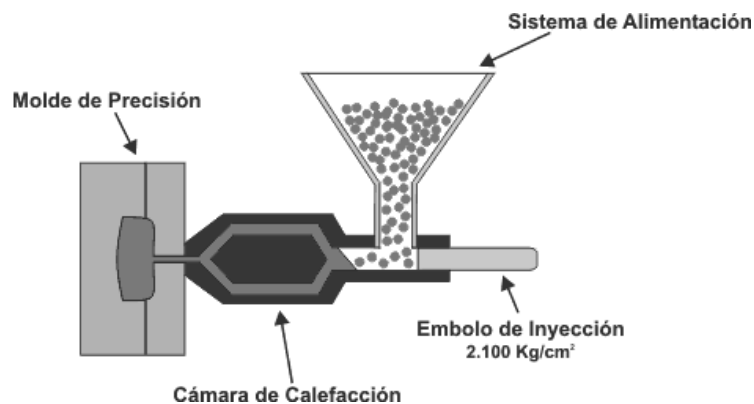


### 1.1.3.3 Inyección

Es el principal método de la industria moderna en la producción de piezas plásticas, la producción es en serie, principalmente se moldea termoplásticos y para el moldeo de los duroplásticos se tiene que realizar modificaciones. El material plástico en forma de polvo o en forma granulada, se deposita para varias operaciones en una tolva, que alimenta una cilindro de caldeo, mediante la rotación de un husillo o tornillo sin fin, se transporta el plástico desde la salida de la tolva, hasta la tobera de inyección, por efecto de la fricción y del 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, actuando de ésta manera como un émbolo.

Una vez que el molde se ha llenado, el tornillo sin fin sigue presionando la masa líquida dentro del molde y éste es refrigerado por medio de aire o por agua a presión hasta que la pieza se solidifica. Las máquinas para este trabajo se denominan inyectora de husillo impulsor o de tornillo sin fin, también se le denomina extrusora en forma genérica.

Figura 3. Proceso de inyección

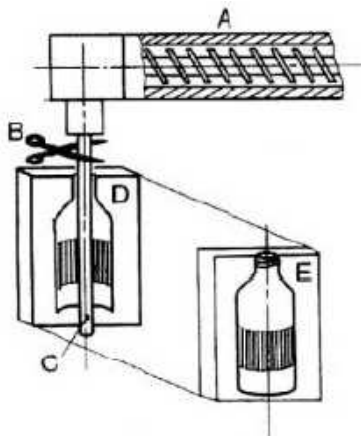


#### 1.1.3.4 Soplado de cuerpos huecos.

Es un procedimiento para moldeo de termoplásticos únicamente, para ello, mediante una extrusora en forma horizontal o vertical se producen dos bandas o preformas calientes en estado pastoso, de un espesor determinado y además inflable, que se introducen al interior del molde partido, posteriormente se cierra el molde y mediante un mandril se introduce aire a alta presión entre las dos láminas, ésta presión hace que las láminas de plástico se adhieran a las paredes interiores del molde haciendo que tomen su configuración, seguidamente se enfría el molde para que las películas se endurezcan, pasado esto se procede a extraer la pieza y se elimina el material excedente( rebaba).

Para éste procedimiento es necesario que el material tenga estabilidad de fusión para soportar la extrusión de la preforma y el soplado de la misma al interior del molde. El moldeado por soplado de cuerpos huecos tiene un uso muy extenso para producir recipientes como botellas, galoneras, pelotas, barriles de todo tamaño y configuración, además de piezas para autos y juguetes como muñecas.

Figura 4. Proceso soplado de cuerpos huecos

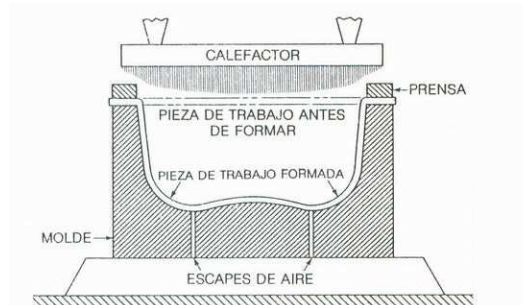


### 1.1.3.5 Termoformado

Procedimiento exclusivo para termoplásticos, la resina se proporciona en forma de fina láminas, al cual se le calienta para poder conformarlo.

Con aire a presión o vacío, se obliga a la hoja a cubrir la cavidad interior del molde y adoptar su configuración, se utiliza para la fabricación de diversos recipientes como vasos, copas, pequeñas botellas todos descartables, la producción es en serie, utilizándose planchas o láminas del tamaño adecuado para 100 a 200 piezas.

**Figura 5. Proceso de termoformado**

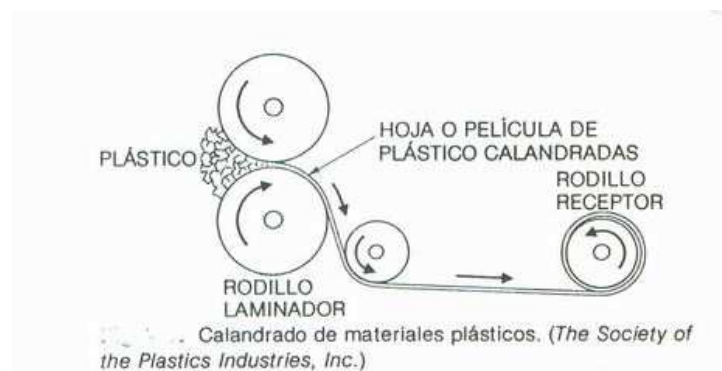


### 1.1.3.6 Calandrado

Se utiliza para revestir materiales textiles, papel, cartón o planchas metálicas y para producir hojas o películas de termoplástico de hasta 10 milésimas de pulgada de espesor y las láminas con espesores superiores. En el calandrado de películas y láminas el compuesto plástico se pasa a través de tres o cuatro rodillos giratorios y con caldeo, los cuales estrechan el material en forma de láminas o películas, el espesor final de del producto se determina por medio del espacio entre rodillos.

La superficie resultante puede ser lisa o mate, de acuerdo a la superficie de los rodillos. Para la aplicación de recubrimientos a un tejido u otro material por medio del calandrado, el compuesto de recubrimiento se pasa por entre dos rodillos horizontales superiores, mientras que el material por recubrir se pasa por entre dos rodillos inferiores conjuntamente con la película, adhiriéndola con el material a recubrir. Otro procedimiento utiliza resina líquida a la cual se le agrega colorante y endurecedor y mediante dos rodillos de los cuales el inferior está en contacto con una bandeja con el compuesto líquido que impregna el material a recubrir, a los rodillos se les proporciona calor para acelerar la polimerización del compuesto.

**Figura 6. Proceso de calandrado**



### 1.1.3.7 Extrusión

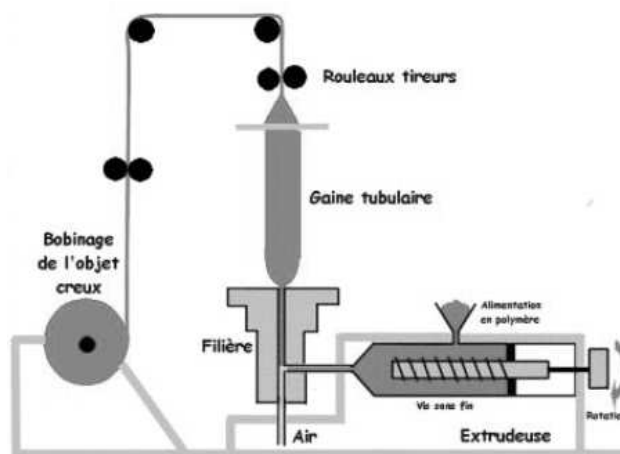
Se usa principalmente para termoplásticos. La extrusión es el mismo proceso básico que el moldeado por inyección, la diferencia es que en la extrusión la configuración de la pieza se genera con el troquel de extrusión y no con el molde como en el moldeado por inyección.

En la extrusión el material plástico, por lo general en forma de polvo o granulado, se almacena en una tolva y luego se alimenta una larga cámara de calefacción, a través de la cual se mueve el material por acción de un tornillo sin fin, al final de la cámara el plástico fundido es forzado a salir en forma continua y a presión a través de un troquel de extrusión preformado, la configuración transversal del troquel determina las forma de la pieza.

A medida que el plástico extruido pasa por el troquel, alimenta una correa transportadora, en la cual se enfría, generalmente por ventiladores o por inmersión en agua, con éste procedimiento se producen piezas como tubos, varillas, láminas, películas y cordones.

En el caso de recubrimiento de alambres y cables, el termoplástico se estruje alrededor de una longitud continua de alambre o cable, el cual al igual que el plástico pasa también por el troquel, después de enfriado el alambre se enrolla en tambores.

**Figura 7. Proceso de extrusión**





#### **1.1.4 Historia del plástico en Guatemala**

La primer planta de plástico en general de Guatemala, fue Guateplast, fundada a fines de los años 40, por Jorge Rybar de origen Checoslovaco, y fue también la primera fábrica de plástico de toda Centroamérica. Empezaron con una línea de inyección para peines. La Industria Plástica en Guatemala empezó a desarrollarse en 1,948 al establecer el primer centro de distribución de bolsas plásticas, las cuales eran fabricadas en México. Este acontecimiento fue una novedad ya que su precio era de 5 bolsas por un centavo. Empezó así una nueva etapa en la industria guatemalteca.

La Industria Plástica es una de las industrias más jóvenes que existen actualmente en Guatemala. En el mercado nacional, el plástico en un principio comenzó de un modo comercial, entrando al mercado de consumo con la fabricación de productos de uso doméstico (baldes, palanganas, etc.).

Fue hasta el año de 1975 cuando empezó a tener un mayor auge con la introducción del plástico en el ámbito industrial, ya que se empezó a utilizar a un nivel más alto y en cantidades mayores.

Así, lentamente el mercado ha ido creciendo, poco a poco se adentró más respecto a la aplicación del plástico en el hogar, fabricando así: vasos, platos, cubiertos, escurridores de platos, papeleros y cubetas. El plástico llegó a convertirse en un mercado pujante que exigía un mayor desarrollo.

#### **1.1.5 Fabricación de bolsas plásticas en Guatemala**

Conforme el mercado ha ido creciendo, poco a poco se adentró más respecto a la aplicación del plástico en el hogar, fabricando así: vasos, platos, cubiertos, escurridores de platos, papeleros, cubetas y bolsas de uso general.

El plástico llegó a convertirse en un mercado pujante que exigía un mayor desarrollo.

Lentamente comienzan a fabricarse localmente bolsas, y nacen algunas industrias de film soplado, películas y empaques flexibles, y entre ellas está Extrudoplast, fundada por el Dr. Imrich Fischmann junto al señor Félix Valdez, en junio de 1955. Los primeros equipos de extrusión que comienzan a ingresar a Guatemala para film soplado, son principalmente de Estados Unidos, como Sterling. Es algún tiempo después que comenzaron a ingresar las primeras coextrusoras, que al inicio solamente eran para dos capas. Desde sus comienzos, las distintas empresas desarrollaron la confección de bolsas industriales, para ello trajeron las primeras máquinas semiautomáticas, para confeccionar sacos con soldadura lateral. Posteriormente se incursiona en un mercado nada desarrollado de impresión de plásticos, para el año 1965, se trae a Guatemala, tal vez la primera máquina de impresión flexográfica de origen alemán.

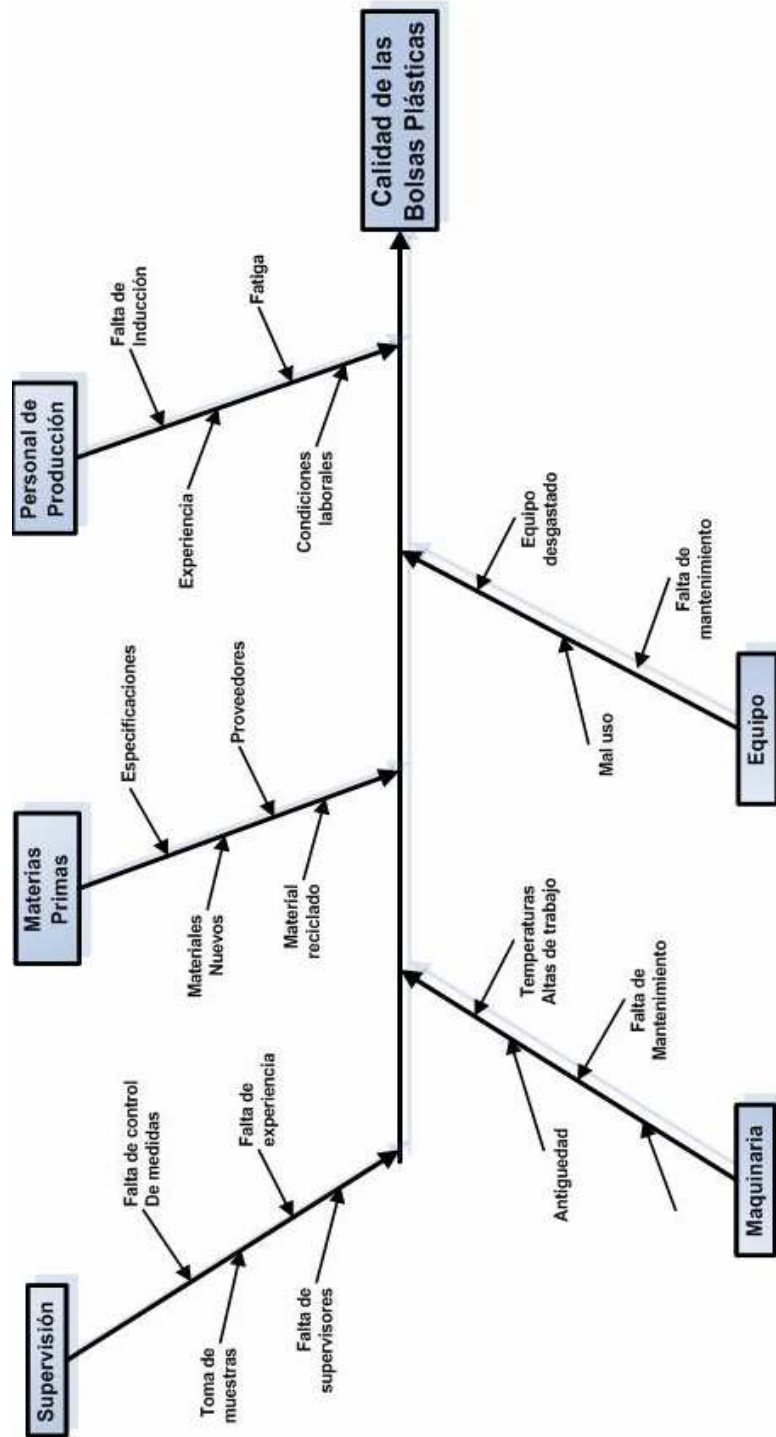
Un poco después comenzó tímidamente la producción de películas para el agro, para empaçar el banano, se comenzó con los invernaderos, también inicio la producción de lienzo para empaque, así como la bolsa para almácigos, siendo uno de los pioneros a nivel mundial. En cuanto al material plástico en sí, las primeras resinas que se recibían en Guatemala, no venían con mucha diferencia, eran grado 7, es decir se usaban tanto para extrusión como inyección. Es así como poco a poco se fue desarrollando el mercado de los films y bolsas plásticas en Guatemala, hasta llegar a la actualidad en donde podemos encontrar una gran cantidad de empresas que proveen una gama sumamente amplia de bolsas para todo gusto y necesidad.

### **1.1.6 Factores que determinan la calidad en la producción de bolsas plásticas**

Para que algo falle tiene que existir una razón o existen causas y factores que hacen que se den determinadas situaciones, las cuales provocan los defectos en cualquier actividad y para poder definir estas causas o factores es necesario realizar análisis y así poder corregir los defectos que se dan.

En la producción de bolsas plásticas los factores que se tienen que tomar en consideración para una buena calidad en el proceso son: materia prima, maquinaria y equipo, personal que interviene en el proceso y el tipo de control aplicado durante la producción. Aplicando la técnica del diagrama de pescado se analizarán los factores o causas que intervienen en la calidad de una bolsa:

Figura 8. Diagrama de pescado factores que determinan la calidad en la producción de bolsas plásticas





## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Factores y elementos que participan en la producción de bolsas plásticas**

Una vez analizados cada uno de los factores y elementos que intervienen en el proceso de fabricación de bolsas plásticas es necesario conocer detalles importantes sobre la composición, componentes, características y funcionamiento individual de cada uno, por lo que se detallan a continuación:

#### **2.1.1 Materias primas**

En un principio, la mayoría de los plásticos se fabricaban con resinas de origen vegetal, como la celulosa del algodón, el furfural de la cáscara de la avena, aceites de semillas, derivados del almidón o el carbón. En la actualidad las materias primas derivadas del petróleo son tan baratas como abundantes. No obstante, a pesar que las existencias mundiales de petróleo tienen un límite, siguen siendo las más utilizadas en el mercado, dentro de ellas tenemos:

##### **2.1.1.1 Polietileno de baja densidad**

El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia

de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados.

El polietileno es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva o estructura química  $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$ . Por su alta producción mundial, siendo de aproximadamente 80 millones de toneladas, es también el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno, del que deriva su nombre.

Por la polimerización de etileno pueden obtenerse productos con propiedades físicas muy variadas. Estos productos tienen en común la estructura química fundamental, y en general tienen propiedades químicas de un alcano de peso molecular elevado. Este tipo de polímero se creó para usarlo como aislamiento eléctrico, pero después ha encontrado muchas aplicaciones en otros campos, especialmente como película y para envases.

En general hay dos tipos de polietileno, los cuales son:

Conocido por sus siglas en inglés LDPE, se produce a partir del gas natural o el petróleo, posee una estructura de cadena enramada. Es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: inyección, soplado, extrusión y rotomoldeo. Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones. Siendo algunas de las más conocidas: bolsas de todo tipo, películas para Agro, embasamiento automático de alimentos y productos industriales. Algunas de sus características más comunes son:

- No tóxico
- Flexible
- Liviano
- Transparente
- Inerte (al contenido)
- Impermeable
- Poca estabilidad dimensional, pero fácil procesamiento
- Bajo costo
- Resistente a las bajas temperaturas

#### **2.1.1.2 Polietileno de alta densidad**

Conocido por sus siglas en inglés HDPE, el polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno, elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural y el petróleo, tiene esencialmente una estructura de cadena recta , posee una densidad igual o menor a  $0.941 \text{ g/cm}^3$ . Tiene un bajo nivel de ramificaciones, por lo cual su densidad es alta, las fuerzas intermoleculares son altas también. Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo. Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas. Algunas de sus principales características son:

- Alta resistencia a la tensión; compresión, tracción;
- Baja densidad en comparación con metales u otros materiales;
- Impermeable;
- Inerte (al contenido), baja reactividad;



- No tóxico
- Poca estabilidad dimensional.

### **2.1.1.3 Aditivos**

Los aditivos son productos utilizados para modificar y mejorar las propiedades de las bolsas plásticas frente a la fuerzas de tensión y otros factores que determinan la calidad del producto terminado; dentro de los aditivos más comunes tenemos al masterbatch, el carbonato y el antiblock.

#### **2.1.1.3.1 Masterbatch(colorante)**

Es una mezcla concentrada de pigmentos y aditivos encapsulados en un proceso de calor en un portador de resina que luego se enfría y se corta en forma granular, permite al procesador dar color crudo, económicamente, a varios polímeros plásticos durante el proceso de fabricación. Son usados en las siguientes resinas plásticas: polietileno, polipropileno, poliestireno, nylon, pet, pvc, y otros. Estas resinas son usadas especialmente en película tubular, película plana, película biorientada, soplado de botella, inyección y rotomoldeo. Posee una gran gama de colores, Toda la gama de orgánicos e inorgánicos libres de metales pesados, blancos con 50%, 60%, 70%, 80%, bióxido de titanio, negros 40%, 50% de negro de humo y más.

#### **2.1.1.3.2 Carbonato**

Es un producto que está constituido químicamente por  $\text{CaCO}_3$ , el cual se extrae de rocas calizas. Es el más abundante de las sales de calcio se encuentra en la tiza, piedra caliza y mármol. Su principal propiedad química es la de neutralizar ácidos, es una propiedad común de todos los carbonatos. En el

mercado se puede encontrar en distintas variedades siendo una de ellas el carbonato precipitado.

El carbonato de calcio precipitado es el compuesto químico de fórmula  $\text{CaCO}_3$ , obtenido por la precipitación del calcio en forma de carbonato. Tiene menos impurezas, más brillo y morfología controlada, es usado como relleno y extensor en plástico, pintura, papel y adhesivos; así como en productos para aplicación en alimentos y farmacéutica. Otras aplicaciones en que puede usarse es en recubrimientos y elastómeros. El proceso para obtenerlo se denomina Carbonatación. Su principal uso dentro de la fabricación de bolsas plásticas es para dar relleno a las moléculas que se forman durante el proceso de extrusión, dando mayor peso a los productos finales.

#### **2.1.1.3.3 Antíblock**

Es un aditivo utilizado en la fabricación de bolsas plásticas, posee gran pureza, se le puede encontrar en forma de talco o gránulos, lo que les hace relativamente bajos en abrasividad. Este aditivo funciona en películas de polímeros, proporcionando un equilibrio entre la película de propiedad física y rendimiento eficiente antiblocking con buena claridad óptica.

Estos aditivos tienden a producir choques microscópicos en la superficie de película que reduce el contacto de película a película, por tanto, reducen la tendencia de las capas a quedar juntas o pegadas. La presencia de otros aditivos, como agentes de deslizamiento mejora la función de los antiblocks.

#### **2.1.1.4 Material reprocesado**

Los polímeros utilizados dentro de la producción de bolsas plásticas poseen la característica de ser reutilizables, por lo que todo el material que resulta como desperdicio es utilizado nuevamente en otros productos; algunos de los procesos por medio de los cuales se trata el plástico para su reutilización son el molido, mediante el cual se corta en pequeños trozos, el peletizado, proceso en el que se funde y corta en forma de granos.

Los materiales reprocesados son utilizados generalmente en productos teñidos con colorantes negros o oscuros, además de otros aditivos.

#### **2.1.2 Maquinaria**

La maquinaria que interviene en el proceso de elaboración de bolsa plástica no es muy compleja cuenta con lo que son las máquinas extrusoras, selladoras y mezcladoras.

##### **2.1.2.1 Máquinas extrusoras**

Esta máquina se encarga de fundir el polietileno para luego convertirlo en una película plástica de donde se hace la bolsa y funciona de la siguiente forma: se introduce el material a un embudo luego pasa a un tubo dentro del cual hay un tornillo sin fin que gira y va triturando el material esto lo hace a una temperatura muy alta esta temperatura es aproximadamente de 170 a 250 grados Celsius, la temperatura varía del tipo de polietileno y los aditivos que se estén utilizando.

Esta temperatura también depende de las condiciones ambientales, (como ejemplo se puede decir que no es igual trabajar de día que de noche),a

esta temperatura el polietileno se va homogenizando, al final del tubo existe una salida, la cual tiene una especie de corona o mejor dicho molde el cual crea una burbuja.

Hay que hacer mención que estos moldes son conocidos como dados y existen de diversos tamaños según el tipo de polietileno que se esté trabajando. Los dados determinan el ancho de la burbuja que está saliendo del cañón, y a base de una corriente de aire se eleva esta burbuja; la altura a la que se eleve la burbuja es importante en el proceso. Ya elevada ésta, arriba hay dos rodillos los cuales aplanan la burbuja y determinan el ancho de la bolsa, posteriormente empieza a bajar por medio de un embobinador el cual la enrolla y pasa a formar la bobina, esta bobina ya tiene el ancho y calibre especificado para la bolsa plástica.

#### **2.1.2.2 Máquinas cortadoras**

La función principal de esta máquina es hacer el corte y el sello que tienen las bolsas una vez terminadas. La máquina está compuesta por unas barras de acero dentro de las cuales se introducen las bobinas que salieron de extrusión, la película es pasada por unos rodillos hasta que llega a un cabezal el cual funciona por medio de una resistencia eléctrica a base de calor, este cabezal es el que realiza el sello mediante un proceso parecido al de una guillotina. Posteriormente la película plástica es jalada a unas navajas las cuales realizan el corte de acuerdo a las especificaciones del cliente, luego la película es jalada por unas bandas que conducen a al operario y son depositadas una por una hasta que llegan a cien, una alarma suena para que el operario las retire e inicie el nuevo conteo.

La máquina como se mencionó funciona con calor y tiene que estar a una temperatura adecuada para que pueda hacer el corte y sello, si está a baja temperatura no sella y corta y si está a alta temperatura quema la película plástica, provocando de esta forma que se pegue al cabezal. La temperatura oscila entre los 380 y los 480 grados Celsius dependiendo del tipo y calibre de película que se va a cortar.

### **2.1.2.3 Máquinas mezcladoras**

Esta máquina es la encargada de realizar las diferentes mezclas, para cada tipo de bolsa, su funcionamiento es el más simple de las tres, el operario coloca en una tolva las materias primas, polietilenos, colorantes, aditivos, etc. Luego de haber colocado las cantidades correctas se cierra la tapadera de la tolva y se inicia el mecanismo, en el cual intervienen motores que mueven unas hélices, encargadas de realizar una adecuada distribución del material, posteriormente el operario

### **2.1.3 Equipo**

El equipo que interviene en el proceso de elaboración de bolsa plástica no es muy complejo cuenta con lo que son los micrómetros o calibradores, cintas métricas, balanzas electrónicas y tacómetro.

#### **2.1.3.1 Micrómetros**

Son utilizados todo el tiempo, esto con el propósito de mantener las especificaciones según lo solicitado. La función principal del calibrador es calibrar el espesor de la bolsa, este equipo se utiliza en la tela plástica que sale

de la extrusora, lugar en donde se debe mantener el control del calibre de la candela que sale del la extrusor.

### **2.1.3.2 Cintas métricas**

Son utilizadas por los operarios y supervisores para realizar el control del ancho de la tela plástica, que pasa por los rodillos al salir de los moldes, el ancho debe concordar con el que se encuentra descrito en las ordenes de producción; le permite a los operarios realizar un control de calidad a la hora de estar realizándose la operación de embobinado. En el área de corte son utilizadas para tomar las medidas de largo y ancho de muestras aleatorias, de manera que permitan a los supervisores u operarios realizar las correcciones necesarias en la cortadora para cumplir con las especificaciones.

### **2.1.3.3 Balanzas electrónicas**

Estas balanzas con tableros digitales cumplen la función de medir el peso de las muestras que son tomadas por los supervisores, para que cumplan con las especificaciones de producción y les sea más fácil mantener un estricto control del material.

### **2.1.3.4 Tacómetro**

El tacómetro es un aparato que funciona a través de un láser, el cual le permite tomar lecturas de cuerpos que poseen movimiento circular, este equipo permite tomar lecturas de la velocidad con que sale la tela plástica del extrusor, las cuales poseen dimensionales en pulgadas por minuto, este equipo se coloca en la bobina, la cual se encuentra girando, por un lapso de unos quince

a veinte segundos, estas lecturas posteriormente serán utilizadas para calcular la producción teórica diaria de cada uno de los extrusores.

#### **2.1.4 Controles aplicados en el proceso de la elaboración de bolsas Plásticas**

En la actualidad los controles aplicados durante el proceso de fabricación de bolsas plásticas son de carácter simple y dan inicio desde que se introduce la materia prima en la extrusora hasta que la bolsa está cortada. Se detallarán algunos de los controles que se aplican y como son aplicados durante las diferentes etapas del proceso de elaboración de bolsas plásticas.

##### **2.1.4.1 Supervisión**

Este control es realizado por el jefe de producción y por los supervisores de turno, uno de los problemas en este control, es que debido a las diversas tareas que tienen cada uno asignadas les es difícil plasmar las lecturas en sus respectivas hojas de control.

El primer control aplicado en lo que respecta a la supervisión se realiza en las extrusoras, el cual consiste en medir constantemente el calibre o espesor y el ancho de la tela que está saliendo de la misma, estos monitoreos los hacen a razón de cada quince o veinte minutos, permiten mantener calibradas las máquinas y reducir el desperdicio o salida extra de materiales en el producto.

Otro control que se lleva acabo durante la extrusión es la temperatura de los diferentes hornos que poseen los extrusores, todas las extrusoras son controladas por un panel automático el cual funciona con termostatos los que se activan o se desactivan según la lectura de la temperatura de cada extrusor,

esto con el propósito de mantener una temperatura estándar para la elaboración de la tela plástica.

El siguiente control que se realiza es en las máquinas cortadoras, una vez instalada la bobina se procede a realizar pruebas para determinar el largo de la bolsa. Hechas las pruebas se da inicio al corte y sellado. El largo y ancho de la bolsa se controla tomando muestras aleatorias, midiendo con una cinta métrica según especificaciones de la orden de producción

Un último control se realiza al pesar el fardo ya empacado el cual debe mantener un peso adecuado que se encuentre entre el intervalo de aceptación que tienen los supervisores.

#### **2.1.4.2 Control de eficiencias y rendimientos**

Los supervisores y jefe de producción poseen formatos en donde se encuentran registrados todos los datos de producción y desperdicios de cada uno de los días en que la planta se mantiene en funcionamiento, estos datos son reales y son comparados con los datos teóricos de producción; los datos o lecturas teóricas se obtienen por medio de las lecturas del tacómetro.

Se establece una diferencia entre la producción real y la teórica, para así obtener la eficiencia con que se encuentra trabajando cada una de las máquinas, al igual se realiza una comparación de la cantidad producida contra los desperdicios, para obtener los rendimientos individuales de cada una de las máquinas; estos controles permiten determinar las máquinas que requieren de mantenimiento o los operadores que están presentando problema a la hora de utilizarlas.



#### **2.1.4.3 Toma de muestras para control de calidad**

Durante el proceso los supervisores y el jefe de producción toman muestras de la tela que va saliendo de las extrusoras, esta muestra debe tener un largo de veinte pulgadas, posteriormente es pesada en las balanzas, el peso debe de concordar con el peso que se encuentra especificado en cada orden de producción, siendo diferente para cada tela, de acuerdo a las dimensiones de ancho y espesor que posea; si el peso no concuerda el supervisor realiza una recalibración del extrusor para regresar a lo especificado.

En el área de corte son tomadas muestras aleatorias para comprobar si el sello de la bolsa tiene la resistencia adecuada, para ello se inflan y presionan para comprobar si resisten la presión, posteriormente se estiran para comprobar su resistencia a la tensión.

#### **2.1.5 Descripción del proceso de elaboración de bolsas plásticas.**

El proceso de la elaboración de bolsas plásticas es muy sencillo y tiene un comportamiento lineal. Como se sabe cualquier proceso da inicio en la bodega de materia prima, en este mismo lugar se realiza la mezcla de materiales, el operario tiene las órdenes de producción, en donde se encuentra la cantidad porcentual o en libras que lleva la mezcla de materiales como polietileno, colorantes y aditivos; posteriormente la mezcla es llevada a otra nave industrial donde se realiza el resto del proceso, por medio de un montacargas. La mezcla es colocada en la nave industrial y es llevada por cada operario al extrusor que le corresponde.

La mezcla de materias primas es vaciada dentro de la tolva de la extrusora, esta máquina se encarga de triturar y derretir el material por medio

de un tornillo sin fin a cierta temperatura, ya triturado el material, éste sale de la extrusora con la ayuda de una corriente de aire inyectada al proceso, la cual hace que se eleve una burbuja o candela de plástico, esta candela es estirada y forma un tubo, este tubo es pasado por un rodillo el cual a la vez va enrollando la tela plástica, dándole el ancho que se desea, la tela pasa por una serie de rodillos hasta llegar a una base giratoria en donde se va enrollando, hasta formar una bobina de cierto peso o altura. Durante el proceso de embobinado se toman muestras para comprobar su peso, y se realizan mediciones del espesor y ancho de la tela plástica.

Terminada la bobina es retirada por el operario y envuelta en plástico, para protegerla en lo que es transportada al área de corte, en donde es cortada según las especificaciones de la bolsa a elaborarse.

Al llegar a la cortadora es desenvuelta y montada en la cortadora, el operario calibra la máquina según especificaciones de producción. Terminadas las pruebas de calibración se da inicio a la etapa de corte. La máquina posee un contador electrónico el cual le indica al operario cuando retirar las bolsas cortadas, esto lo hace el operario cada cien o cincuenta bolsas y las introduce en otra bolsa grande para luego pasar a empaque. Aquí el operario y los supervisores son los encargados de revisar que la máquina cortadora no pierda la medida y que el sello de la bolsa esté bien, este sellado se realiza al mismo tiempo de corte, una cuchilla corta mientras la otra parte es sellada por medio de calor.

Una vez empacados los paquetes se colocan en una mesa en donde hay un operario que se encarga de formar fardos con la cantidad de bolsas que el cliente solicite. Terminado el empaque del fardo se etiqueta, rotula y pesa, en este paso se da el último control de calidad, para determinar si el fardo se

encuentra dentro de los límites aceptables de peso; posteriormente el fardo es trasladado por un montacargas a la bodega de producto terminado en donde espera ser despachado.

En las bolsas de tipo gabacha impresa, luego de ser empacada la bobina, después de salir de la extrusora, es llevada al área de impresión, allí se desenvuelve la bobina y es montada en la impresora, se monta también el sello y se hacen diversas pruebas para comprobar que la impresión se adecue a la orden del cliente, una vez realizadas las pruebas se da inicio con el proceso de impresión, al finalizar de imprimir la bobina se envuelve nuevamente en plástico y se transporta a una cortadora en donde se realiza un proceso igual que es descrito anteriormente, luego de cortadas las bolsas se llevan a una troqueladora en donde se le corta una parte y forma las orejas de la bolsa, para su posterior empaque y traslado a la bodega de producto terminado.

### **2.1.6 Personal que participa en la elaboración de bolsas**

Por ser el proceso de la bolsa sencillo, no es necesario personal con un alto grado de conocimiento y experiencia en la materia. El personal que desempeña el trabajo en la planta, recibe inducción del proceso de fabricación. Los puestos más críticos dentro del proceso son desempeñados por los supervisores ya que los mismos desempeñan la labor de mantenimiento de las distintas máquinas.

#### **2.1.6.1 Supervisores**

Los supervisores son las personas que ocupan una posición indispensable dentro del proceso de producción, ya que los mismos realizan labores de mantenimiento de los equipos y maquinaria, así como control de

medidas y calibres de los productos que son fabricados, las únicas áreas que poseen supervisores son las de extrusión y corte. El área de extrusión posee un jefe de área que labora solo durante el turno de día y dos supervisores más, que se alternan los turnos de noche y día; por su parte el área de corte posee un jefe y un ayudante, ambos solo laboran durante el día.

Los supervisores que laboran dentro de la empresa son personas que cuentan con gran experiencia en el manejo de extrusores y cortadoras, han llegado a ocupar tales puestos por los años de experiencia y confianza que han tenido durante la existencia de la empresa.

Son los encargados a la vez de completar los formatos de producción y desperdicios, que posteriormente son utilizados por el jefe de producción y el analista de costos, a la vez son los encargados de reportar los inconvenientes o problemas que presenten las máquinas y los operarios de sus áreas respectivas.

#### **2.1.6.2 Operarios**

Los operarios que laboran dentro de la empresa se encuentran distribuidos en las áreas de bodega, mezcla de materias primas, extrusión, impresión y corte. Todos los operarios son hombres, en edades de 20 a 45 años; actualmente la empresa cuenta con aproximadamente 60 operarios repartidos en todas las áreas, cuando un nuevo trabajador ingresa a la empresa, se le introduce de una forma sencilla, proporcionándole primero información para que éste vaya creando una imagen de lo que tendrá que realizar dependiendo a que departamento se le asigne. Después de haber creado la imagen en el trabajador u operario la empresa hace énfasis en la importancia del trabajo que éste va a realizar y que se pretende que llegue a

perfeccionar. Además, se le informa de cómo son las normas que rigen dentro de la planta, las cuales son drásticas si no pone de su parte.

En la empresa se procura proveer de un ambiente adecuado al operario para que este se sienta parte de la empresa, y así mantener a un nivel estable su eficiencia y productividad, ya que en caso contrario los errores comienzan a suceder, la calidad de los productos es mala, etc. Es por eso que la inducción es necesaria para que los operarios sepan que es lo que están haciendo, por qué lo hacen y si tienen alguna dificultad la pueden resolver utilizando su capacidad.

Como sucede en toda empresa, se busca que el trabajador se interese por lo que hace, que le tenga aprecio, cosa que a veces no sucede con el personal que labora dentro de la empresa y por tal motivo existen reclamos en lo que respecta al control de calidad en el proceso.

### **2.1.6.3 Jornadas de trabajo**

En la empresa son manejadas dos jornadas de trabajo, por lo que la mayoría de personal que trabaja en el área de producción labora durante ambas.

La primera jornada es la diurna, la cual da inicio a las seis de la mañana y termina a las tres de la tarde, todos los días se trabaja tres horas extras, para así cumplir con el turno de doce horas, y llegar hasta las seis de la tarde cuando se da el cambio de turno nocturno; en esta jornada los operarios tienen media hora de almuerzo y dos tiempos de refacción divididos quince minutos por la mañana y quince por la tarde.

La otra jornada es la nocturna, la cual da inicio a las seis de la tarde y finaliza a la una de la mañana; en esta jornada se trabajan todos los días cinco horas extras, para completar el turno de doce horas y llegar hasta las seis de la mañana cuando entra nuevamente el turno diurno, en la jornada nocturna los operarios reciben media hora para cenar y media hora para refaccionar y descansar, repartidos quince minutos por la noche y quince por la madrugada.

Los operarios del área de extrusión laboran quince días en la jornada diurna y quince días en la jornada nocturna, mientras que el área de corte posee aproximadamente treinta operarios trabajando durante el día y solamente cinco por la noche, los supervisores tanto de extrusión como de corte son los encargados de alternar los turnos para todos los operarios de la fábrica.

### **2.1.7 Productos fabricados**

La empresa se dedica a la producción de bolsas de polietileno de alta y baja densidad, muchos de sus productos son fabricados para mantener en bodega o ser enviados a clientes constantes, pero también se producen pedidos especiales de bolsas en una gran gama de colores y tamaños, algunos de los productos más importantes laborados dentro de la misma son los siguientes.

#### **2.1.7.1 Bolsa de baja densidad con sello de fondo**

Esta bolsa es producida con polietileno de baja densidad (LDPE), además son agregados a la mezcla antiblock, y masterbatch, por lo que puede ser producidas en una gran gama de colores, una de sus características principales es la resistencia a la tensión a lo largo de ella. Los productos más

fabricados de este tipo, son las bolsas transparentes de bajo calibre, que se consiguen comúnmente en el mercado, con medidas que van desde dos pulgadas de ancho por siete de largo hasta, catorce pulgadas de ancho por diecisiete de largo. Poseen el proceso más sencillo de todas las bolsas fabricadas en la empresa, por lo que su precio es el mas bajo también. Este tipo de productos posee sello inferior, ya que la cortadora realiza el corte y sello térmico en la parte inferior.

#### **2.1.7.2 Bolsa de baja densidad gabacha.**

Esta bolsa es fabricada con polietileno de baja densidad (LDPE) cuando se fabrica transparente o en colores, mientras que cuando es fabricada en color negro son utilizados materiales reprocesados; en ambos casos son agregados a las mezclas antiblock y masterbatch; regularmente son fabricadas en calibres y medidas mas grandes que los de las bolsas de sello inferior; el proceso posee la mayoría de elementos iguales a los de las bolsas con sello inferior, a diferencia que estas poseen un tratamiento especial durante la extrusión, cuando se llevará a cabo en ellas una impresión flexográfica, además poseen un pliegue llamado fuelle, el cual consiste en una pestaña doblada hacia el interior, la cual es formada por unas paletas de madera que son colocadas antes de los rodillos en los extrusores; este pliegue permite al pasar la bolsa por la troqueladora dar la forma de las orejas de la bolsa.

#### **2.1.7.3 Bolsa de alta densidad sello de fondo y lateral**

Este tipo de bolsa es fabricado con polietileno de alta densidad (HDPE), a la vez es agregado a la mezcla carbonato y en algunos casos polietileno lineal para aumentar su resistencia a la tensión, es fabricada en calibres muy bajos que van desde 0.61 hasta 0.72 milésimas de metro, son producidas en varios

colores y su característica especial, es una apariencia opaca y rugosa, son muy peculiares por el ruido que realiza el plástico al ser doblado o apretado.

Se producen con sello lateral e inferior, la diferencia entre ambos es que las de sello inferior son cortadas tal como la bobina es montada en la cortadora, las navajas y sellos se encuentran de manera paralela a la abertura que posee la tela plástica en la bobina, mientras que en las de sello lateral la navaja se encuentra en forma perpendicular, dividiendo la tela de la bobina en dos partes, que luego son selladas por una resistencia que se encuentra en forma paralela.

#### **2.1.7.4 Bolsa de alta densidad gabacha**

Este producto es fabricado con polietileno de alta densidad (HDPE), además es agregada a su mezcla carbonato y colorantes, al igual que las bolsas gabacha de baja densidad esta también recibe un tratamiento especial cuando se realizará en ella una impresión, posee fuelle que posteriormente es determinante para dar forma a las orejas o agarradores de la bolsa, este producto posee calibres y tamaños mas grandes que otros tipos de bolsas de alta densidad y son caracterizadas por una gran resistencia longitudinal a la tensión, por lo que son muy buenas para resistir grandes cantidades de peso.

### **2.2 Costos mensuales de producción de bolsas plásticas**

Todas las empresas industriales cuentan con una gran cantidad de costos que necesitan suplir para poder continuar con su funcionamiento, es indispensable tener un control adecuado sobre los mismos lo cual les permita obtener los mejores resultados posibles en su operación, algunos de los costos que tienen influencia sobre la producción son los de mano de obra, materia prima, desperdicios, impresión, y energía eléctrica.



## 2.2.1 Costos de mano de obra

Los costos de mano de obra que se analizarán a continuación son los de todos los operarios y supervisores que se hayan laborando dentro de la empresa en las áreas de extrusión y corte.

### 2.2.1.1 Mano de obra en extrusión

Como se había mencionado anteriormente los trabajadores de extrusión laboran en dos jornadas una diurna y una nocturna, sus turnos son cambiados cada quince días, la empresa cuenta con veintidós máquinas, las cuales son operadas por seis operarios, el jefe de extrusores y un supervisor durante el día, y por la noche por seis operarios y un supervisor.

Durante el turno diurno se trabajan 8 horas normales(HN) y 3 horas extras(HE); y por el turno de la noche se trabajan 6 horas normales(HN) y cinco horas extras(HE); en la siguiente tabla podemos observar el salario promedio devengado por cada uno de los empleados del área de extrusión:

Tabla I. Salario empleados de área de extrusión

	<b>H.N. Diurnas</b>	<b>HE Diurnas</b>	<b>HN Nocturnas</b>	<b>HE Nocturnas</b>	<b>Salario Mensual</b>
<b>Operarios</b>	Q.900. <sup>00</sup>	Q300. <sup>00</sup>	Q1200. <sup>00</sup>	Q600. <sup>00</sup>	Q3000. <sup>00</sup>
<b>Supervisores</b>	Q1200. <sup>00</sup>	Q500. <sup>00</sup>	Q1600. <sup>00</sup>	Q900. <sup>00</sup>	Q4200. <sup>00</sup>
<b>Jefe</b>	Q1400. <sup>00</sup>	Q600. <sup>00</sup>	Q1800. <sup>00</sup>	Q1000. <sup>00</sup>	Q4800. <sup>00</sup>

Los salarios de acuerdo a los números de empleados de cada puesto es el siguiente:

- 12 operarios x Q3,000.<sup>00</sup> / mes = Q 36,000.<sup>00</sup>/mes
  - 2 supervisores x Q4,200.<sup>00</sup> / mes = Q 8,400.<sup>00</sup> /mes
  - 1 jefe x Q4800.<sup>00</sup> / mes = Q 4,800.<sup>00</sup> / mes
- Q 49,200.<sup>00</sup> / mes**

Por lo tanto los costos para Mano de obra de Extrusión serán de Cuarenta y nueve mil doscientos quetzales al mes.

### 2.2.1.2 Mano de obra en cortadoras

En el área de corte los empleados laboran en dos jornadas una diurna y una nocturna, sus turnos son cambiados alternamente cada cierto periodo de tiempo, durante la jornada diurna laboran 30 operarios un jefe y un supervisor, y durante el turno de la noche solamente 5 operarios. Se trabajan las horas normales y las horas extras de la misma manera que en extrusión, por lo que en la presente tabla podemos observar los salarios mensuales promedio de cada uno de los puestos del área de corte:

Tabla II. Salario empleados de área de corte

	H.N. Diurnas	HE Diurnas	HN Nocturnas	HE Nocturnas	Salario Mensual
<b>Operarios</b>	Q.950. <sup>00</sup>	Q400. <sup>00</sup>	Q900. <sup>00</sup>	Q300. <sup>00</sup>	Q2550. <sup>00</sup>
<b>Supervisor</b>	Q1200. <sup>00</sup>	Q500. <sup>00</sup>	Q1600. <sup>00</sup>	Q900. <sup>00</sup>	Q4200. <sup>00</sup>
<b>Jefe</b>	Q1400. <sup>00</sup>	Q600. <sup>00</sup>	Q1800. <sup>00</sup>	Q1000. <sup>00</sup>	Q4800. <sup>00</sup>

Los salarios de acuerdo a los números de empleados de cada puesto es el siguiente:

- 35 operarios x Q2,550.<sup>00</sup> / mes = Q 89,250.<sup>00</sup>/mes
- 1 supervisor x Q4,200.<sup>00</sup> / mes = Q 4,200.<sup>00</sup> /mes
- 1 jefe x Q4800.<sup>00</sup> / mes = Q 4,800.<sup>00</sup> / mes  
**Q 98,250.<sup>00</sup> / mes**

Por lo tanto, los costos para mano de obra de corte serán de noventa y ocho mil doscientos cincuenta quetzales al mes.

$$\begin{aligned}\text{Costo total de mano de obra} &= \text{MO}_{\text{Extrusión}} + \text{MO}_{\text{Corte}} \\ \text{CTMO} &= \text{Q } 49,200.00 + \text{Q } 98,250.00 = \text{Q}147,450.00\end{aligned}$$

El costo total para mano de obra será de ciento cuarenta y siete mil cuatrocientos cincuenta al mes.

### **2.2.2 Costos de materia prima**

La empresa usa diferentes materias primas para realizar las mezclas de cada uno de sus productos, los materiales más utilizados son los polietilenos de alta y baja densidad y el material reprocesado de alta y baja densidad. Aproximadamente se utilizan 300,000 libras de materias primas al mes, los costos mensuales promedio para cada uno de los materiales son los siguientes:

- Polietileno de alta densidad:  
El consumo promedio al mes de este material es de 88,000 libras, con un costo de Q7.50 cada libra.

$$88,000 \text{ lb/mes} \times \text{Q}7.50 \text{ /lb} = \text{Q}660,000.00 \text{ / mes}$$

- Polietileno de baja densidad

El consumo promedio al mes de este material es de 120,000 libras, con un costo de Q7.08 cada libra.

$$120,000 \text{ lb/mes} \times \text{Q}7.08 \text{ /lb} = \text{Q}849,600.00 \text{ / mes}$$

- Carbonato

El consumo promedio al mes de este material es de 10,000 libras, con un costo de Q4.70 cada libra.

$$10,000 \text{ lb/mes} \times \text{Q}4.70 \text{ /lb} = \text{Q}47,000.00 \text{ / mes}$$

- Masterbatch

El consumo promedio al mes de este material es de 5,000 libras, con un costo de Q18.65 cada libra.

$$5,000 \text{ lb/mes} \times \text{Q}18.65 \text{ /lb} = \text{Q}93,250.00 \text{ / mes}$$

- Antiblock

El consumo promedio al mes de este material es de 13,000 libras, con un costo de Q5.63 cada libra.

$$13,000 \text{ lb/mes} \times \text{Q}5.63 \text{ /lb} = \text{Q}73,190.00 \text{ / mes}$$

- Material reprocesado

El consumo promedio al mes de este material es de 64,000 libras, con un costo de Q3.90 cada libra.

$$64,000 \text{ lb/mes} \times \text{Q}3.90 \text{ /lb} = \text{Q}249,600.00 \text{ / mes}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo materias primas} &= C_{\text{HDPE}} + C_{\text{LDPE}} + C_{\text{Carbonato}} + C_{\text{Masterbatch}} + C_{\text{Antiblock}} + C_{\text{Reprocesado}} \\ \text{CMP} &= \text{Q}660,000.00 + \text{Q}849,600.00 + \text{Q}47,000.00 + \text{Q}93,250.00 + \text{Q}73,190.00 \\ &+ \text{Q}249,600.00 = \text{Q}1,972,640.00 \text{ / mes} \end{aligned}$$

El costo total para materias primas será de un millón novecientos setenta y dos mil seiscientos cuarenta quetzales al mes

### **2.2.3. Costos de desperdicios**

Durante algunas operaciones que forman parte del proceso de extrusión y corte de bolsas plásticas, se genera desperdicio, este se viene a transformar en un costo de oportunidad, ya que el mismo es material que no puede ser vendido y que para su reutilización se necesitan emplear nuevos recursos que le permitan ser molido o peletizado. Los porcentajes de desperdicio son obtenidos de las hojas de reportes que llenan los jefes de cada una de las áreas; mensualmente se obtiene un promedio del 5% de desperdicios en relación a la producción de libras buenas, el procedimiento utilizado para calcular el costo de desperdicios, se realiza de la siguiente manera, se multiplica el precio calculado de cada una de las libras producidas por el porcentaje que se ha obtenido en ese mes de desperdicios, esta cantidad extra es sumada al precio de la libra para obtener así el costo de producción con base a cada uno de los aspectos que se deben de tomar en cuenta.

### **2.2.4 Costos de impresión**

Algunas de las bolsas fabricadas dentro de la empresa, poseen impresiones flexográficas, desde un color hasta la combinación de negro, blanco, azul y rojo; las impresiones son realizadas según especificaciones y gusto del cliente; los aspectos que hay que tomar en cuenta para analizar el costo de impresión son los solventes y los distintos colores de tintas, para ello se muestra en la siguiente tabla, los promedios de consumo para cada producto, así como su precio unitario por libra y el total consumido a lo largo del mes:

**Tabla III. Costo de materiales de impresión**

<b>Producto</b>	<b>Cantidad Consumida</b>	<b>Precio por libra</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Solventes</b>	220 lb	Q14.62	Q3,216.40
<b>Tinta negra</b>	93 lb	Q22.65	Q2,106.45
<b>Tinta Roja</b>	38 lb	Q26.45	Q1,005.10
<b>Tinta azul cian</b>	30 lb	Q33.56	Q1,006.80
<b>Tinta blanca</b>	55 lb	Q15.60	Q858.00

Costo total de impresión = Q3,216.40 + Q2,106.45 + Q1,005.10 + Q1,006.80 + Q858.00 = Q8,192.75

El costo de impresión promedio será de ocho mil ciento noventa y dos quetzales con setenta y cinco centavos mensuales.

### **2.2.5 Costos de Energía Eléctrica**

Otro costo importante para analizar es el de la Energía Eléctrica, ya que la mayoría de las operaciones que intervienen en el proceso de producción son realizadas por máquinas que derivan su funcionamiento de la electricidad; actualmente la empresa recibe una factura del servicio eléctrico por ambas naves industriales, la que es utilizada como bodega y la otra en donde se encuentra toda la maquinaria de extrusión y corte; el contrato que se posee es de carácter industrial.

Los costos de energía eléctrica son altos debido a que los extrusores y cortadoras funcionan a través de resistencias eléctricas que prevén la energía necesaria a los hornos, moldes y selladoras para realizar el trabajo en el

plástico. Actualmente el costo de energía eléctrica es de ciento treinta y cinco mil quetzales al mes (Q135,000.00).

### **2.2.6 Costos de producción por libra de bolsa producida**

Luego de haber analizado cada uno de los costos que afectan la producción de bolsas plásticas, procederemos a calcular el costo de producción por libra de producto terminado. Para el cálculo del mismo dividimos cada uno de los costos analizados anteriormente, dentro de la cantidad promedio de producción realizada durante el mes, siendo la cantidad a utilizar de 300,000 libras producidas mensuales, por lo tanto obtendremos:

- Mano de obra:

$$(Q147,450.00/\text{mes}) / (300,000\text{lb}/\text{mes}) = Q0.4915/\text{lb}$$

- Materia prima:

$$(Q1,972,640.00/\text{mes}) / (300,000\text{lb}/\text{mes}) = Q6.5754/\text{lb}$$

- Impresión:

$$(Q8,192.75/\text{mes}) / (300,000\text{lb}/\text{mes}) = Q0.0273/\text{lb}$$

- Energía eléctrica:

$$(Q135,000.00/\text{mes}) / (300,000\text{lb}/\text{mes}) = Q0.45/\text{lb}$$

- Desperdicios:

Para calcular el costo por desperdicios procedemos a sumar los costos por libra de los aspectos anteriores y a multiplicarlo por nuestro porcentaje de desperdicio mensual que haciende al 5%:

$$\text{Costo x libra} = \text{Q}0.4915 + \text{Q}6.5754 + \text{Q}0.0273 + \text{Q}0.45 = \text{Q}7.5442/\text{lb}$$

$$\text{Q}7.5442/\text{lb} * 0.05 = 0.3772$$

$$\text{Costo por desperdicio} = \text{Q}0.3772/\text{lb}$$

Por lo tanto, el costo total de producción por libra de producto terminado es de:

$$\text{CT} = \text{Q}7.5442 + \text{Q} 0.3772 = \text{Q}7.9214/\text{lb}$$





### **3. PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO**

#### **3.1 Análisis de proceso de fabricación de bolsas plásticas, para elaboración de diagramas de procesos, bimanual y hombre máquina.**

El análisis de cada uno de los elementos que forman parte del proceso de fabricación de bolsas plásticas, cimienta las bases del diseño de diagramas, que permitan tener un estándar en la producción, y por consiguiente una disminución de desperdicios.

Los diagramas de procesos nos permiten visualizar de manera gráfica la cronología de todas las actividades que se llevan a cabo en el desarrollo de un proceso, es decir todas las operaciones e inspecciones que ocurren desde que el material ingresa al proceso, hasta el empaque del producto terminado, exceptuando las actividades incluidas en el manejo de los materiales.

Incluye además los tiempos empleados en el desarrollo de cada una de las actividades, los materiales utilizados, así como también muestra la entrada de todos los componentes y materiales al ensamble con la pieza principal.

Es primordial que antes de realizar el diseño y análisis de un diagrama de proceso, se debe establecer los elementos que forman el proceso, de manera que el analista pueda diferenciar claramente uno del otro, para esto se

deben tomar en cuenta algunos criterios, como la fácil visualización del inicio y final de cada elemento y una duración adecuada del mismo.

### **3.1.1 Determinación de operaciones que participan en proceso fabricación de bolsas**

El proceso de fabricación de bolsas plásticas presenta un comportamiento lineal, y se caracteriza por su sencillez. A continuación se establecerán los elementos que permitan realizar un adecuado análisis de cada una de las operaciones en la fabricación de bolsas plásticas.

Con base al proceso de fabricación descrito en el capítulo anterior, y tomando en cuenta como modelo, el de las bolsas plásticas tipo gabacha impresa, por ser el más amplio y el que incluye las operaciones de los otros tipos de producto, la división y la asignación del tipo de elemento al que pertenecen, cada uno de ellos, queda definido de la siguiente manera:

1. BMP (*almacenamiento*)
2. Traslado de materias primas a mezcladora (*transporte*)
3. Mezclado de materias primas (*operación*)
4. Empacado y rotulado de mezcla (*operación*)
5. Traslado de mezcla a planta (*transporte*)
6. Corte de tubo para base de bobinas (*operación*)
7. Traslado de mezcla de materias primas a extrusores (*Transporte*)
8. Colocación de base para bobina (*operación*)
9. Llenado de tolva con mezcla (*operación*)
10. Levantar candela de film plástico (*operación*)
11. Calibrar candela (*operación, inspección*)
12. Tratado de bobina para impresión (*operación*)

13. Embobinado de tela plástica (*operación, inspección*)
14. Retiro de bobina terminada (*operación*)
15. Preparación de base para siguiente bobina (*Operación*)
16. Traslado al área de empaque de bobina (*transporte*)
17. Empaque de bobina (*operación*)
18. Peso y rotulado de bobina empacada (*operación, inspección*)
19. Traslado a área de impresión (*transporte*)
20. Desempaque de bobina para impresión (*operación*)
21. Colocación de bobina en impresora (*operación*)
22. Montar sello para impresión (*operación, inspección*)
23. Calibración y medición de impresión (*operación, inspección*)
24. Prueba de rodado (*operación, inspección*)
25. Prueba de color y definición (*operación, inspección*)
26. Impresión de bobina (*operación*)
27. Embobinado de tela impresa (*operación*)
28. Empaque de tela impresa impresa (*operación*)
29. Peso de bobina impresa (*operación, inspección*)
30. Traslado de bobina a cortadora (*transporte*)
31. Desempaque de bobina (*operación*)
32. Colocación de bobina en cortadora (*operación*)
33. Calibración de lector óptico de impresión (*operación, inspección*)
34. Corte de bolsas (*operación*)
35. Troquelado de bolsas (*operación*)
36. Empaque y rotulado de bolsas (*operación*)
37. Traslado a área de peso (*transporte*)
38. Peso de fardos (*operación, inspección*)
39. Transporte de producto terminado a BPT (*transporte*)
40. BPT (*almacenamiento*)

### **3.1.2 Elaboración de formato para cronometración**

Posterior al análisis de cada uno de los elementos del proceso de fabricación de bolsas plásticas, es necesario establecer un formato para la toma de tiempos, el cual debe adecuarse a las necesidades del analista, a las del proceso y a las del método de cronometración.

Además es indispensable que el formato utilizado para la toma de tiempos contemple datos importantes, como el nombre de la empresa, el proceso, los tiempos promedios y un espacio para las observaciones en caso de que fueren necesarias; tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores se ha diseñado el formato siguiente para la toma de tiempos:

Figura 9. Formato para cronometración

FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS												Hoja:	de:			
Empresa																
Proceso																
Método																
Analista																
		Técnica:														
		Fecha:														
		Ciclo														
		Tiempo														
Elemento	No.	Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T. Prom	Observaciones
	1	T. Cronom. ΔT														
	2	T. Cronom. ΔT														
	3	T. Cronom. ΔT														
	4	T. Cronom. ΔT														
	5	T. Cronom. ΔT														
	6	T. Cronom. ΔT														
	7	T. Cronom. ΔT														
	8	T. Cronom. ΔT														
	9	T. Cronom. ΔT														
	10	T. Cronom. ΔT														
	11	T. Cronom. ΔT														
	12	T. Cronom. ΔT														
	13	T. Cronom. ΔT														
	14	T. Cronom. ΔT														
	15	T. Cronom. ΔT														

### **3.1.2.1 Cronometración de operaciones de extrusión y corte**

Una vez establecido el formato de cronometración a utilizar, es necesario determinar los diferentes elementos a los cuales se les realizará la toma de tiempos, en el caso del proceso de extrusión y corte, cuyo análisis nos proveerá de los datos necesarios para realizar los diagramas de operaciones, flujo del proceso y recorrido; se utilizaran los elementos que se han establecido al inicio de este capítulo.

El método de cronometración utilizado será el de vuelta a cero, método en el que el analista para el cronometro y lo vuelve a cero, cada vez que termina un elemento; se utilizara este ya que la mayoría de elementos tienen tiempos invariables, y una duración amplia.

### **3.1.2.2 Cronometración de operaciones manuales**

En el proceso de fabricación de bolsas existen dos operaciones en las que el movimiento realizado por las manos, necesita ser analizado, con el fin de establecer un estándar que permita al jefe de producción tomar decisiones sobre la productividad y eficiencia de cada uno de los operarios que realizan estas acciones, siendo estas operaciones la de empaque de la bobina terminada y empaque de bolsas luego del corte. En ambas operaciones cada elemento realizado con la mano izquierda y derecha son realizados en el mismo tiempo, por lo, que la toma de tiempos se realiza de manera simultanea.

Para la operación de empaque de la bobina, se han establecido los siguientes elementos para cada una de las manos:

#### MANO IZQUIERDA:

1. Extiende empaque sobre la mesa
2. Sostiene empaque
3. Dobla empaque sobre bobina
4. Coloca tape a empaque sobre bobina
5. Toma bobina y coloca sobre mesa
6. Dobla empaque dentro de bobina
7. Gira bobina
8. Toma bobina y la voltea
9. Dobla empaque dentro de bobina
10. Gira bobina
11. Toma bobina empacada y la quita de mesa

#### MANO DERECHA:

1. Toma empaque y coloca sobre mesa para extenderlo
2. Alcanza bobina y coloca sobre empaque
3. Sostiene bobina
4. Sostiene bobina
5. Coloca bobina sobre mesa
6. Dobla empaque dentro de bobina
7. Dobla empaque dentro de bobina
8. Toma bobina y la voltea
9. Dobla empaque dentro de bobina
10. Dobla empaque dentro de bobina
11. Toma bobina empacada y la quita de mesa



Y para la operación de empaque de bolsas se determinan los siguientes elementos para cada una de las manos:

**MANO IZQUIERDA:**

1. Toma bolsa para empacar
2. Abre bolsa para introducir paquete
3. Sostiene bolsa para empaque
4. Coloca bolsas en mesa de empaque
5. Toma papel para empaque
6. Dobla papel para empacar bolsas
7. Sostiene paquete de bolsas
8. Voltea paquete para colocar tape
9. Coloca paquete en área de producto terminado

**MANO DERECHA:**

1. Toma bolsas de cortadora
2. Sostiene bolsas
3. Inserta grupo de bolsas en empaque
4. No hace nada
5. Toma paquete de bolsas y coloca sobre papel
6. Dobla papel para empacar
7. Alcanza tape y coloca a paquete
8. Alcanza tape y coloca a paquete
9. Espera

El método utilizado para la toma de tiempos en esta operación será el continuo; método en el que el analista toma de manera corrida o continua los distintos tiempos hasta finalizar todos los elementos en el número de ciclos que se desee; se utilizará este método debido a que la duración de cada elemento es pequeña y este nos provee de una mejor opción para la toma de los mismos.

### **3.1.3 Cronometración de procesos de extrusión y corte**

Ya que tenemos los distintos elementos a estudiar, así como los formatos adecuados para la cronometración, procedemos a tomar los tiempos que posteriormente serán utilizados en la elaboración de los diagramas.

A continuación se presentan los formatos con los tiempos tomados en las operaciones de extrusión y corte:

FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS												Hoja 1	de: 3			
<b>Empresa</b>	Fabrica de plasticos															
<b>Proceso</b>	Fabricación de bolsa plastica															
<b>Método</b>	Actual															
<b>Analista</b>	Paulo Castellanos															
<b>Bemento</b>		<b>Ciclo</b>														
<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tiempo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Σ</b>	<b>Observaciones</b>
1	Traslado de materia prima a mezcladora	T. Cronom ΔT	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06	0.07	
2	Mezcla de Materia Prima	T. Cronom ΔT	21.80	20.36	25.60	22.63	20.98	23.56	24.63	21.89	23.56	24.85	24.02	21.68	22.96	
3	Empaque y rotulado de mezcla	T. Cronom ΔT	0.19	0.22	0.23	0.25	0.19	0.25	0.26	0.28	0.24	0.25	0.21	0.22	0.23	
4	Traslado de mezcla a planta	T. Cronom ΔT	1.37	1.80	1.66	1.67	1.33	1.87	1.78	1.87	1.90	1.83	1.78	1.93	1.73	
5	Corte de tubo para base de bobinas	T. Cronom ΔT	0.67	0.80	0.73	0.75	0.77	0.78	0.60	0.66	0.70	0.72	0.73	0.75	0.72	
6	Traslado de mezcla a extrusores	T. Cronom ΔT	1.37	2.02	1.66	1.67	1.33	1.87	1.78	1.87	2.01	1.83	1.78	1.93	1.76	
7	Colocación de base para bobinas	T. Cronom ΔT	0.17	0.16	0.15	0.19	0.22	0.18	0.20	0.15	0.16	0.18	0.16	0.18	0.18	
8	Llenado de tolva con mezcla	T. Cronom ΔT	0.23	0.28	0.30	0.28	0.27	0.33	0.22	0.23	0.26	0.27	0.28	0.37	0.28	
9	Levantar candela	T. Cronom ΔT	1.25	1.66	1.46	1.66	1.66	1.54	1.49	1.56	1.60	1.54	1.62	1.48	1.53	
10	Calibrar candela	T. Cronom ΔT	3.12	3.06	3.10	3.20	3.46	2.80	3.12	3.22	3.10	3.19	2.96	3.04	3.11	
11	Tratado de bobina para impresión	T. Cronom ΔT	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	
12	Embobinado de tela plástica	T. Cronom ΔT	74.23	66.68	67.32	72.38	75.43	70.25	67.24	69.36	75.36	72.68	68.66	76.12	71.28	
13	Retiro de bobina terminada	T. Cronom ΔT	0.10	0.17	0.20	0.10	0.08	0.07	0.08	0.12	0.13	0.05	0.08	0.10	0.11	
14	Preparación de base para siguiente bobina	T. Cronom ΔT	0.89	0.96	0.87	0.75	0.89	0.88	0.75	0.85	0.72	0.96	1.01	0.99	0.88	
15	Traslado de bobina a empaque	T. Cronom ΔT	0.78	0.43	0.60	0.71	0.30	0.28	0.48	0.70	0.32	0.42	0.57	0.47	0.50	

FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS												Hoja 2 de: 3					
<b>Empresa</b>	Fabrica de plasticos																
<b>Proceso</b>	Fabricación de bolsa plastica																
<b>Método</b>	Actual																
<b>Analista</b>	Paulo Castellanos																
<b>Técnica:</b> Vuelta a cero																	
<b>Fecha:</b> Julio de 2008																	
Ciclo																	
<b>Elemento</b>	<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tiempo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Σ</b>	<b>Observaciones</b>
	16	Empaque de bobina	T. Cronom ΔT	1:10	0:57	0:55	0:52	0:57	1:10	1:01	0:58	0:53	1:12	0:58	0:52	<b>1:00</b>	
	17	Peso y rotulado de bobina empacada	T. Cronom ΔT	0:17	0:20	0:23	0:17	0:27	0:15	0:20	0:22	0:23	0:15	0:28	0:27	<b>0:21</b>	
	18	Traslado de bobina a impresión	T. Cronom ΔT	1:17	1:12	1:08	1:12	1:08	1:05	1:14	1:21	1:08	1:12	1:08	1:10	<b>1:11</b>	
	19	Desempaque de bobina	T. Cronom ΔT	0:30	0:32	0:38	0:35	0:29	0:30	0:32	0:31	0:35	0:30	0:38	0:34	<b>0:33</b>	
	20	Colocación de bobina a imprimir	T. Cronom ΔT	3:11	3:20	3:18	3:06	3:07	3:25	3:16	3:26	3:08	3:05	3:06	3:11	<b>3:13</b>	
	21	Montar sello para impresión	T. Cronom ΔT	2:70	2:52	2:55	2:55	2:54	2:50	2:55	2:55	2:50	2:75	2:55	2:52	<b>2:55</b>	
	22	Calibración y medición de impresión	T. Cronom ΔT	4:08	4:02	4:15	4:08	4:20	4:16	4:18	4:09	4:13	4:15	4:19	4:10	<b>4:13</b>	
	23	Prueba de rodado	T. Cronom ΔT	2:30	2:35	2:40	2:36	2:39	2:21	2:36	2:41	2:28	2:35	2:38	2:30	<b>2:34</b>	
	24	Prueba de color y definición	T. Cronom ΔT	4:40	4:50	4:51	4:52	4:49	4:45	4:59	4:52	4:53	4:58	4:52	4:58	<b>4:54</b>	
	25	Impresión de bobina	T. Cronom ΔT	0:03	0:03	0:04	0:05	0:04	0:03	0:04	0:03	0:04	0:03	0:03	0:03	<b>0:04</b>	
	26	Embobinado de tela impresa	T. Cronom ΔT	55:25	55:23	54:28	57:45	57:59	54:45	55:59	54:43	57:55	55:12	54:23	55:55	<b>55:92</b>	
	27	Empaque de bobina impresa	T. Cronom ΔT	1:22	1:40	1:31	1:28	1:26	1:19	1:24	1:29	1:27	1:17	1:22	1:15	<b>1:25</b>	
	28	Peso de bobina impresa	T. Cronom ΔT	0:34	0:45	0:41	0:38	0:39	0:45	0:39	0:42	0:43	0:40	0:30	0:49	<b>0:40</b>	
	29	Traslado de bobina a cortadora	T. Cronom ΔT	1:17	1:20	0:37	1:50	1:08	1:10	1:12	1:13	1:15	1:15	1:23	1:32	<b>1:13</b>	
	30	Desempaque de bobina	T. Cronom ΔT	0:30	0:25	0:29	0:28	0:32	0:30	0:32	0:28	0:28	0:29	0:30	0:30	<b>0:29</b>	

FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS												Hoja 3 de: 3				
Empresa		Fabrica de plasticos														
Proceso		Fabricación de bolsa plastica														
Método		Actual														
Analista		Paulo Castellanos														
		Técnica: Vuelta a cero														
		Fecha: Julio de 2008														
Elemento	No.	Nombre	Ciclo												Observaciones	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		Σ (Σ)
	31	Colocación de bobina a cortar	0.13	0.15	0.15	0.13	0.10	0.16	0.13	0.18	0.15	0.12	0.13	0.15	0.14	
		T. Cronom ΔT														
	32	Calibración de lector optico de impresión	0.58	0.60	0.56	0.61	0.58	0.60	0.62	0.64	0.59	0.66	0.66	0.62		
		T. Cronom ΔT														
	33	Corte de bolsas tipo gabacha	0.82	0.80	0.82	0.82	0.83	0.82	0.84	0.81	0.82	0.82	0.83	0.81	0.82	
		T. Cronom ΔT														
	34	Troquelado de bolsas	0.37	0.31	0.45	0.38	0.39	0.42	0.46	0.40	0.38	0.37	0.31	0.36	0.38	
		T. Cronom ΔT														
	35	Empaque y rotulado de bolsas	3.02	2.19	2.33	2.16	2.56	2.80	2.97	2.66	2.78	2.90	2.85	2.90	2.68	
		T. Cronom ΔT														
	36	Traslado al área de peso	1.42	1.33	1.17	1.01	1.58	1.43	1.50	1.17	1.25	1.27	1.28	1.30	1.31	
		T. Cronom ΔT														
	37	Peso de Fardos	0.20	0.18	0.17	0.15	0.22	0.23	0.18	0.20	0.22	0.23	0.18	0.25	0.20	
		T. Cronom ΔT														
	38	Traslado de producto terminado	1.18	1.32	1.10	1.13	1.15	1.10	1.18	1.33	1.23	1.25	1.20	1.22	1.20	
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														
		T. Cronom ΔT														

### **3.1.4 Elaboración de diagramas**

Los diagramas de proceso son representaciones gráficas, que muestran la secuencia de tareas y elementos que forman parte de un proceso de producción.

Dentro de los diagramas de procesos podemos mencionar a los Diagramas de Operaciones (DOP), Diagramas de Flujo del Proceso (DFP) y los diagramas de recorrido.

#### **3.1.4.1 Diagramas de operaciones**

Este diagrama representa gráficamente la cronología de todas las actividades que se llevan a cabo en el desarrollo de un proceso, es decir todas las operaciones e inspecciones que ocurren desde que el material ingresa al proceso hasta el empaque del producto terminado. Facilita al analista la visualización de un proceso, ya que muestra la incidencia de la operación, en relación al análisis, sobre las operaciones anteriores y posteriores favoreciendo de esta forma el correcto planteamiento de un problema.

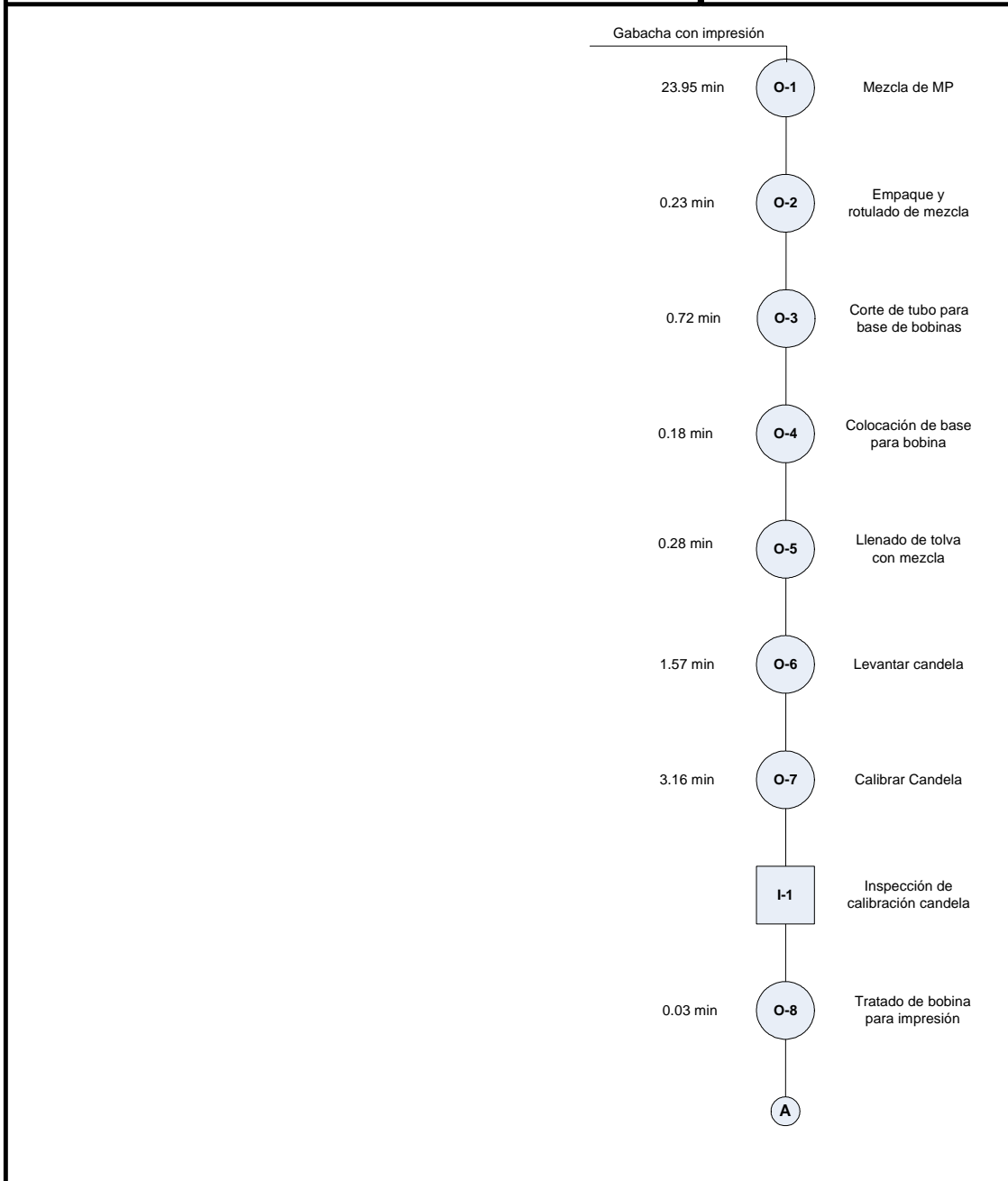
El diagrama de operaciones de proceso utiliza únicamente los símbolos de operación e inspección, de aproximadamente 10 mm de radio y 10 mm de lado respectivamente; además debe tener al inicio un encabezado que lo distinga.

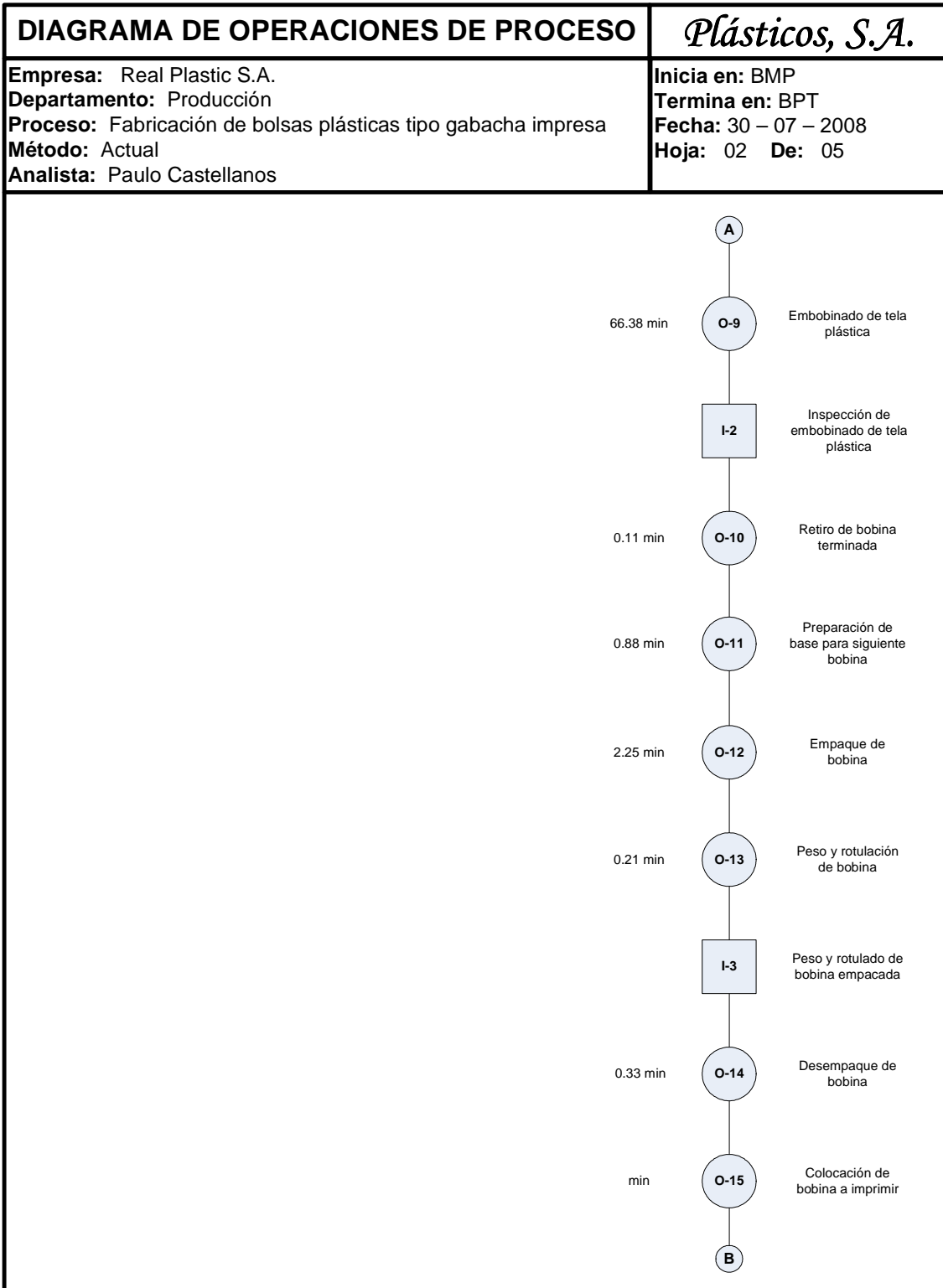
A continuación se encontramos los Diagramas de Operaciones del proceso, de los tres productos líderes de la empresa que conforman el ochenta por ciento de su producción.

**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO***Plásticos, S.A.*

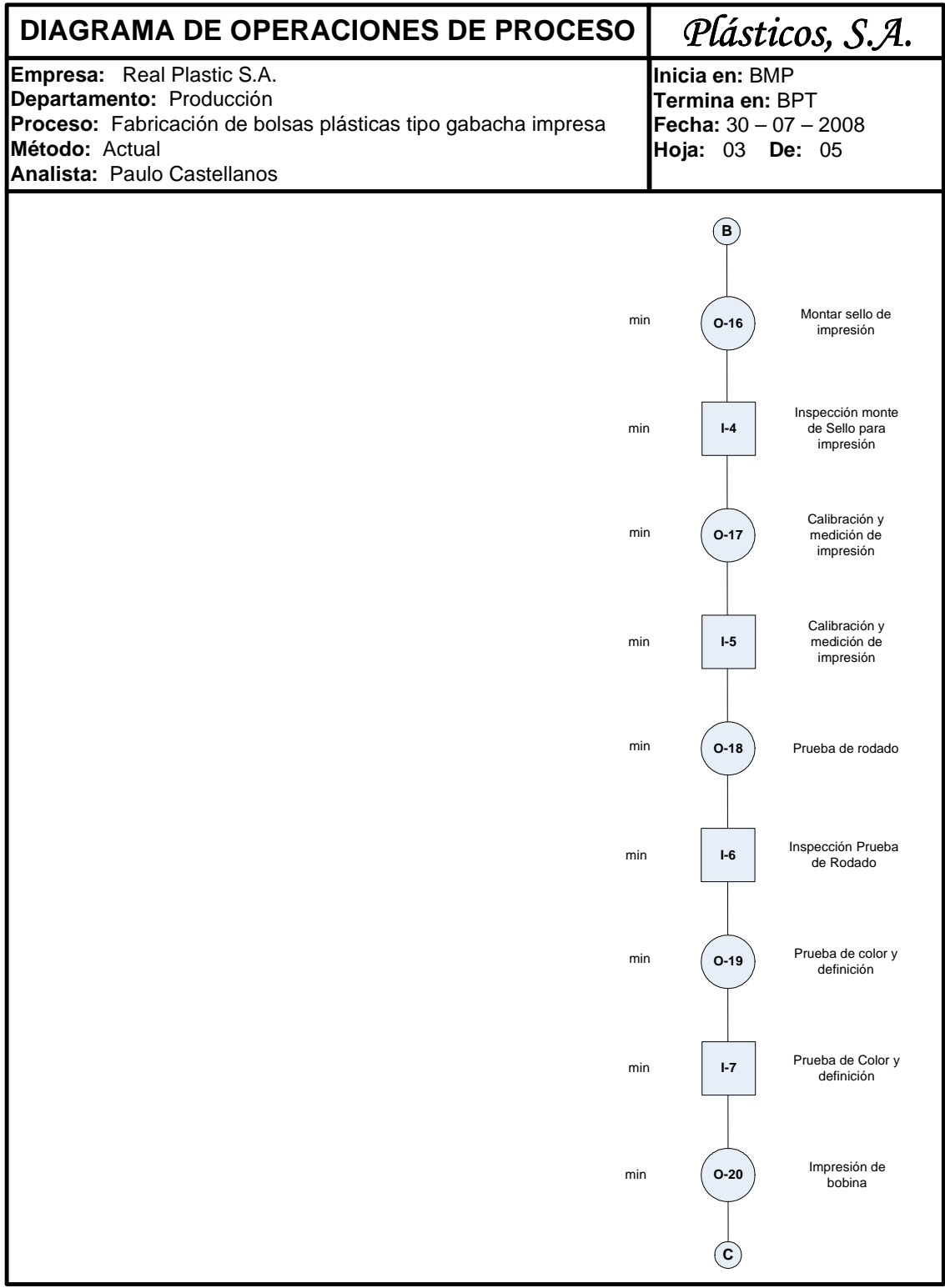
**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo gabacha impresa  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 01 **De:** 05

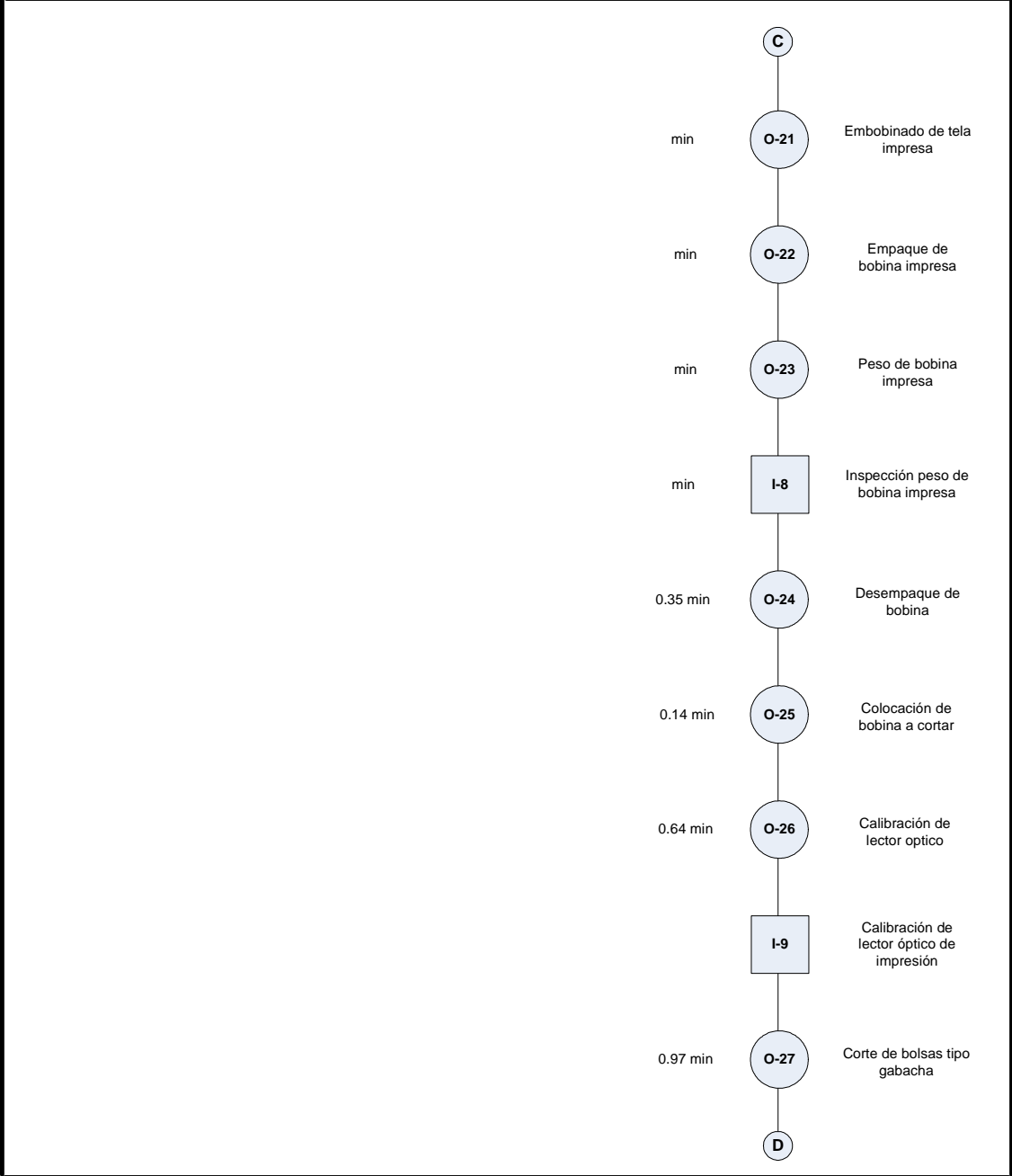


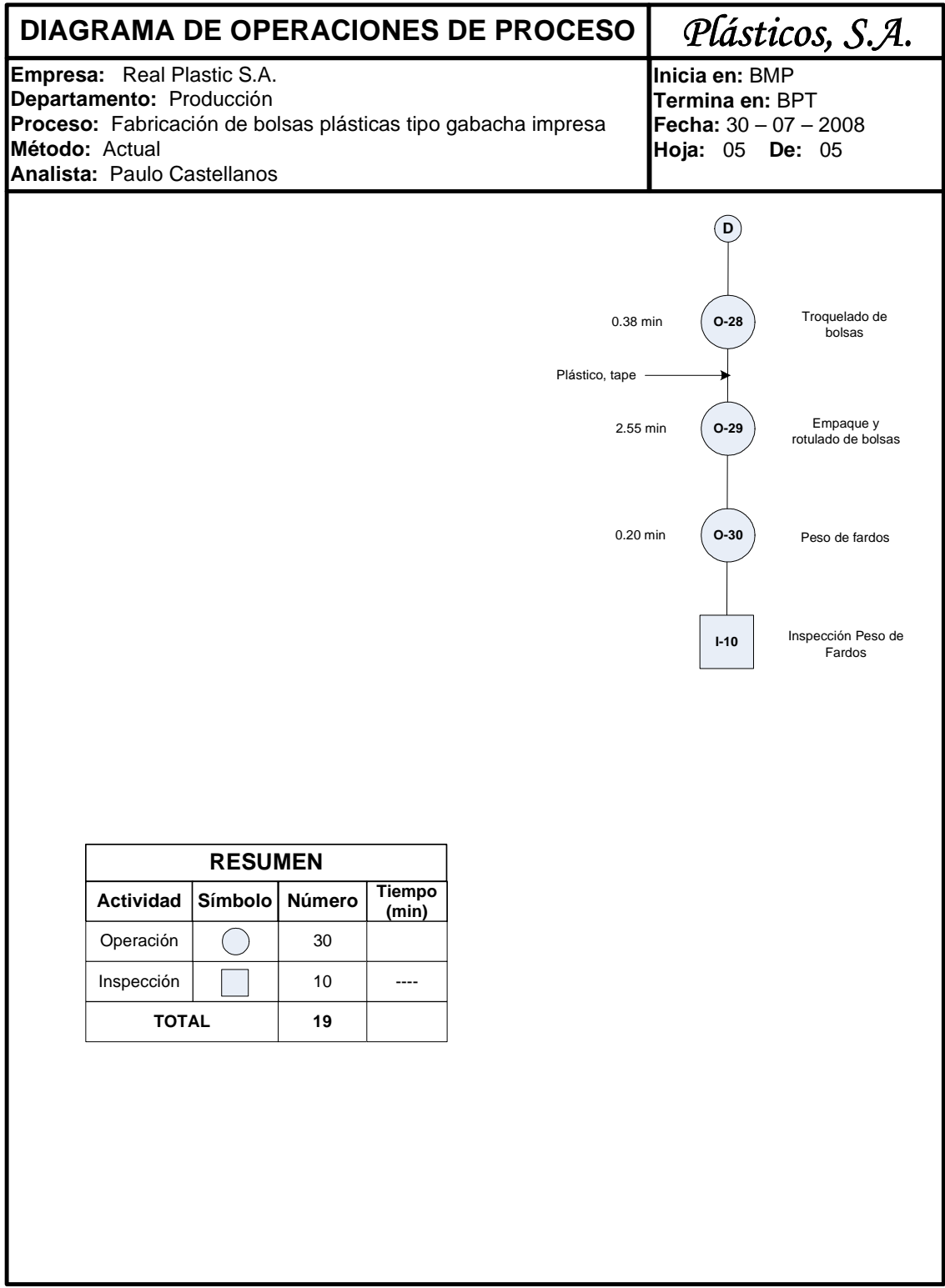






<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO</b>		<i>Plásticos, S.A.</i>
<b>Empresa:</b> Real Plastic S.A. <b>Departamento:</b> Producción <b>Proceso:</b> Fabricación de bolsas plásticas tipo gabacha impresa <b>Método:</b> Actual <b>Analista:</b> Paulo Castellanos		<b>Inicia en:</b> BMP <b>Termina en:</b> BPT <b>Fecha:</b> 30 – 07 – 2008 <b>Hoja:</b> 04 <b>De:</b> 05

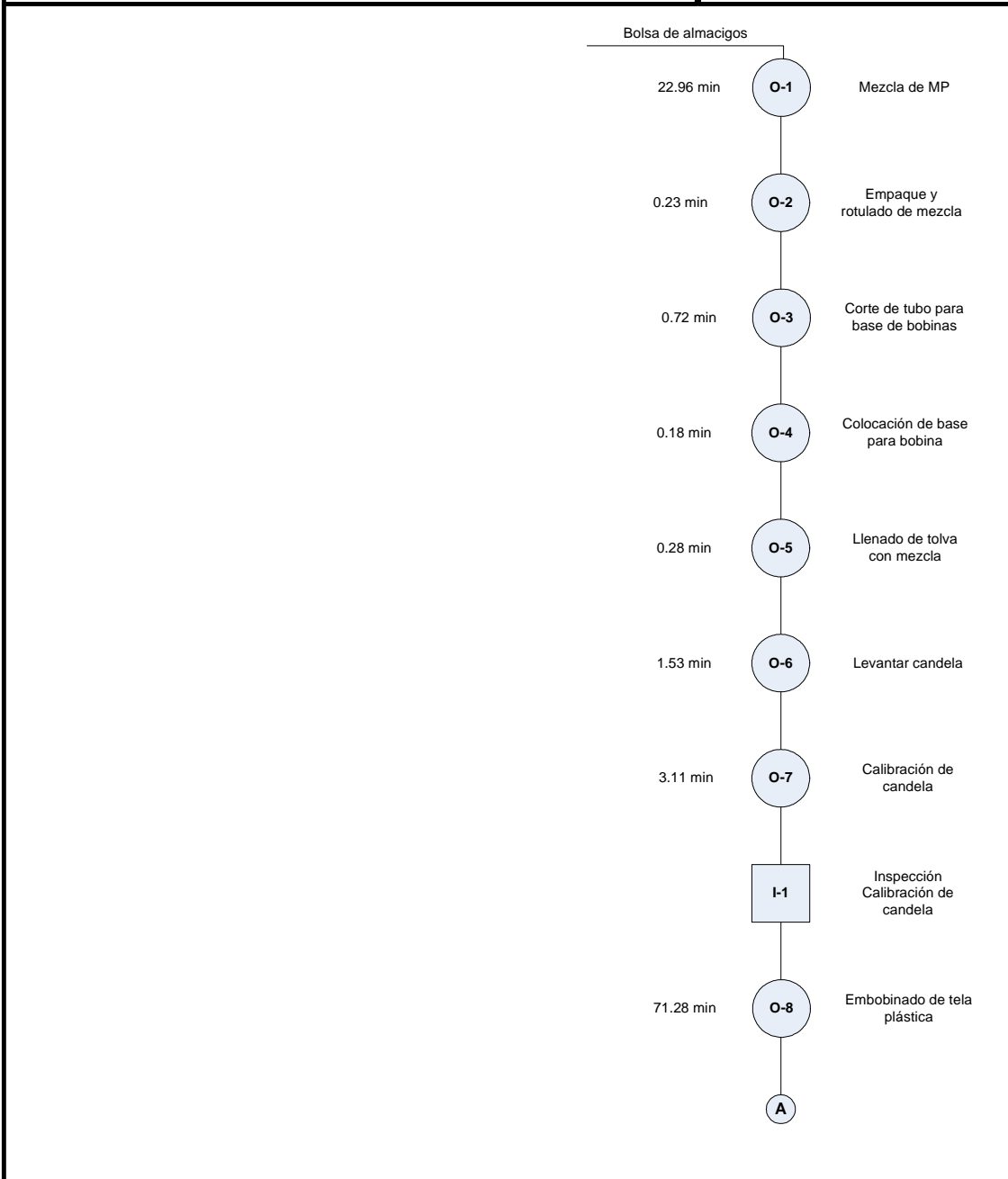




**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO***Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

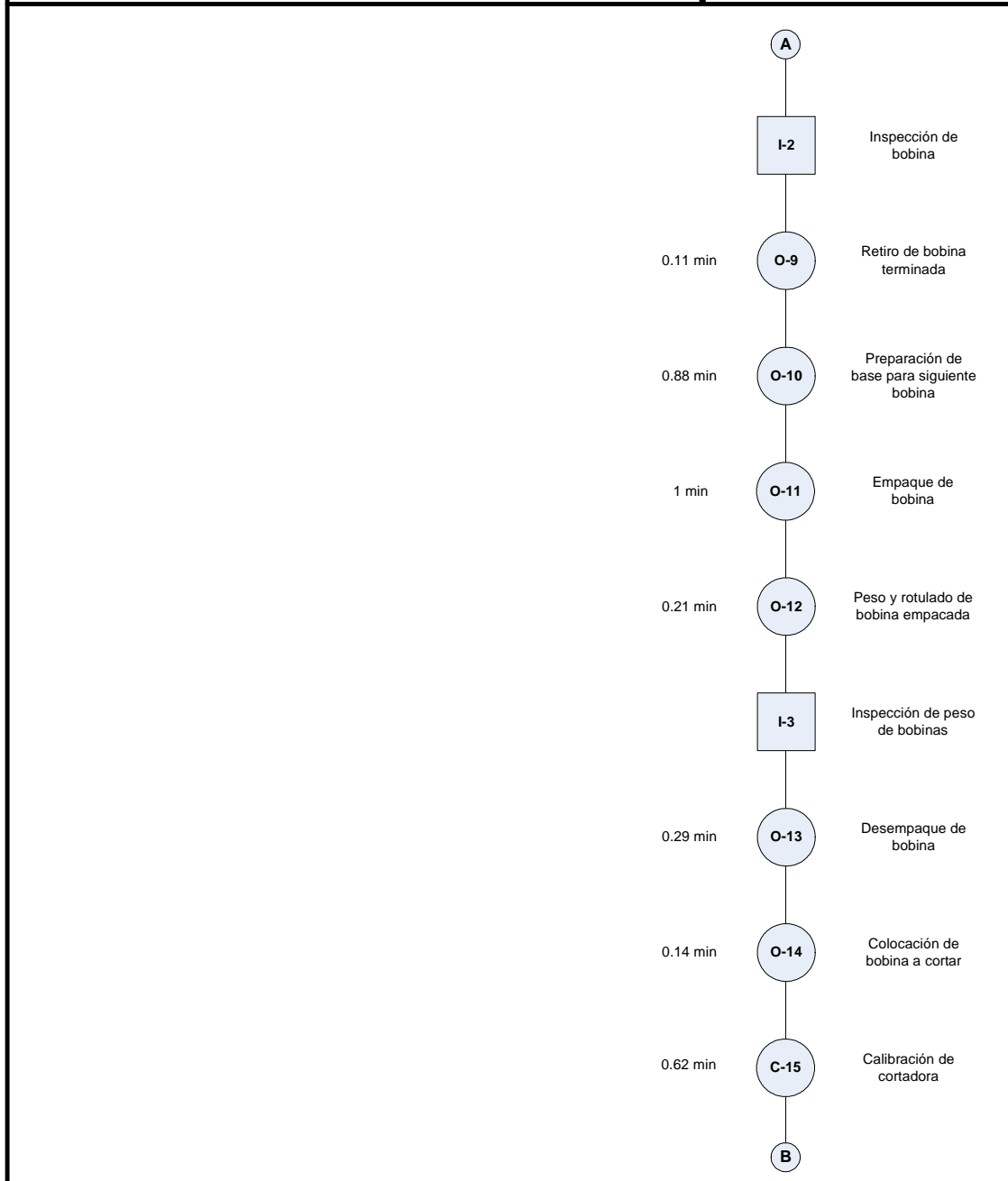
**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 - 07 - 2008  
**Hoja:** 01 **De:** 03

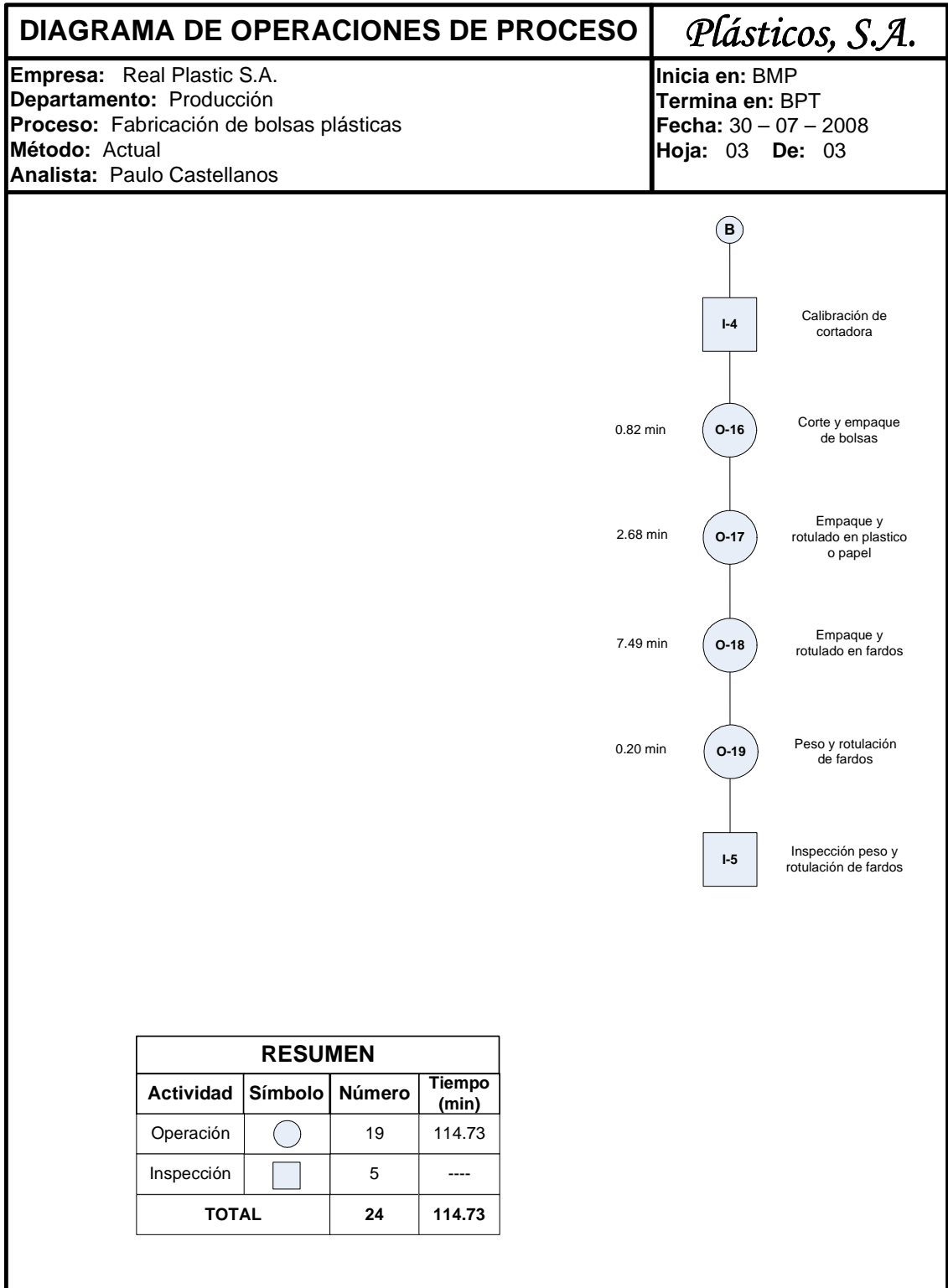


**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO***Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 02 **De:** 03

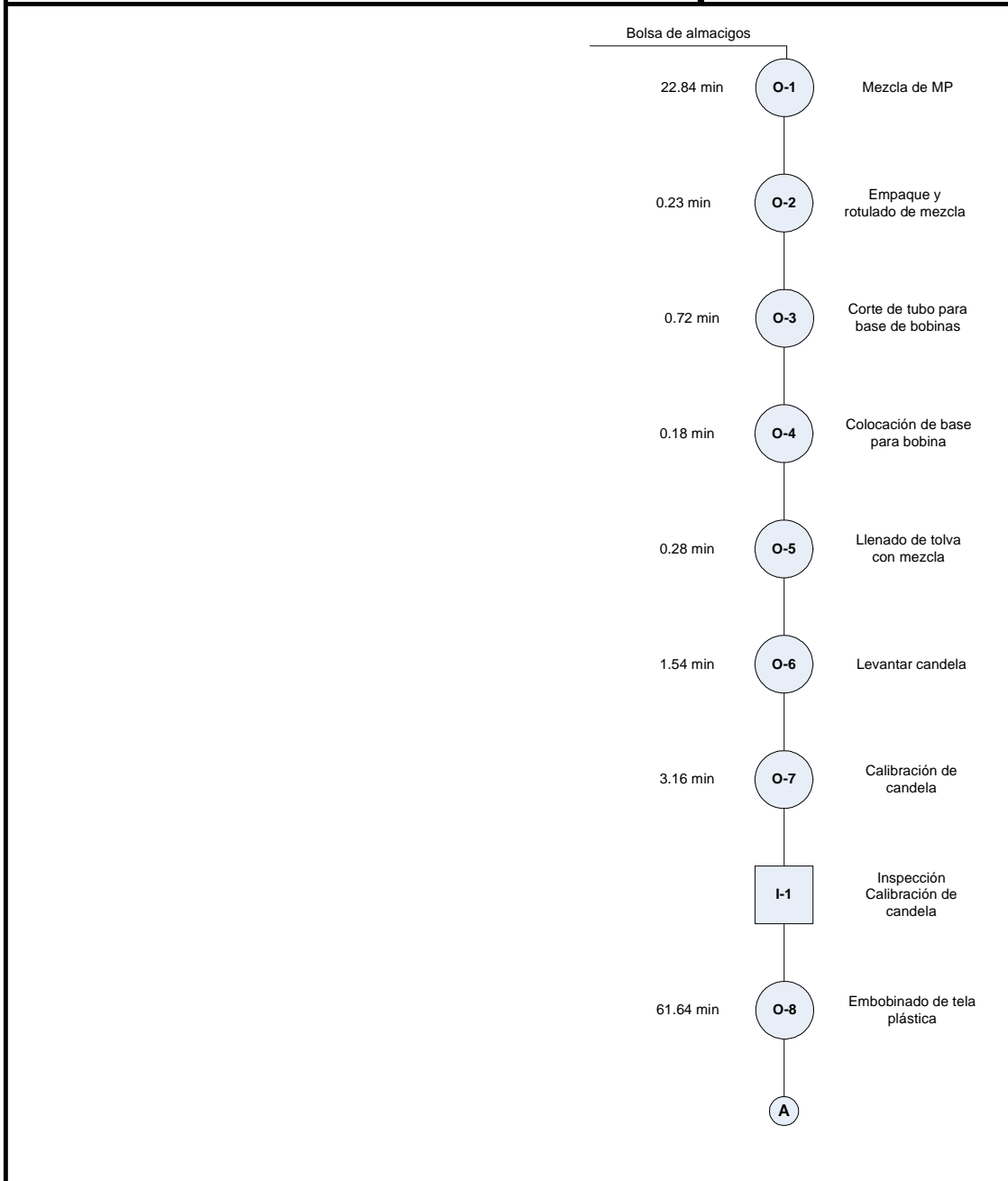


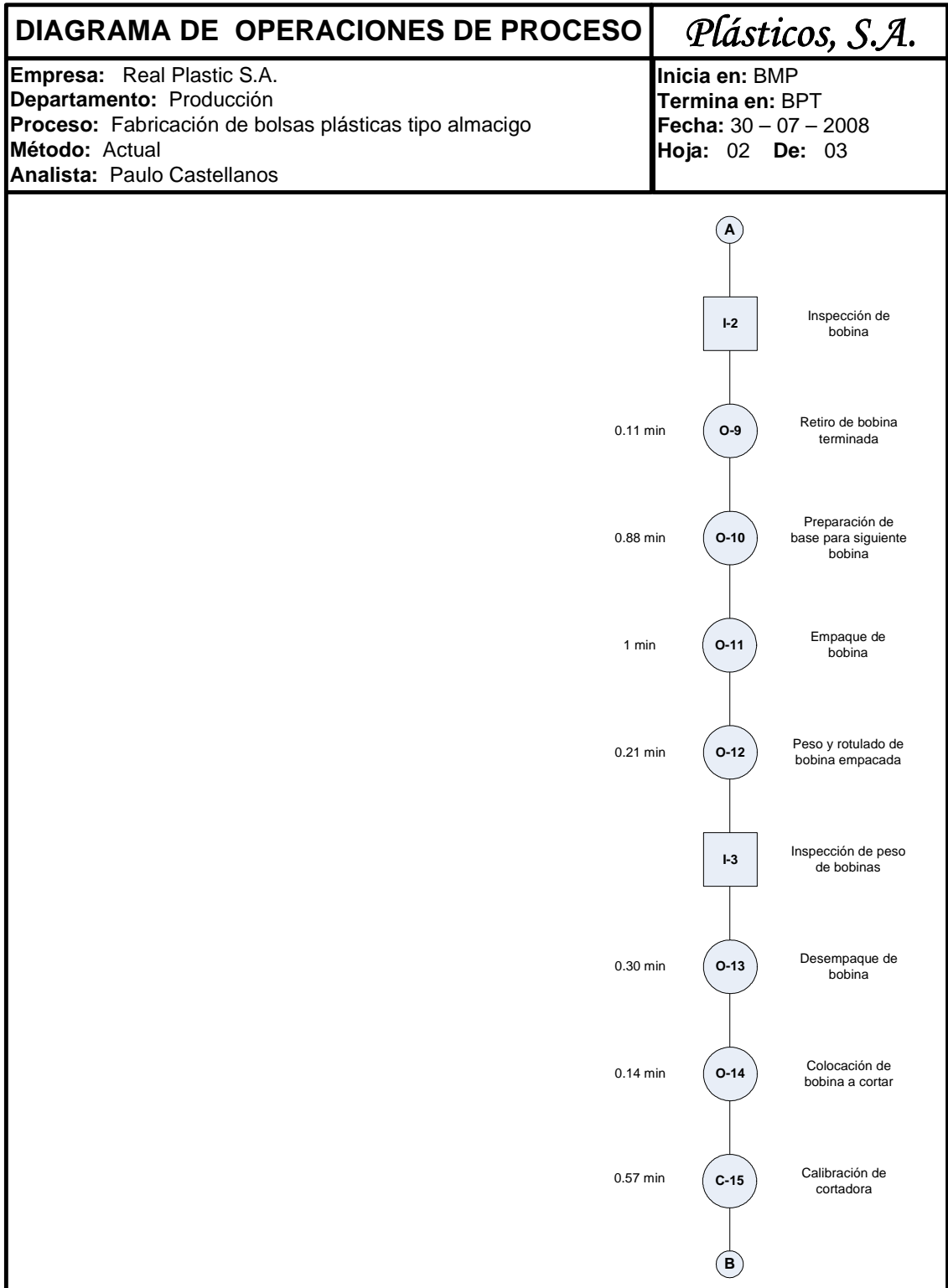


**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO***Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo almacigo  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 01 **De:** 03





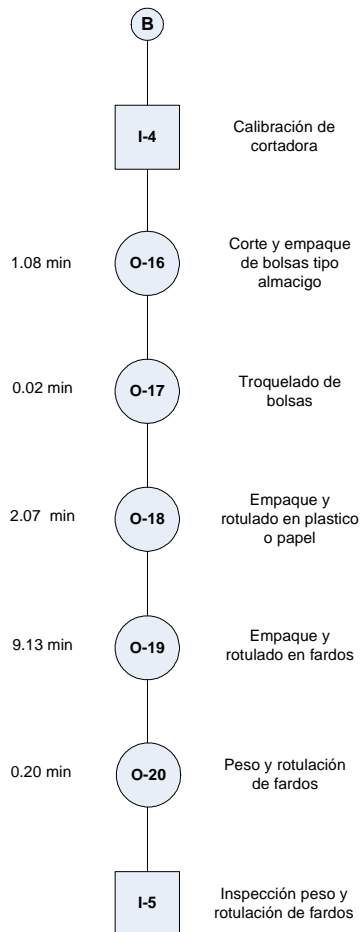


# DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo almacigo  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 - 07 - 2008  
**Hoja:** 03 **De:** 03



RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Número	Tiempo (min)
Operación	○	20	106.30
Inspección	□	5	-----
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>	<b>106.30</b>

### **3.1.4.2 Diagramas de flujo del proceso**

Es una representación gráfica de la cronología de un proceso que muestra todas las operaciones, inspecciones, traslados, demoras y almacenamientos incluyendo información útil para el análisis, tal como el tiempo necesario para llevar a cabo las actividades y las distancias recorridas. Este diagrama constituye una herramienta importante para la minimización de costos y tiempos improductivos, ya que muestra los costos ocultos como lo son las distancias, demoras y almacenamientos.

Al momento de realizar el análisis del proceso por medio de este diagrama, se debe de dar énfasis especial a:

- Los costos ocultos.
- El manejo de materiales.
- El tiempo de retrasos.
- El tiempo de almacenamiento.

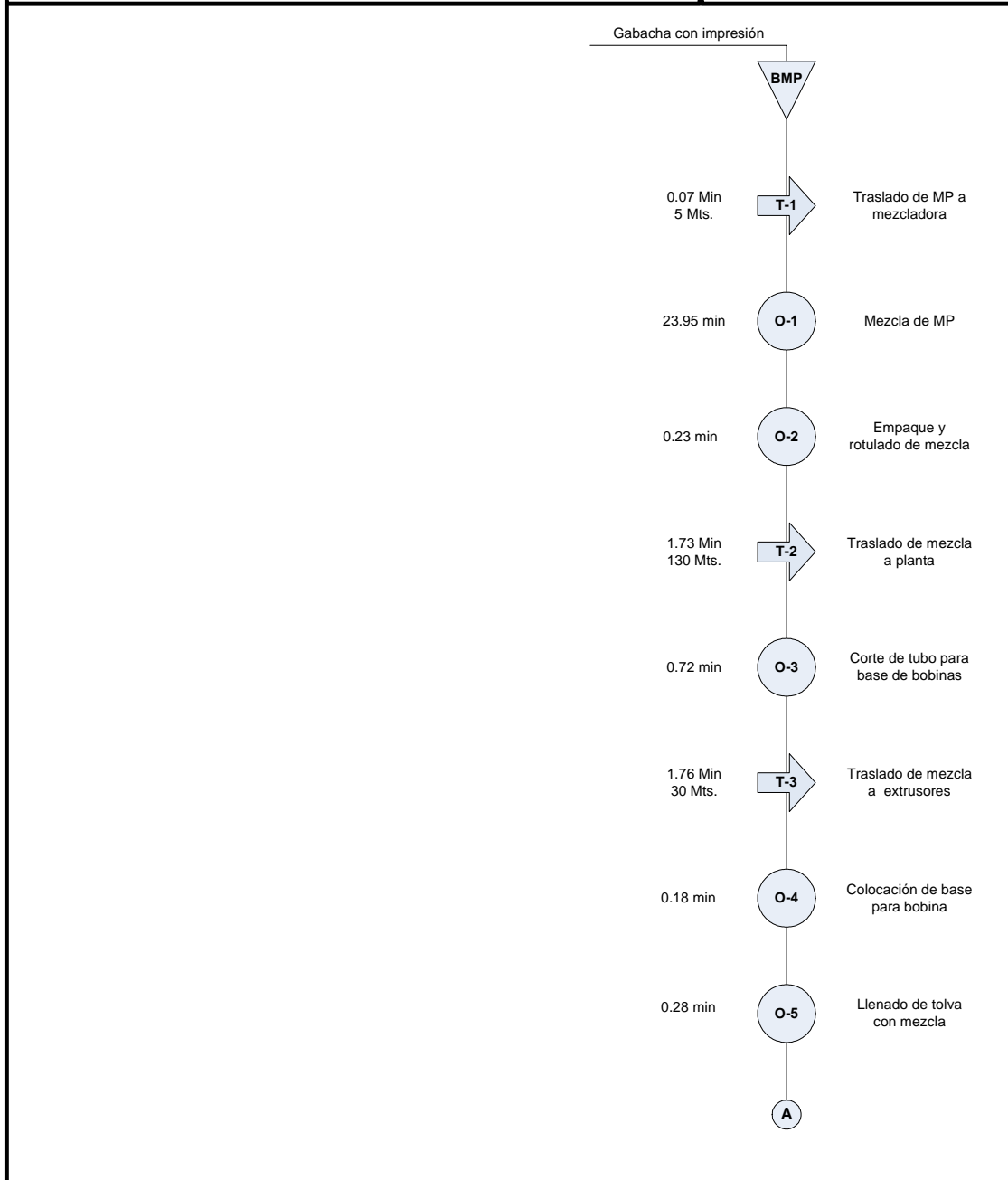
Si ya se ha realizado previamente el diagrama de operaciones de procesos el analista debe enfatizar principalmente su atención en las distancias recorridas y los retrasos en los procesos, sino es así deberá aplicar los enfoques de la Ingeniería de Métodos a cada una de las actividades. Al igual que con los diagramas de recorrido, se presenta a continuación los diagramas de los tres productos líderes de la empresa.

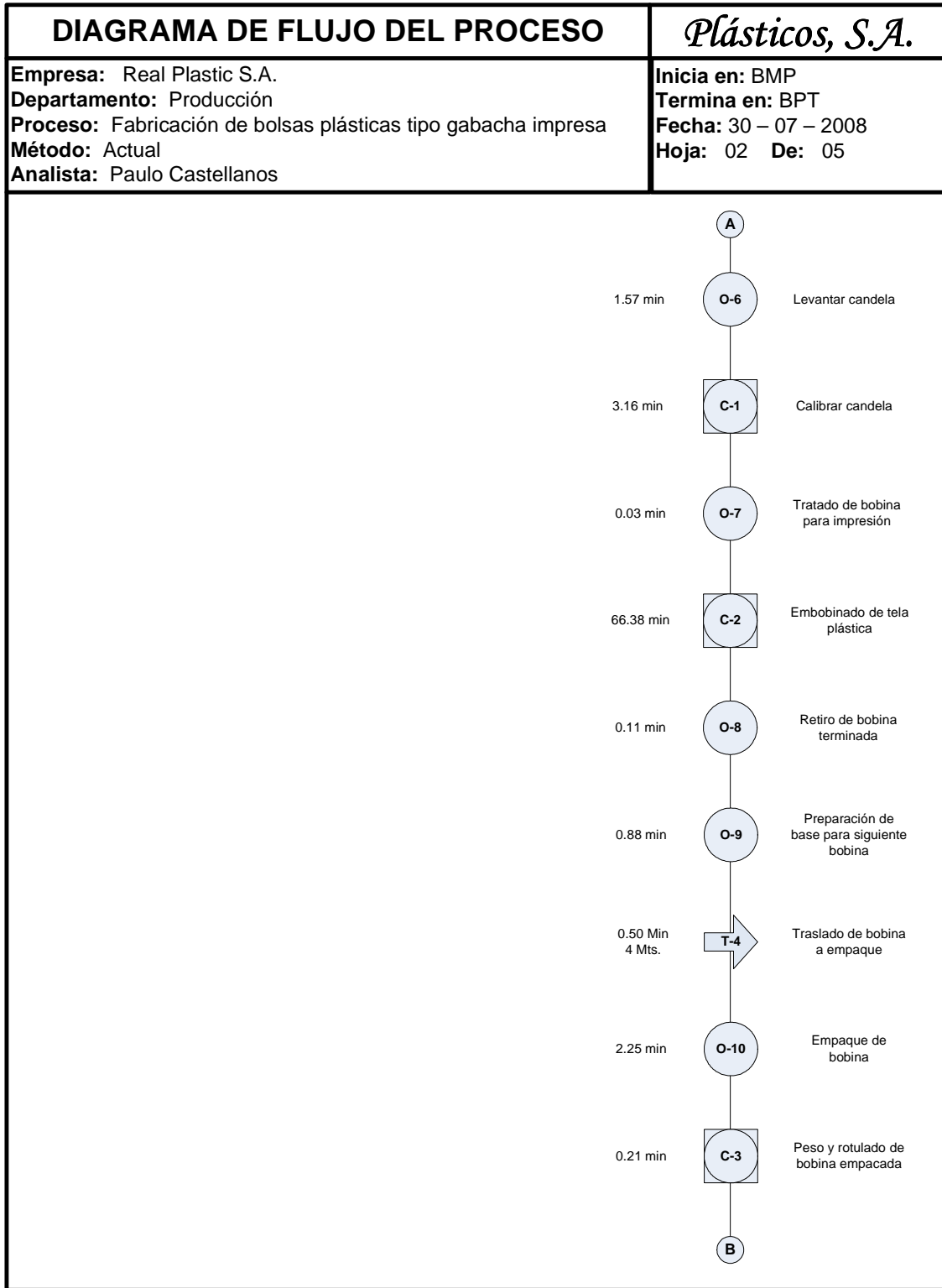
# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

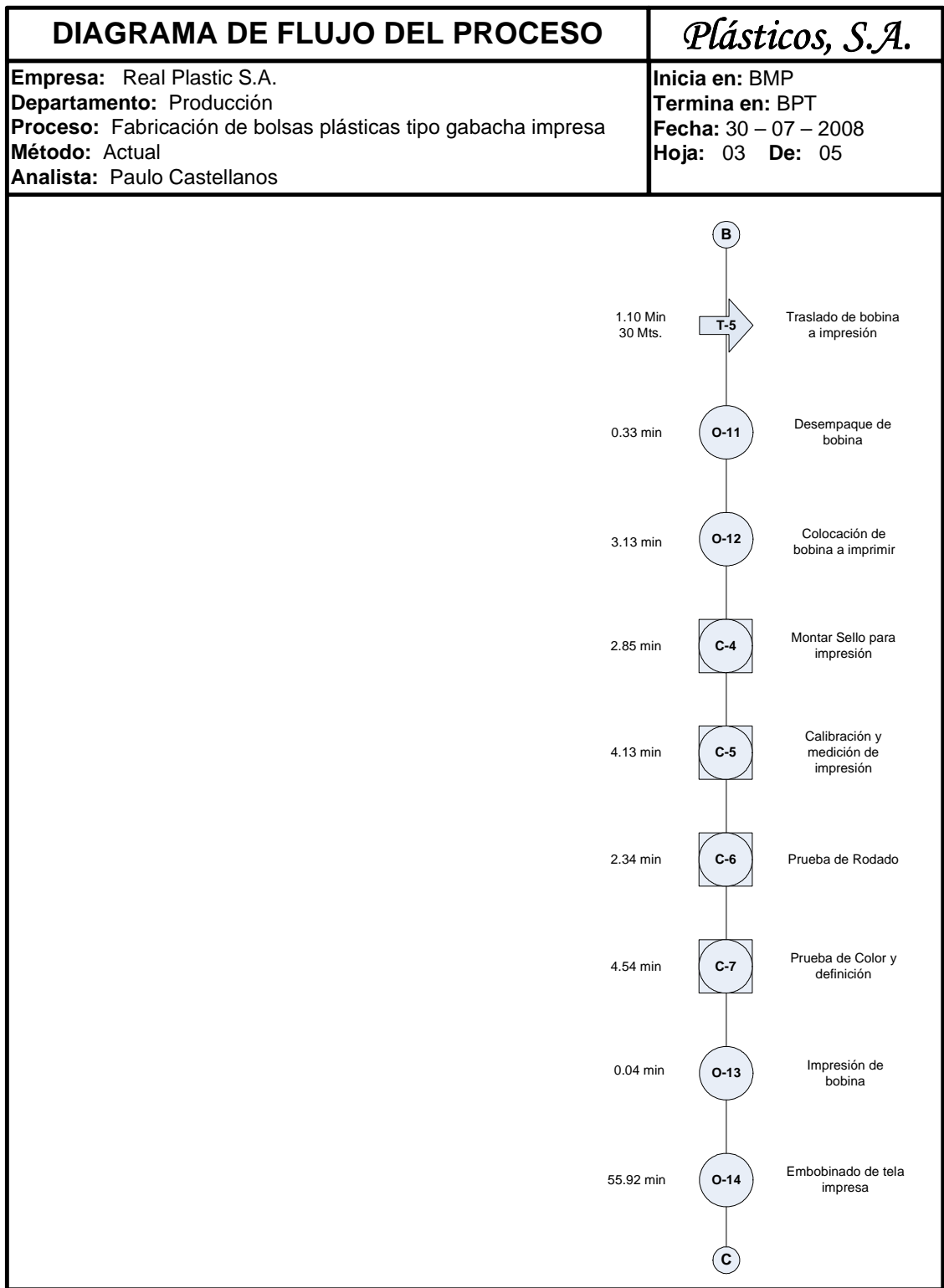
*Plásticos, S.A.*

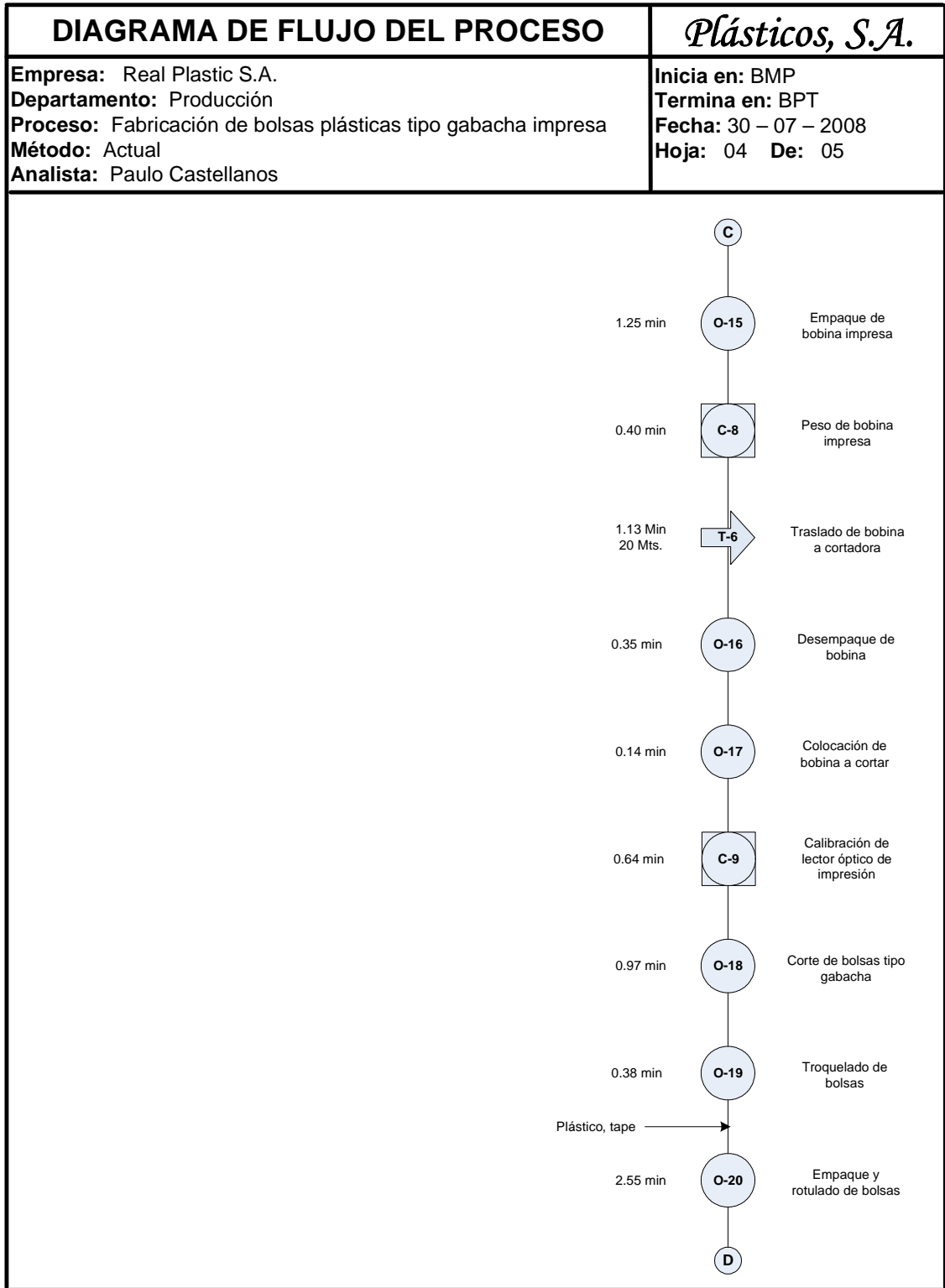
**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo gabacha impresa  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

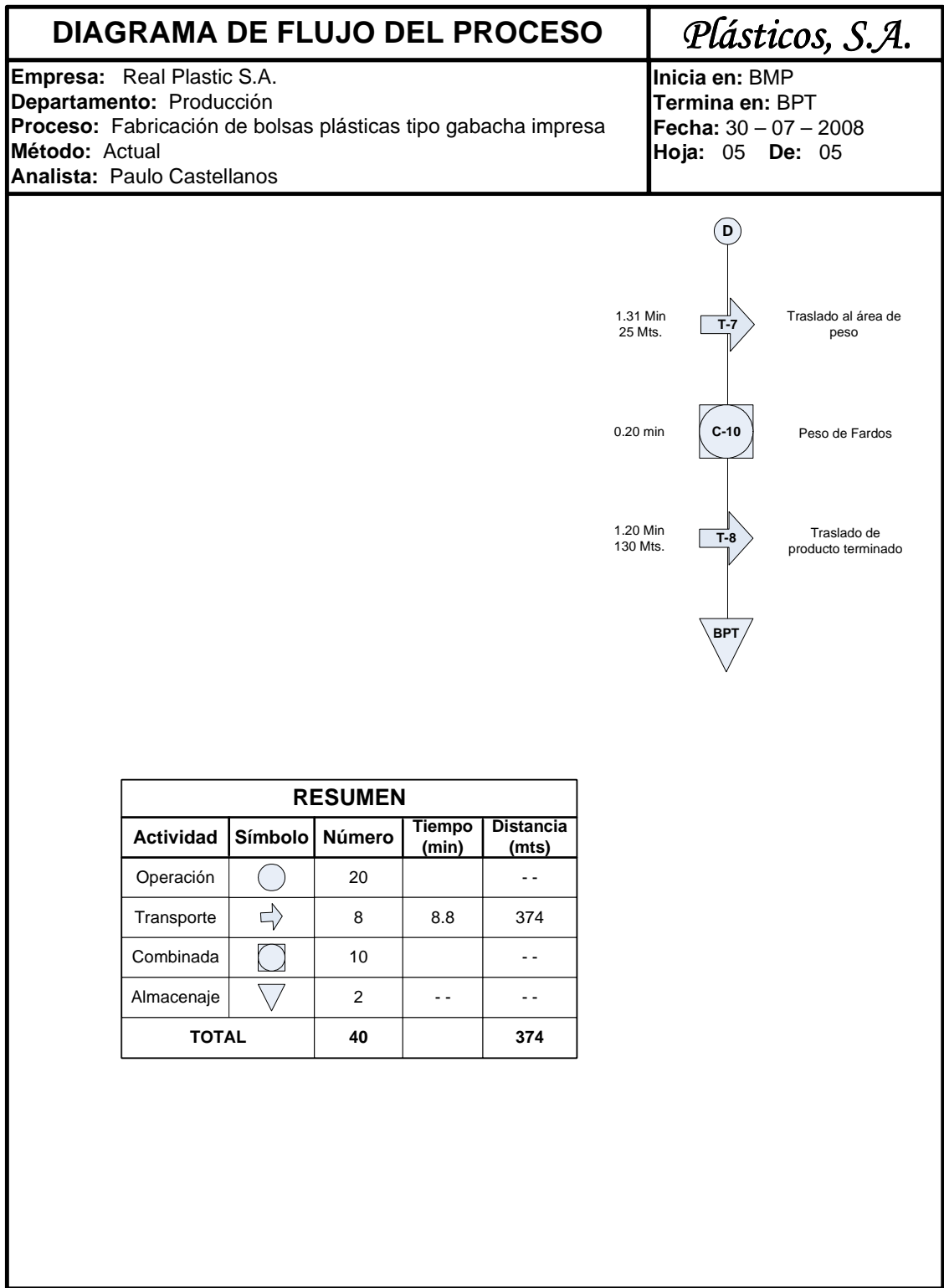
**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 - 07 - 2008  
**Hoja:** 01 **De:** 05

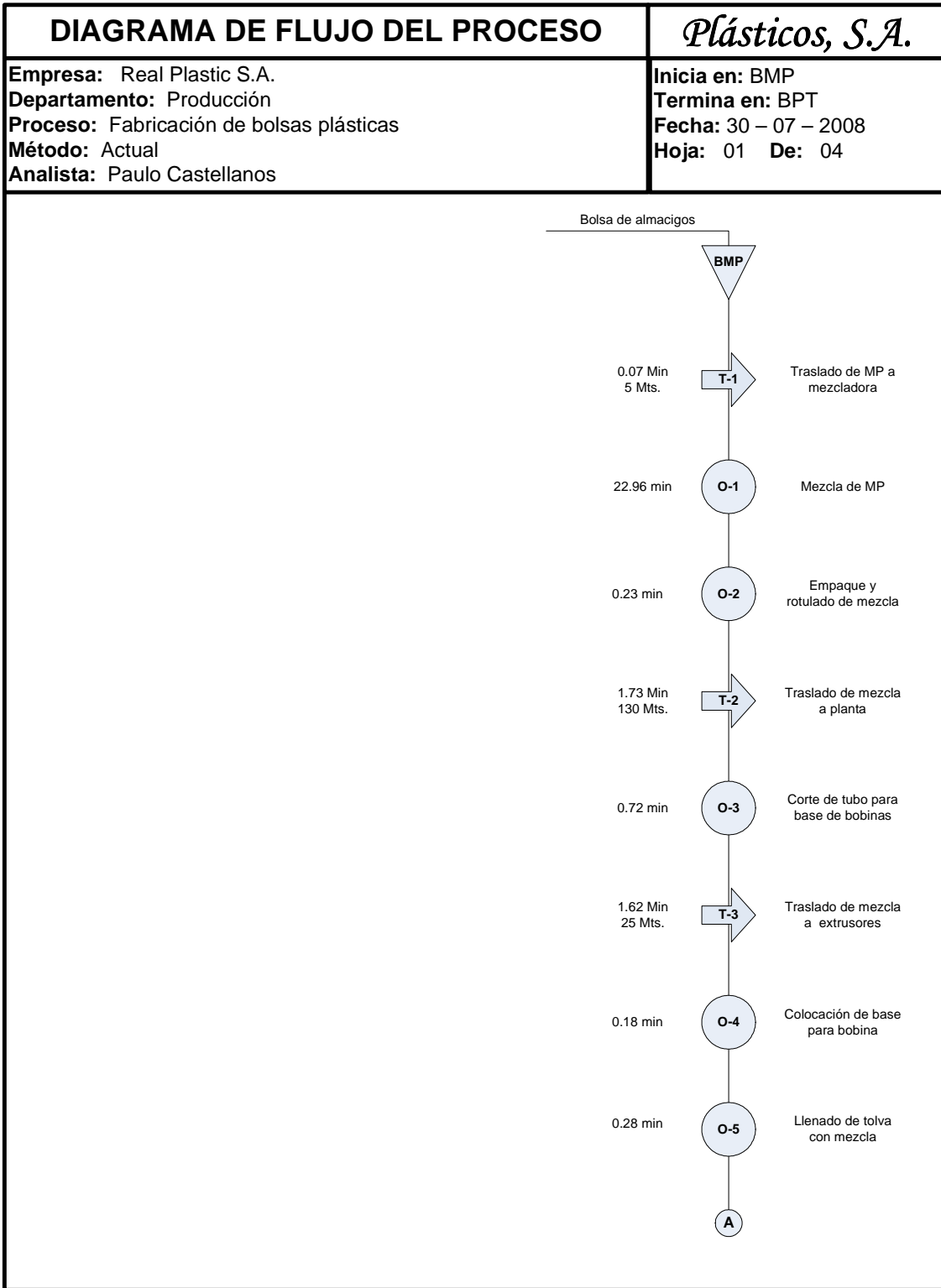




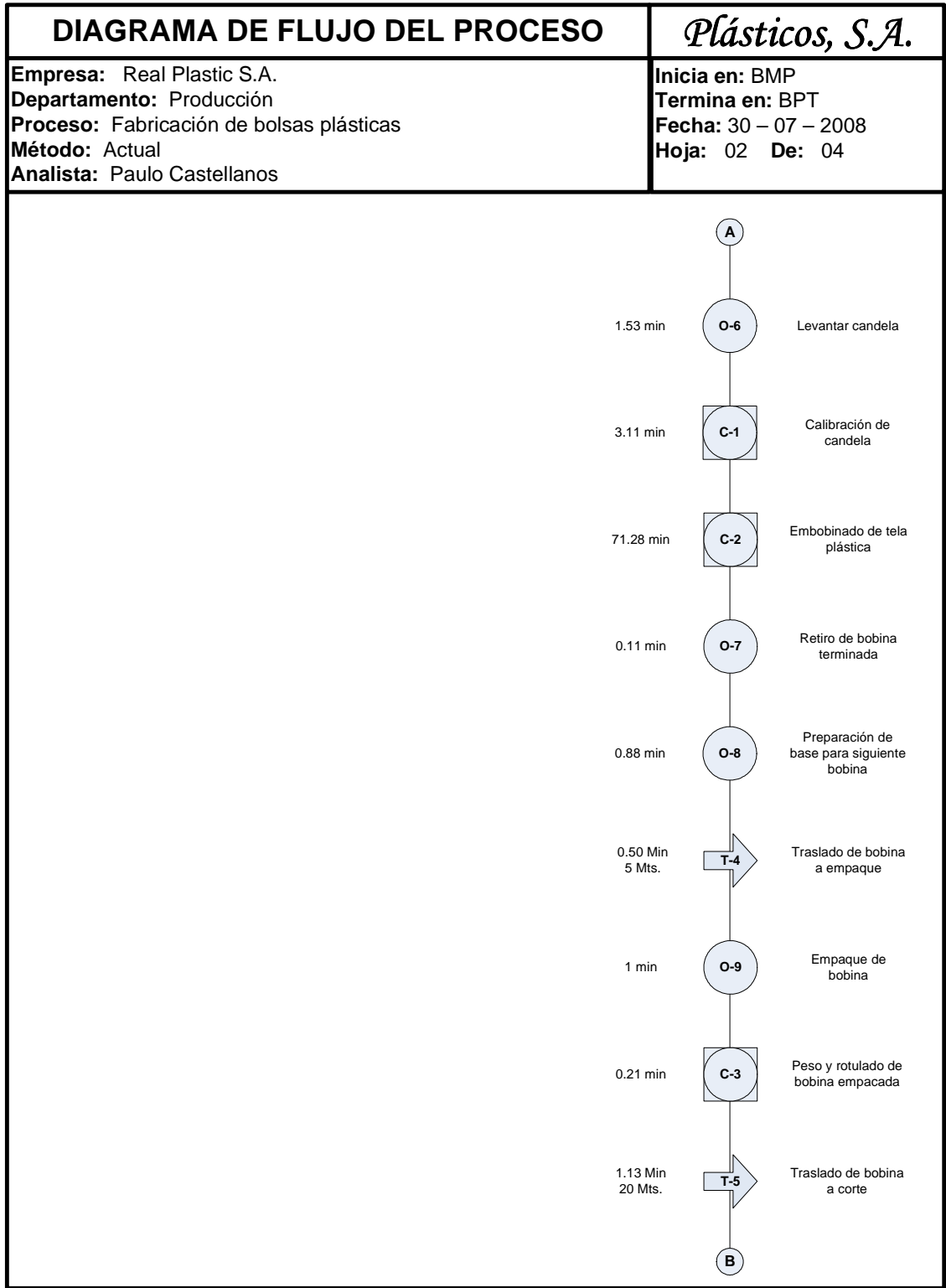


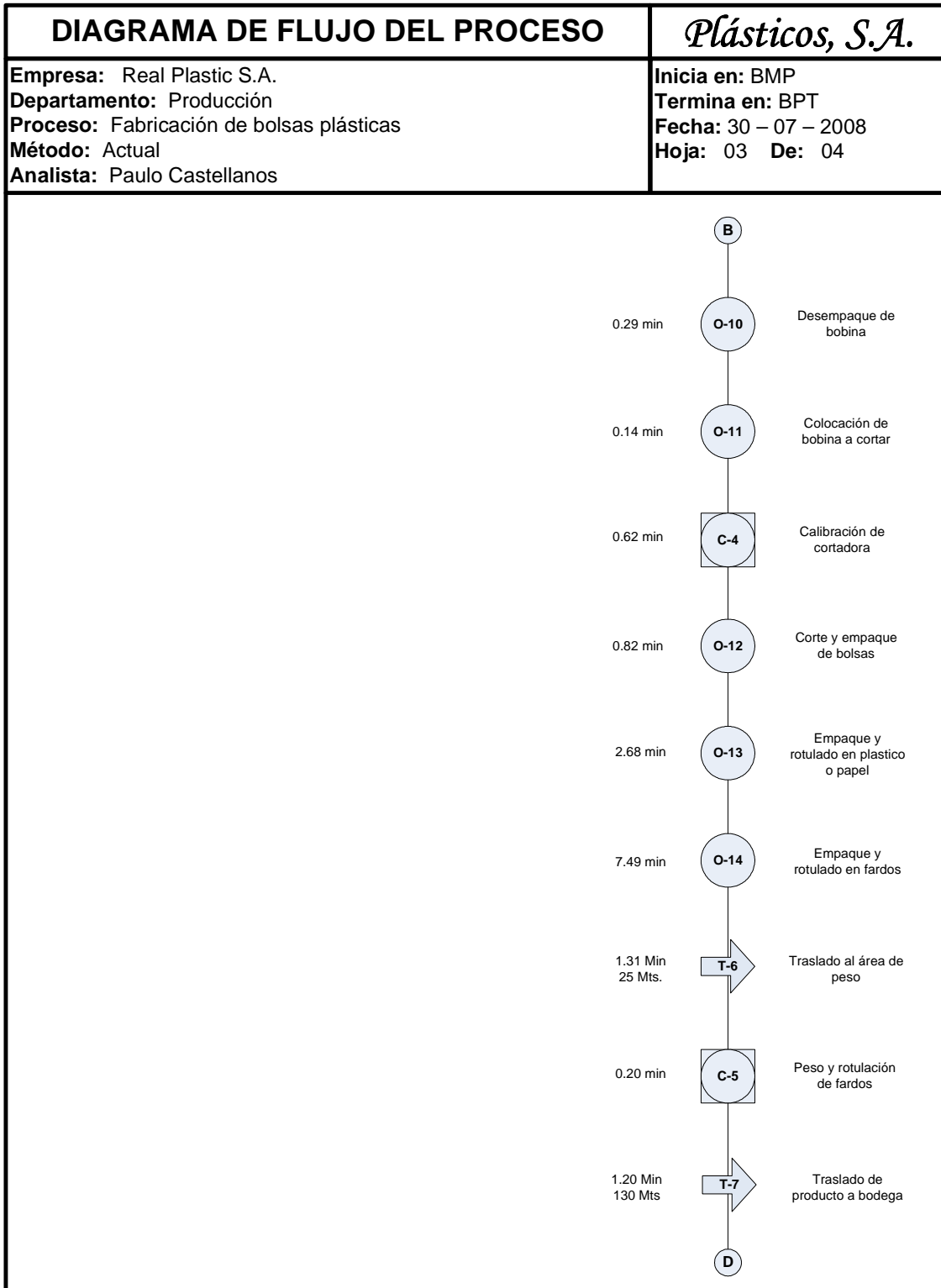












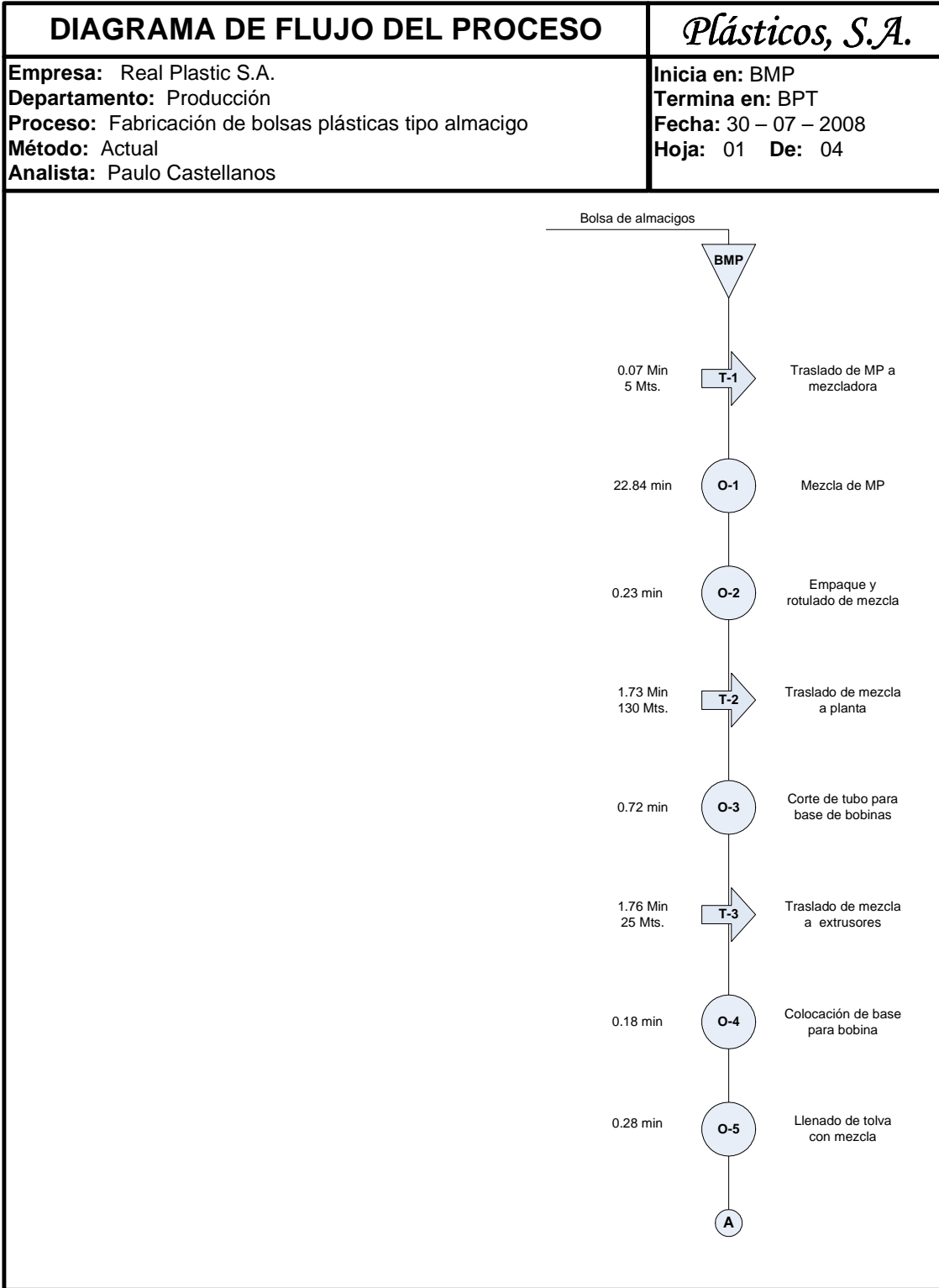
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO***Plásticos, S.A.*

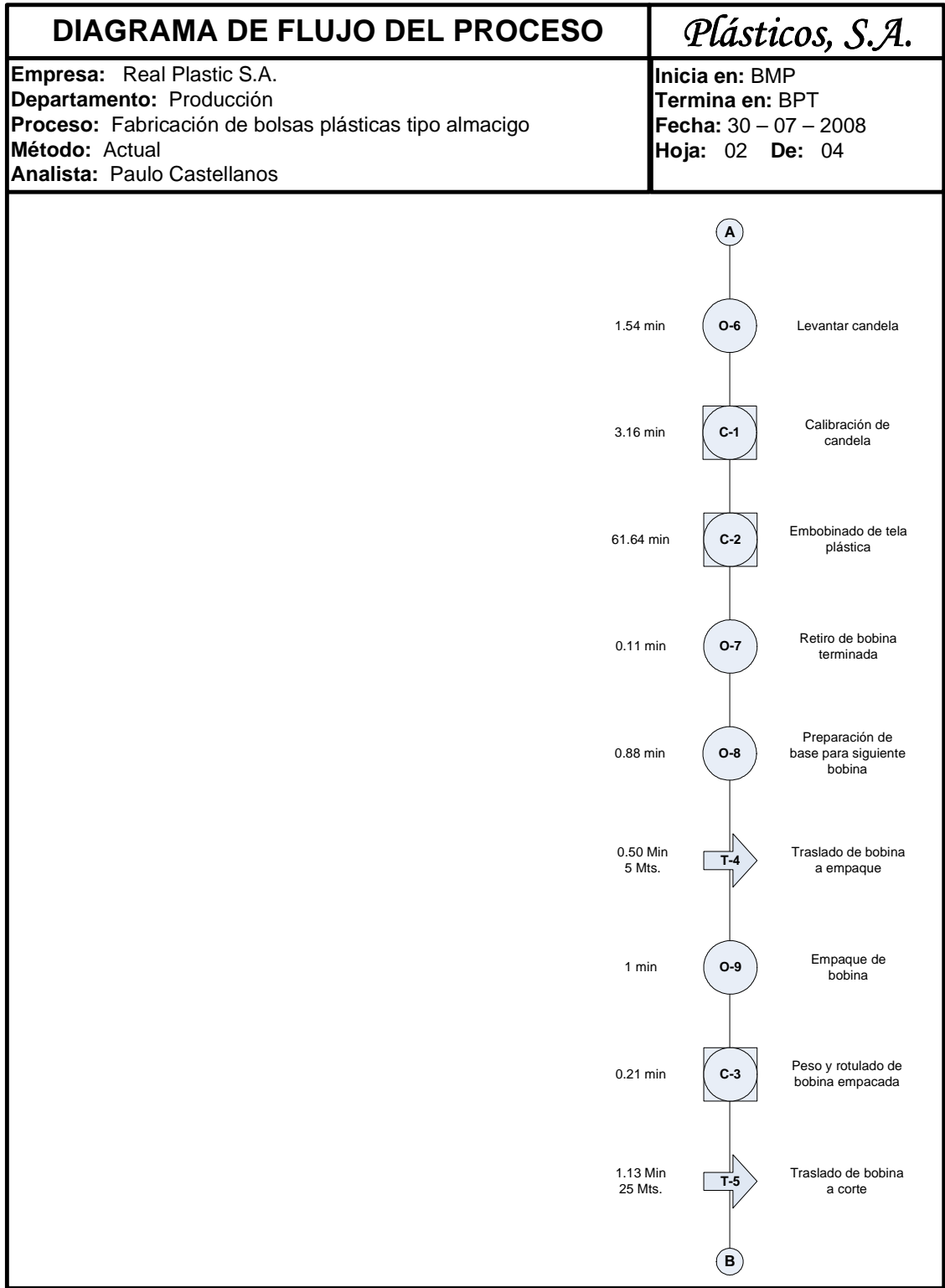
**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

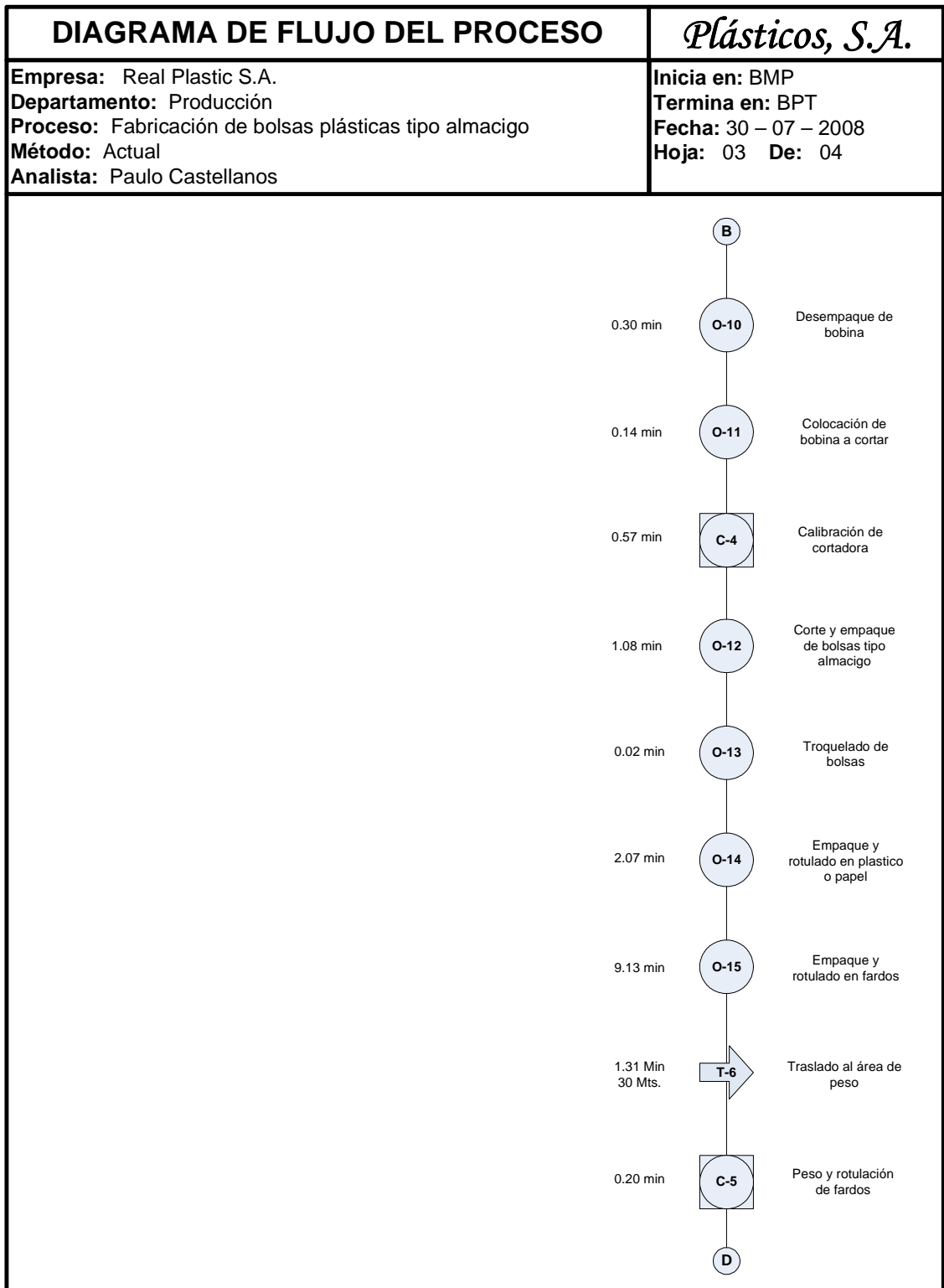
**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 03 **De:** 04

**RESUMEN**

Actividad	Símbolo	Número	Tiempo (min)	Distancia (mts)
Operación	○	14	39.31	--
Transporte	⇒	7	7.56	340
Combinada	◻	5	75.42	--
Almacenaje	▽	2	--	--
<b>TOTAL</b>		<b>28</b>	<b>122.29</b>	<b>340</b>



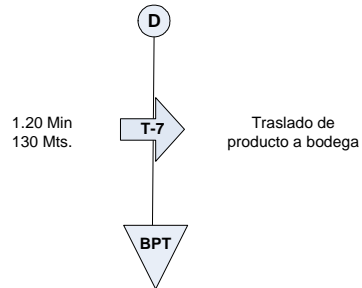




**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO***Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo almacigo  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 03 **De:** 04

**RESUMEN**

Actividad	Símbolo	Número	Tiempo (min)	Distancia (mts)
Operación	○	15	40.52	--
Transporte	➡	7	7.70	350
Combinada	◻	5	65.78	--
Almacenaje	▽	2	--	--
<b>TOTAL</b>		<b>29</b>	<b>114.00</b>	<b>350</b>

### **3.1.4.3 Diagramas de recorrido**

El diagrama de Recorrido de Proceso representa un plano físico con el flujo del proceso, el diagrama de flujo de proceso, proporciona la mayor parte de esta información, pero no permite la visualización de la ubicación de las distintas estaciones de trabajo que permitan al analista verificar la disponibilidad de espacio para reducir las distancias y distribuir adecuadamente la planta, como tampoco permite la consideración de las posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente.

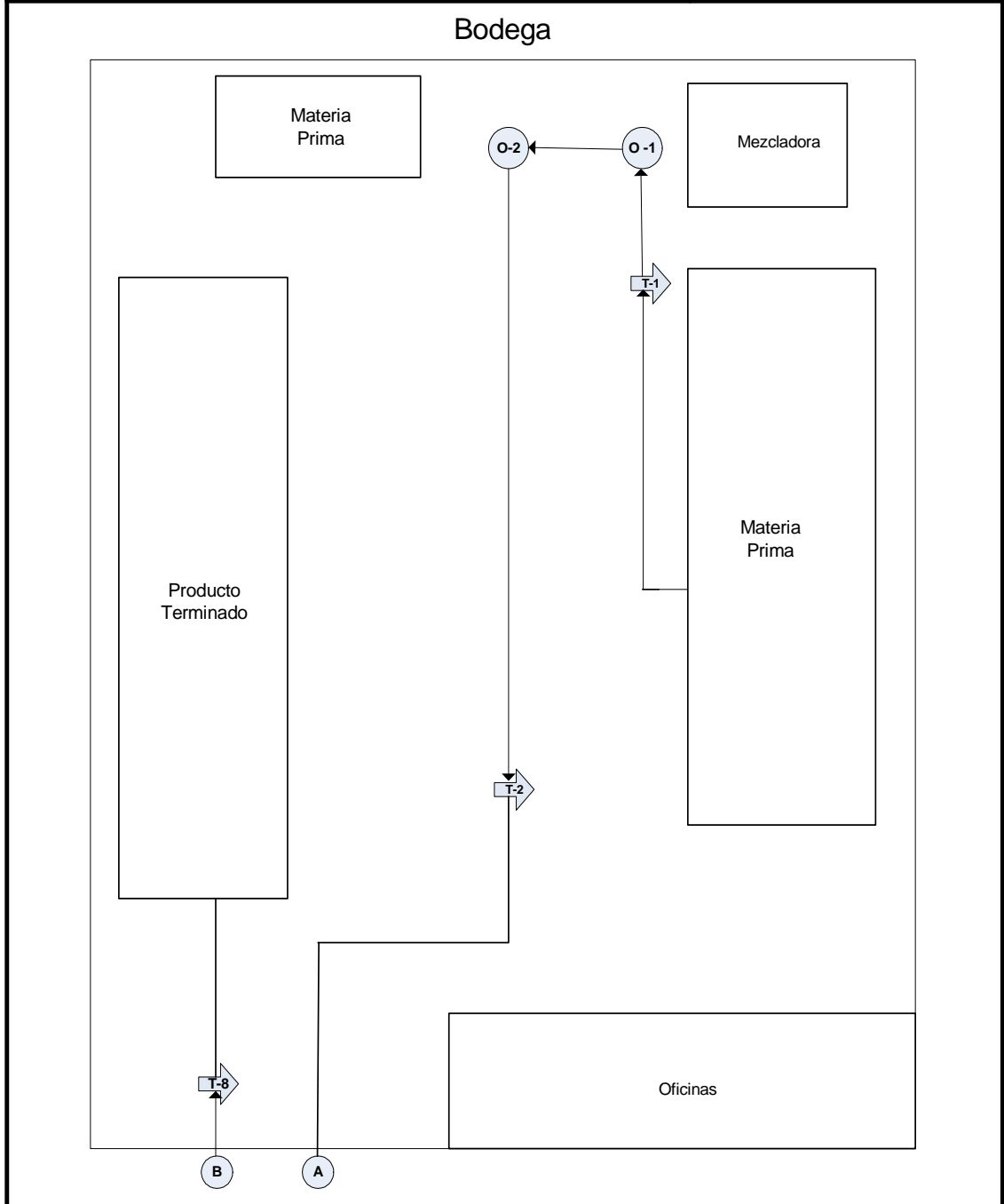
Por lo anterior se hace necesaria la representación gráfica de la planta que muestra la ubicación de todas las actividades que se llevan a cabo durante un proceso, permitiendo de esta forma mejorar la disposición del área de trabajo, así como la ubicación del equipo en un lugar adecuado.

Para la elaboración del diagrama cada una de las actividades se deben identificar con la numeración correspondiente a cada una de las actividades en el diagrama de flujo de proceso, indicando la secuencia lógica con pequeñas flechas sobre las líneas. Este diagrama muestra al analista las áreas congestionadas en el proceso, facilitando de esta manera el desarrollo de la planta ideal. A continuación se presentan los diagramas de recorrido de cada uno de los procesos para los productos presentados en los diagramas de Flujo del Proceso.

El proceso se lleva a cabo en dos naves industriales por lo que una parte se encuentra en la nave utilizada a la vez como bodega de materia prima y producto terminado y la otra nave donde se encuentra la maquinaria con la que se realiza la mayoría del proceso.



<b>DIAGRAMA DE RECORRIDO</b>	<i>Plásticos, S.A.</i>
<b>Empresa:</b> Real Plastic S.A. <b>Departamento:</b> Producción <b>Proceso:</b> Fabricación de bolsas plásticas tipo gabacha impresa <b>Método:</b> Actual <b>Analista:</b> Paulo Castellanos	<b>Inicia en:</b> BMP <b>Termina en:</b> BPT <b>Fecha:</b> 30 - 07 - 2008 <b>Hoja:</b> 01 <b>De:</b> 02



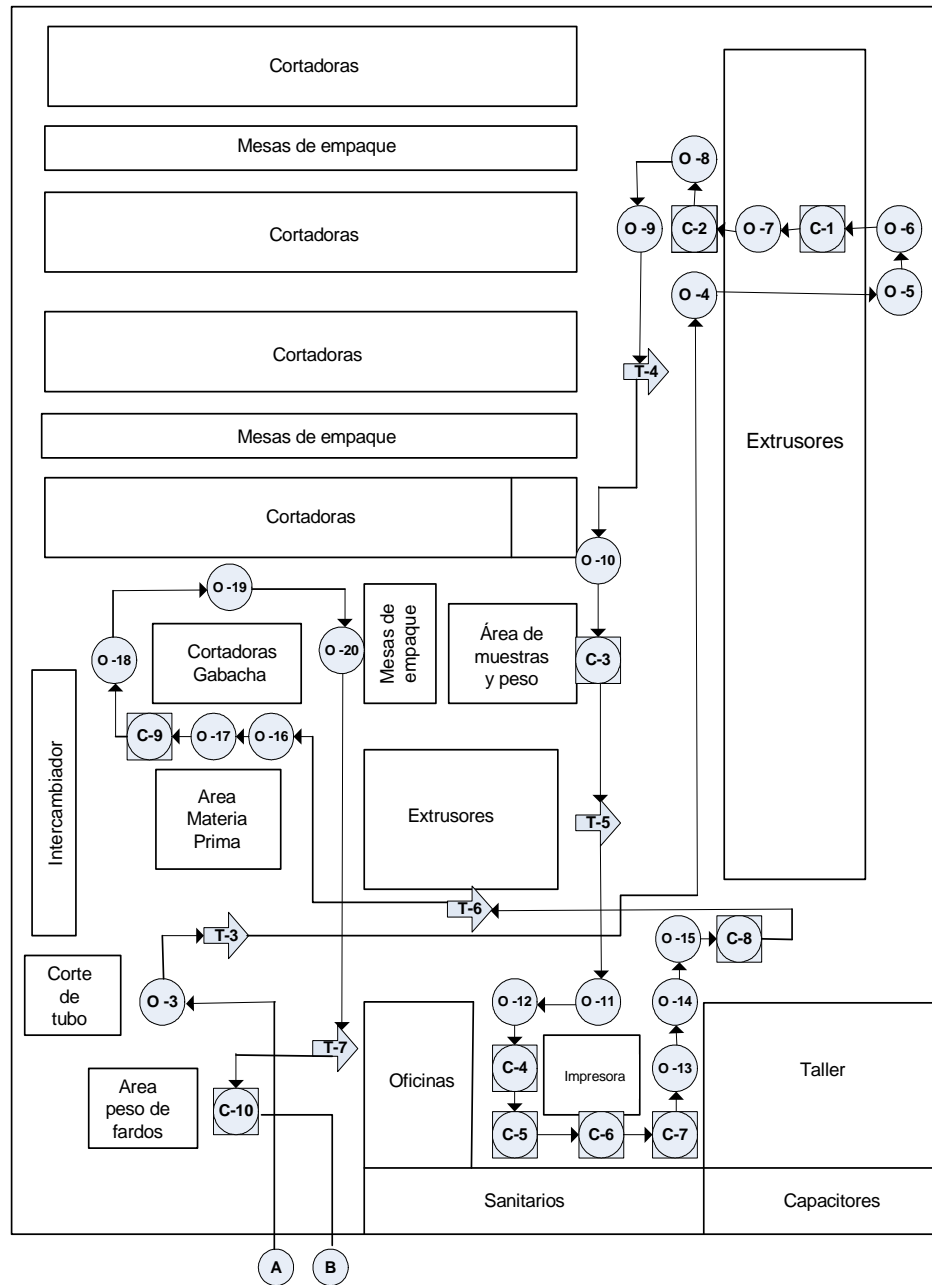
# DIAGRAMA DE RECORRIDO

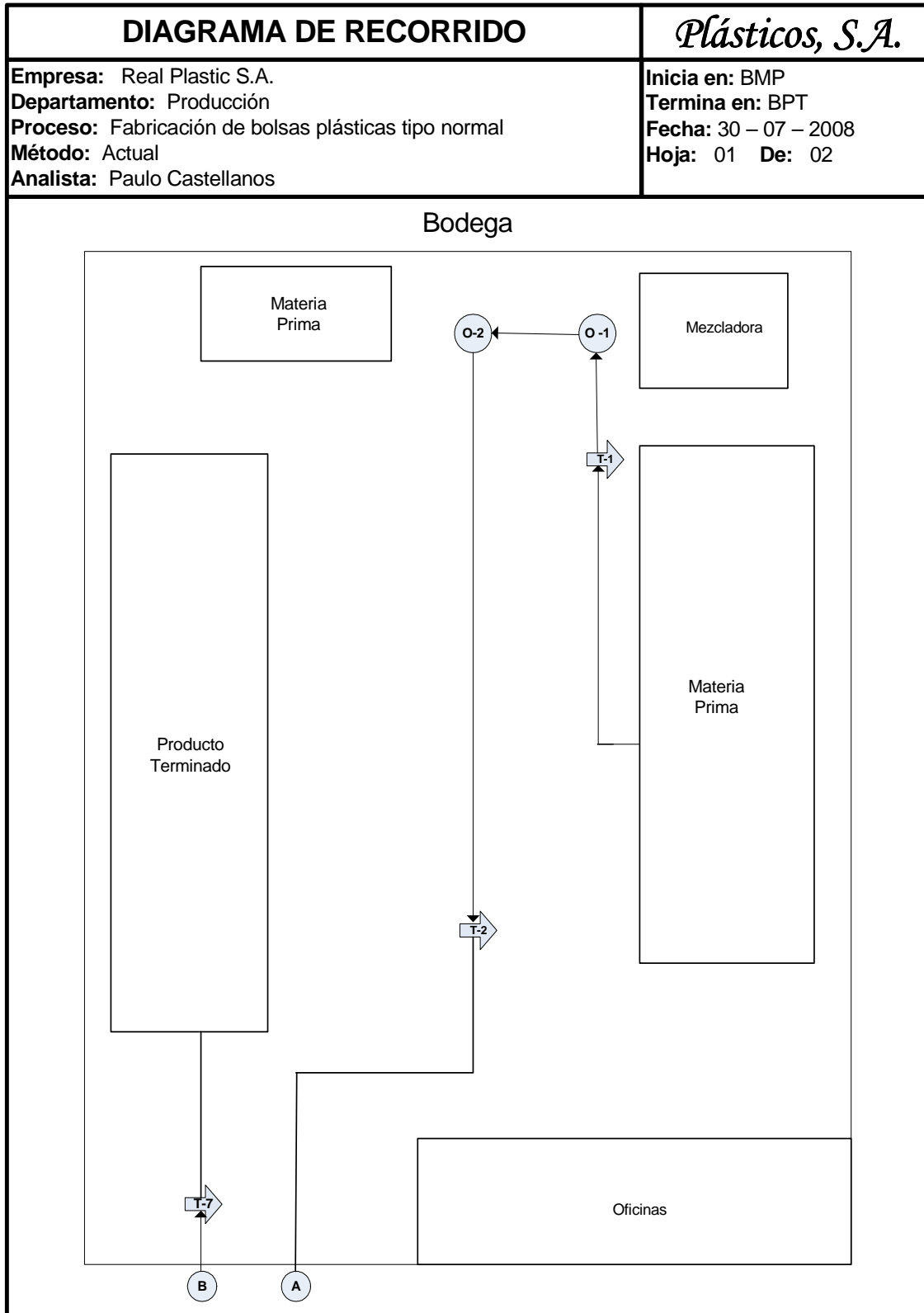
*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo gabacha impresa  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

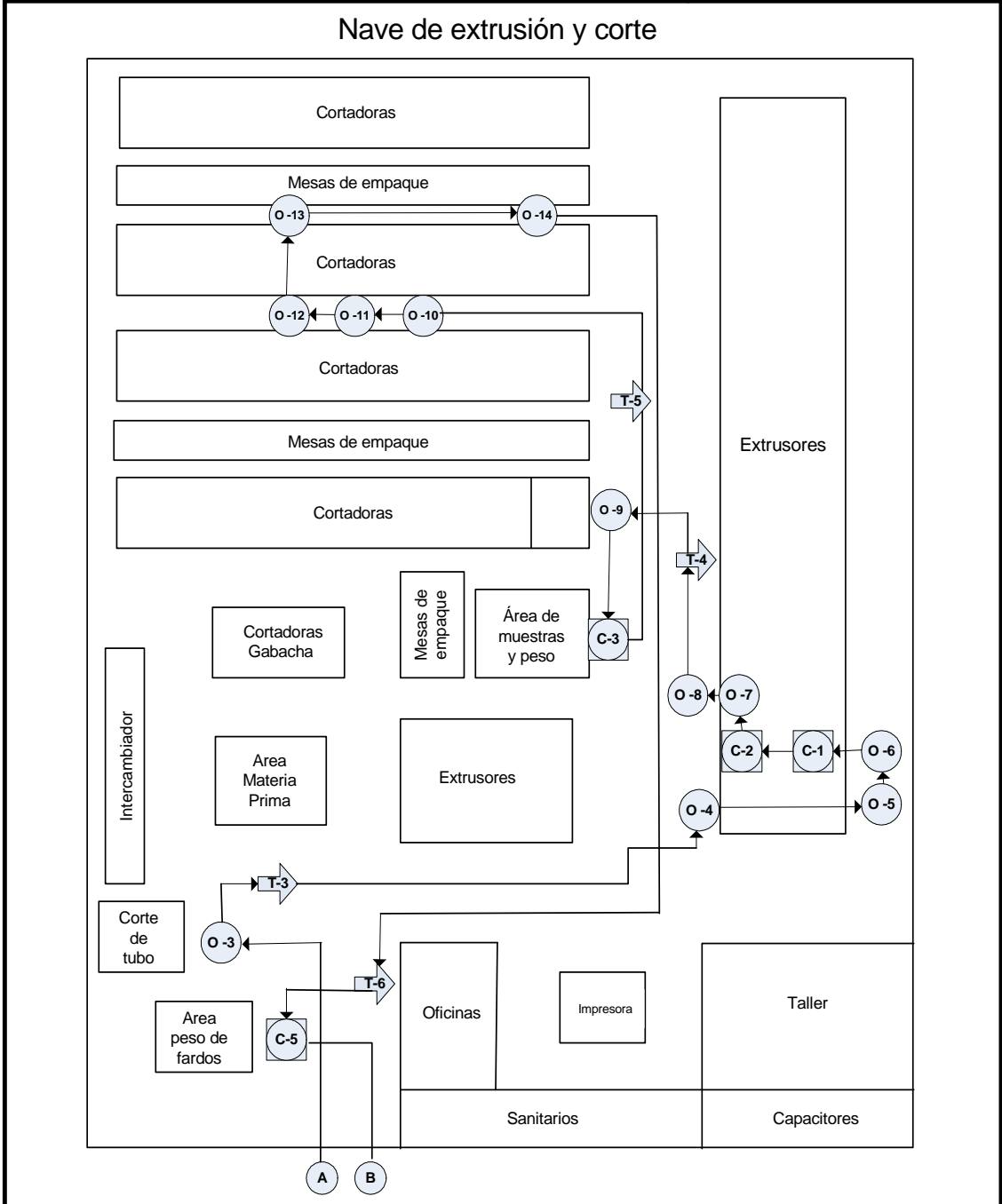
**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 02 **De:** 02

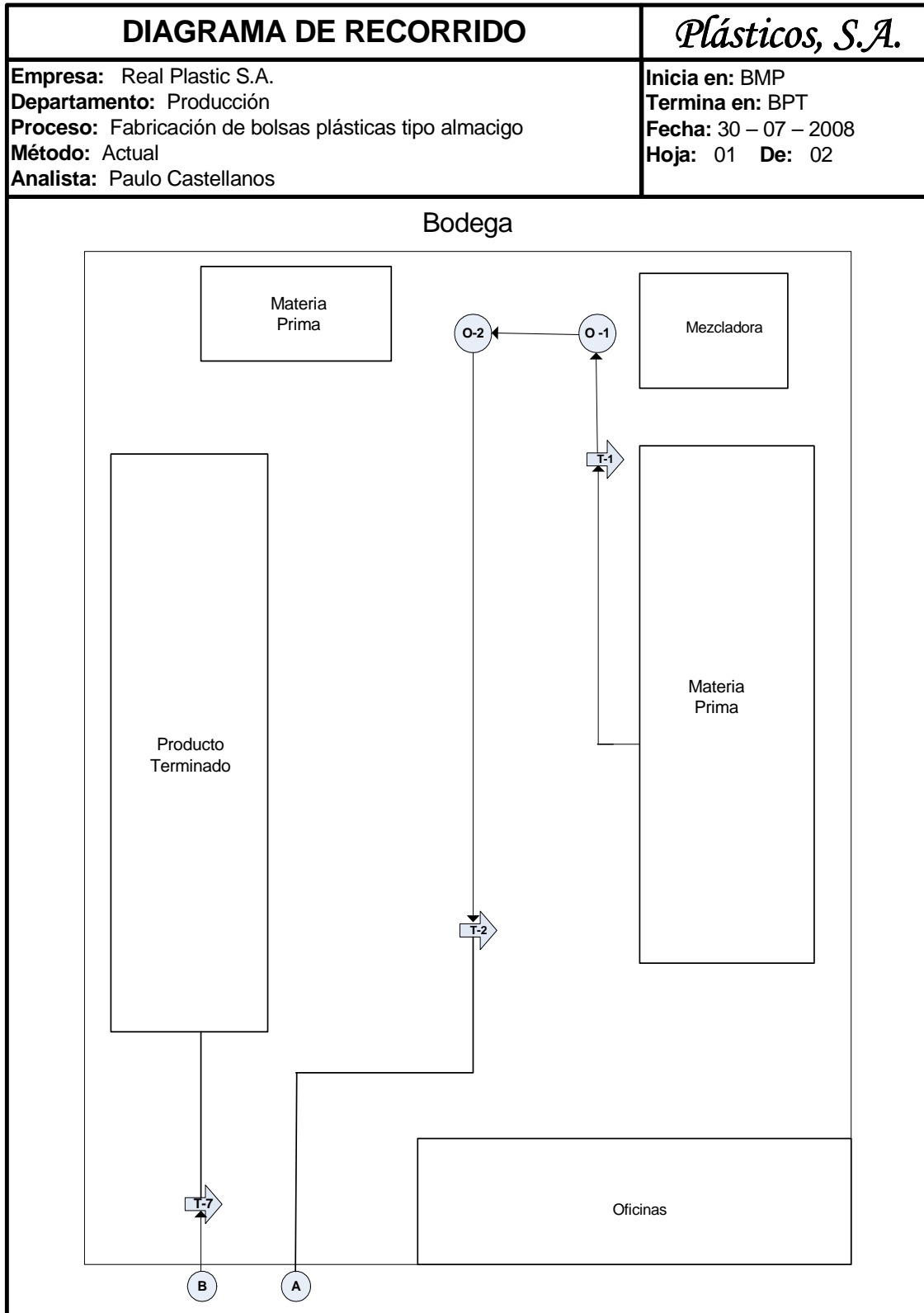
## Nave de extrusión y corte





<b>DIAGRAMA DE RECORRIDO</b>	<i>Plásticos, S.A.</i>
<b>Empresa:</b> Real Plastic S.A. <b>Departamento:</b> Producción <b>Proceso:</b> Fabricación de bolsas plásticas tipo normal <b>Método:</b> Actual <b>Analista:</b> Paulo Castellanos	<b>Inicia en:</b> BMP <b>Termina en:</b> BPT <b>Fecha:</b> 30 – 07 – 2008 <b>Hoja:</b> 02 <b>De:</b> 02





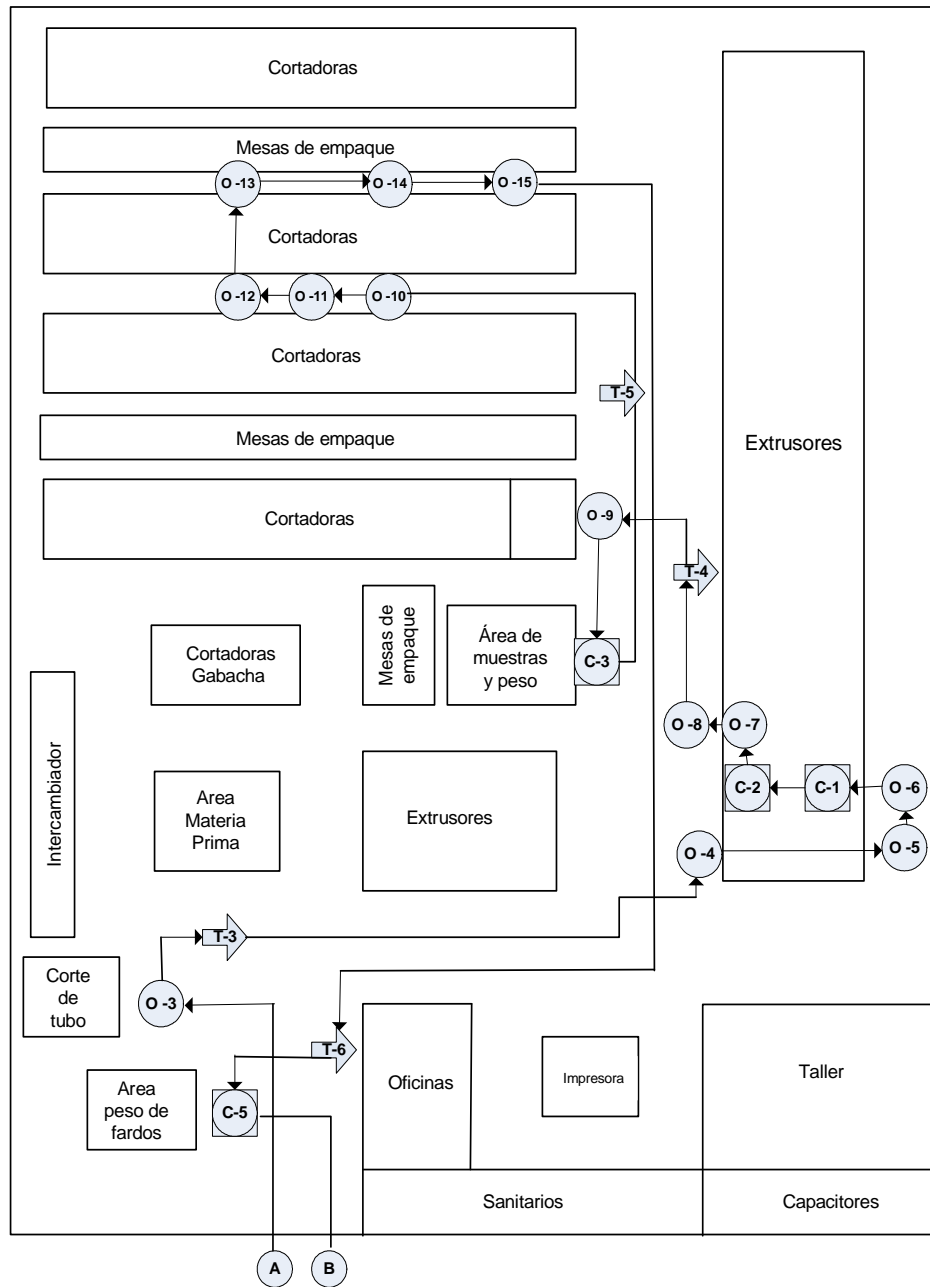
# DIAGRAMA DE RECORRIDO

*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Proceso:** Fabricación de bolsas plásticas tipo almacigo  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos

**Inicia en:** BMP  
**Termina en:** BPT  
**Fecha:** 30 – 07 – 2008  
**Hoja:** 02 **De:** 02

## Nave de extrusión y corte



### **3.1.5 Diagramas Hombre Máquina**

El diagrama de proceso hombre-máquina se utiliza para el análisis y la mejora de la productividad de una estación de trabajo en la cual existe la interacción del hombre y la máquina. Es la representación gráfica de la secuencia de actividades que conforman las operaciones en las que intervienen hombres y máquinas.

El diagrama terminado muestra en donde ocurren los tiempos ociosos de los operarios y los tiempos muertos de las máquinas, dando así un punto de partida para la introducción de mejoras al proceso. Pero además debe tomarse en cuenta el costo del operario ocioso y el costo de la máquina ociosa para poder hacer una correcta recomendación.

Al elaborar un diagrama hombre-máquina, lo primero que se debe hacer, es determinar que operación se va a diagramar. Una vez seleccionada la operación debe observarse repetidamente para dividirla en sus elementos e identificar en donde inicia y en donde finaliza cada ciclo. Después se debe proceder a medir el tiempo de cada una de las actividades que componen la operación, es necesario registrar el tiempo exacto de cada una de las actividades, los valores deben representar los tiempos estándar. Después de seleccionada la operación y recopilados los tiempos se debe proceder a la construcción del diagrama.

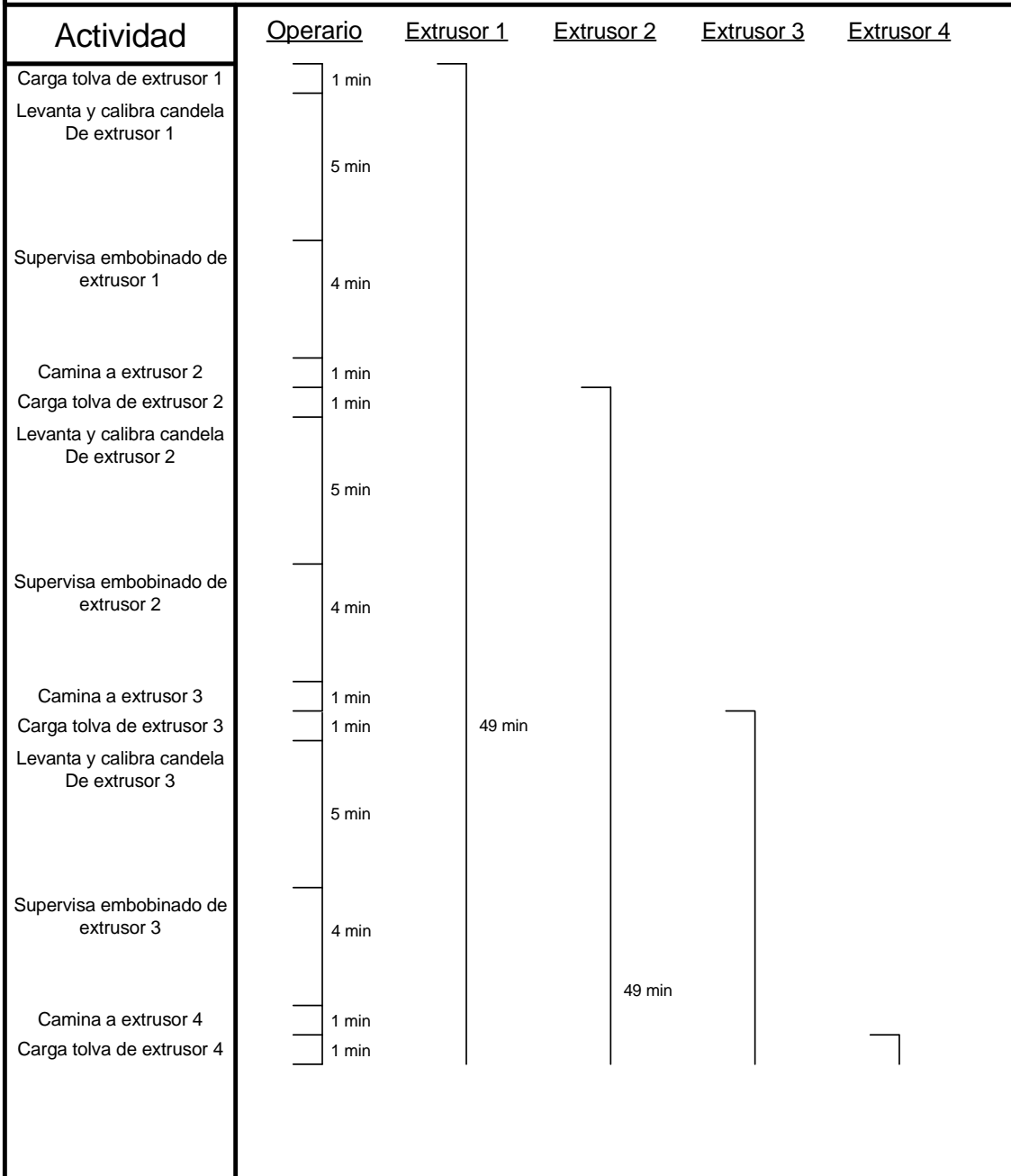
En el proceso de fabricación de bolsas plásticas es de vital importancia analizar las operaciones realizadas por los operarios que trabajan el área de extrusores, debido a que cada uno de ellos tiene bajo su responsabilidad cuatro máquinas, por lo que a continuación se presenta un modelo del trabajo realizado por cada uno de ellos, por medio del diagrama hombre máquina.

# DIAGRAMA PROCESO HOMBRE-MÁQUINA

*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Nombre de Proceso:** Embobinado de tela plástica  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos  
**Tipo de Máquina:** Extrusor

**Fecha:** 30/07/2008  
**Hoja:** 01 **de:** 03  
**Escala:**  $\bar{\text{I}} = 1 \text{ min}$





# DIAGRAMA PROCESO HOMBRE-MÁQUINA

*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.

**Fecha:** 30/07/2008

**Departamento:** Producción

**Hoja:** 02 **de:** 03

**Nombre de Proceso:** Embobinado de tela plástica

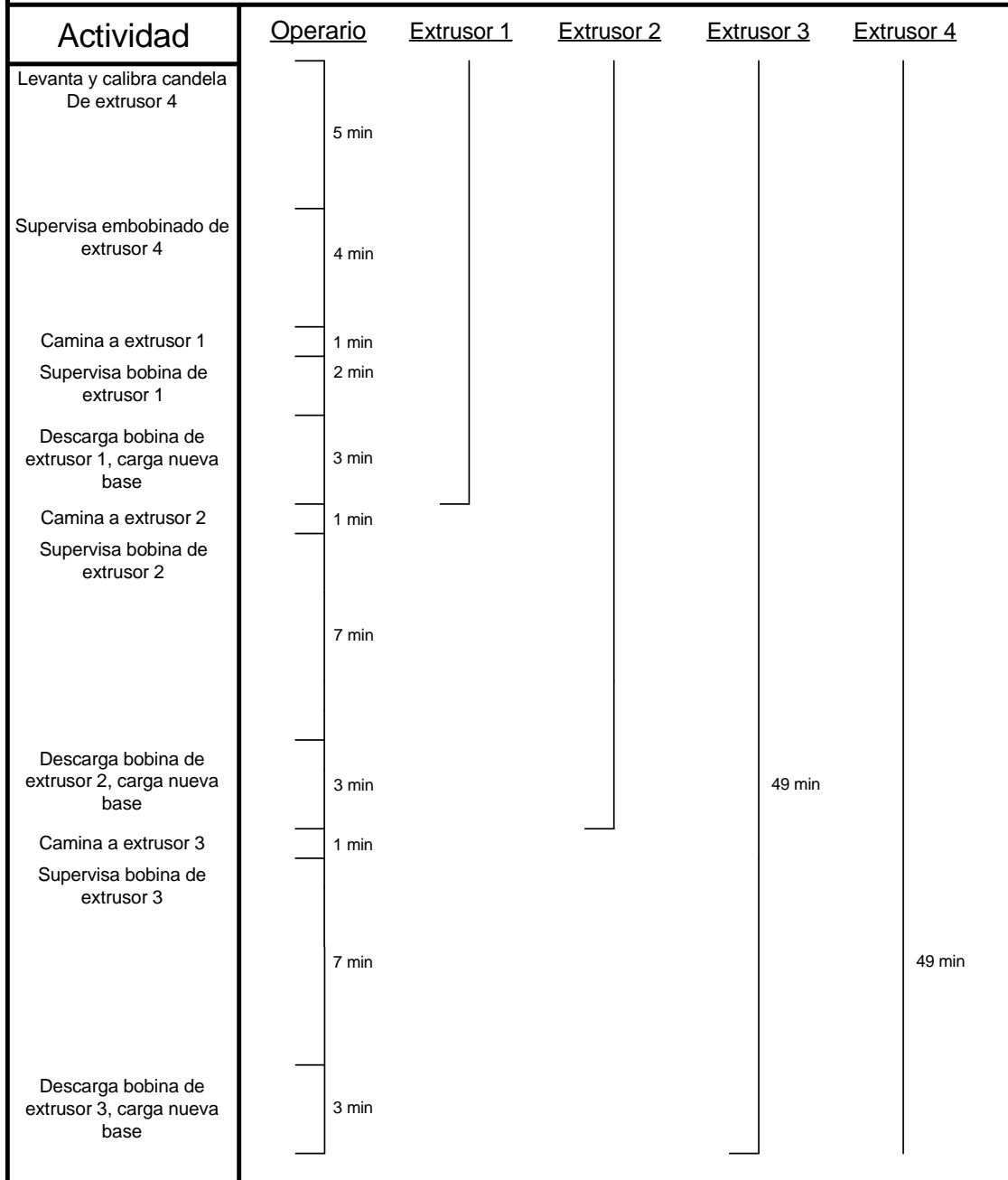
**Escala:**

**Método:** Actual

I = 1 min

**Analista:** Paulo Castellanos

**Tipo de Máquina:** Extrusor



**DIAGRAMA PROCESO HOMBRE-MÁQUINA**

*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Real Plastic S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Nombre de Proceso:** Embobinado de tela plástica  
**Método:** Actual  
**Analista:** Paulo Castellanos  
**Tipo de Máquina:** Extrusor

**Fecha:** 30/07/2008  
**Hoja:** 03 **de:** 03  
**Escala:**  $\text{I} = 1 \text{ min}$

Actividad	Operario	Extrusor 1	Extrusor 2	Extrusor 3	Extrusor 4
Camina a extrusor 4	1 min				
Supervisa bobina de extrusor 4	7 min				
Descarga bobina de extrusor 4, carga nueva base	3 min				
Regresa extrusor 1	1 min				

**RESUMEN:**  
**Tiempo productivo:** 84 min  
**Tiempo de Ocio:** 0 min  
**Tiempo de servicio:** 49 min  
**Tiempo muerto:** 0 min  
**Tiempo de Ciclo:** 83 min

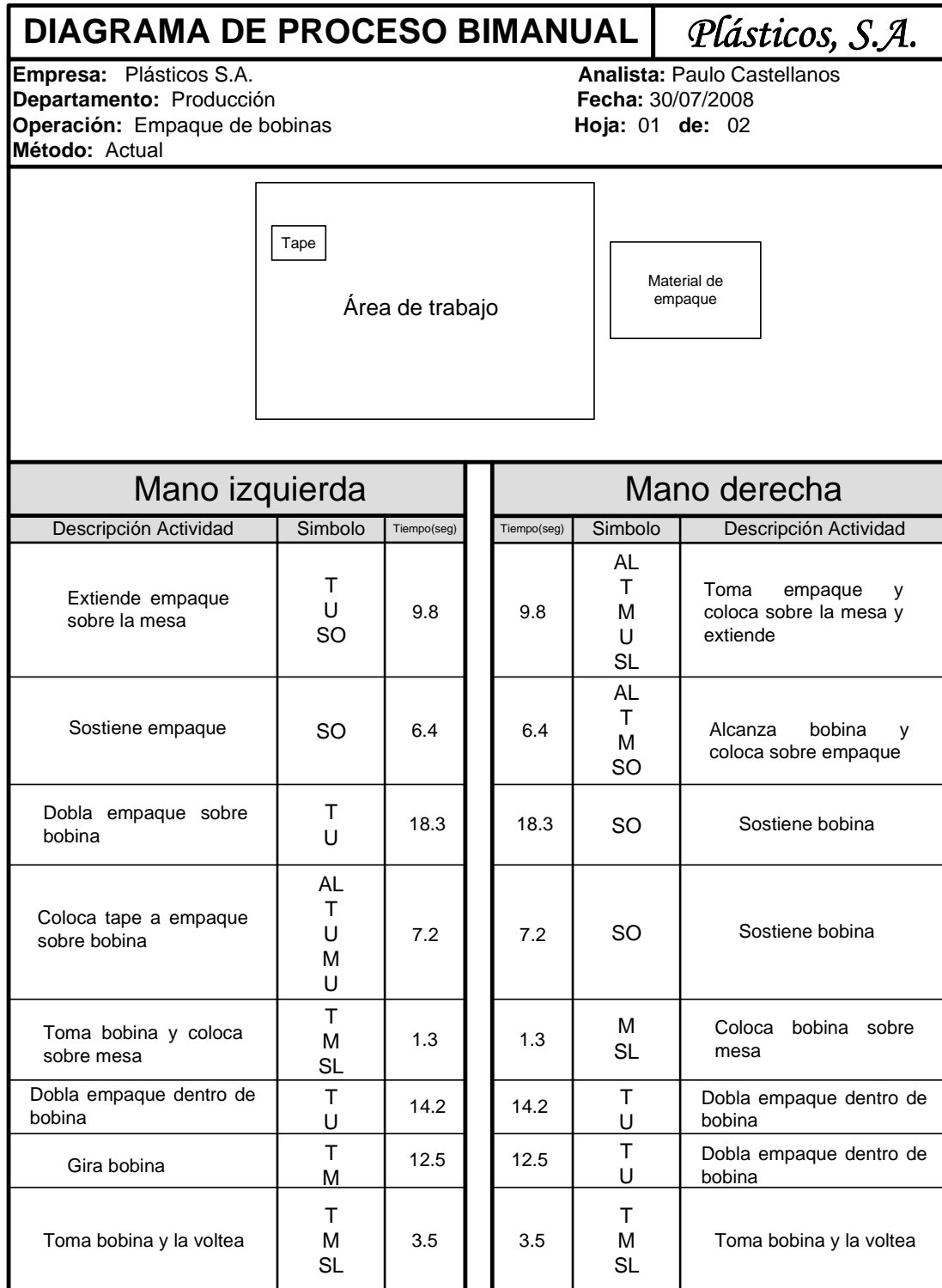
### **3.1.6 Diagramas Bimanuales**

Al momento de asignar personal a un área determinada, previamente se debe haber realizado un análisis de la tarea, para seleccionar y capacitar al personal adecuadamente. El Diagrama de Proceso Bimanual denominado también diagrama de proceso del operario o diagrama de proceso mano derecha mano izquierda es una herramienta que se utiliza para presentar y registrar todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha.

Este diagrama permite al analista conocer a fondo las operaciones, por lo que puede observar con claridad los movimientos ineficientes y las faltas a los principios de la economía de movimientos proporcionando de esta manera un panorama amplio que facilita la generación de ideas de las posibles mejoras que se puedan implementar. Permite el cambio de un método logrando una operación balanceada entre ambas manos, y reduciendo o bien eliminando los movimientos ineficientes dando como resultado un ciclo de trabajo mas regular que minimiza las demoras y fatiga del operario.

Para el desarrollo del diagrama se debe tener en cuenta que cuando las acciones se realicen al mismo tiempo estas se deben registrar en el mismo renglón y las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. En el proceso de producción de bolsas plásticas existen dos operaciones manuales que merecen ser estudiadas siendo las de empaque de bobinas y las de empaques de las bolsas luego de ser cortadas, ambas operaciones se encuentran detalladas a continuación.

### 3.1.6.1 Operación de empaque de bobinas.

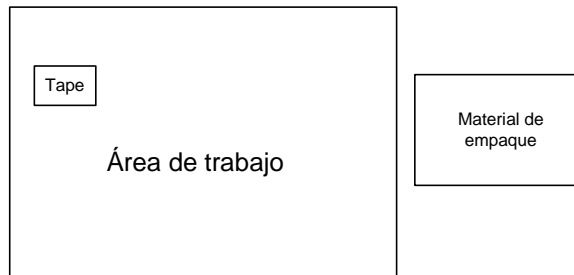


# DIAGRAMA DE PROCESO BIMANUAL

*Plásticos, S.A.*

**Empresa:** Plásticos, S.A.  
**Departamento:** Producción  
**Operación:** Empaque de bobinas  
**Método:** Actual

**Analista:** Paulo Castellanos  
**Fecha:** 30/07/2008  
**Hoja:** 02 **de:** 02

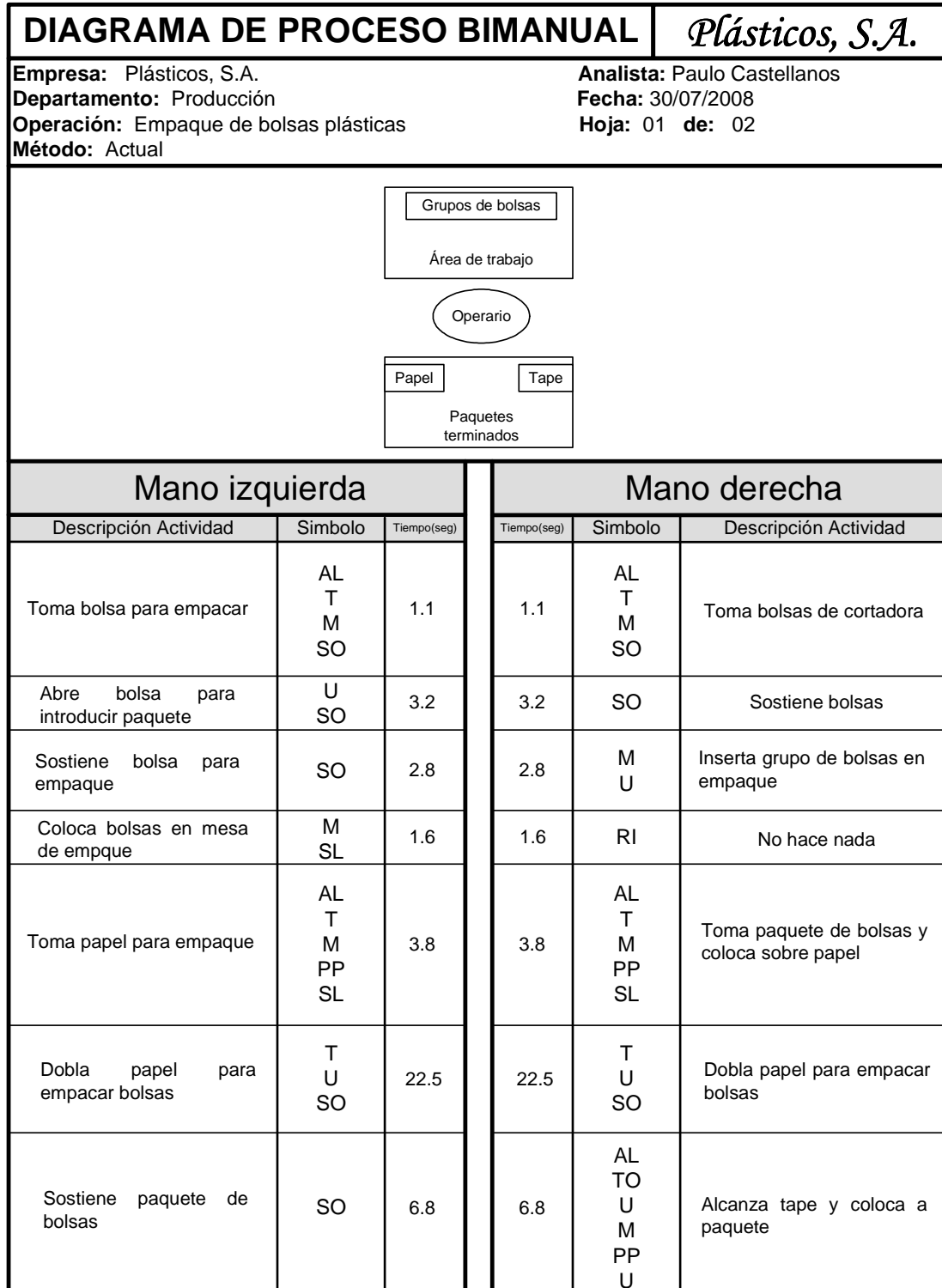


## Mano izquierda

## Mano derecha

Descripción Actividad	Simbolo	Tiempo(seg)	Tiempo(seg)	Simbolo	Descripción Actividad
Dobla empaque dentro de bobina	T U	12.5	12.5	T U	Dobla empaque dentro de bobina
Gira bobina	T M	11.8	11.8	T U	Dobla empaque dentro de bobina
Toma bobina empacada y la quita de mesa	T M SL	2.4	2.4	T M SL	Toma bobina empacada y la quita de mesa

### 3.1.6.2 Operación de empaque de bolsas



**DIAGRAMA DE PROCESO BIMANUAL***Plásticos, S.A.***Empresa:** Plásticos, S.A.**Analista:** Paulo Castellanos**Departamento:** Producción**Fecha:** 30/07/2008**Operación:** Empaque de bolsas plásticas**Hoja:** 02 **de:** 02**Método:** Actual

Mano izquierda			Mano derecha		
Descripción Actividad	Simbolo	Tiempo(seg)	Tiempo(seg)	Simbolo	Descripción Actividad
Voltea paquete para colocar tape	M SO	9.6	9.6	AL T U M PP U	Alcanza tape y coloca a paquete
Coloca paquete en área de paquetes terminados	M PP SL	3.2	3.2	RI	Espera

### **3.2 Estandarización de tiempos en operaciones manuales**

El tiempo estándar es el tiempo necesario para que un operario promedio, plenamente adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación. El tiempo estándar puede ser utilizado para:

- Determinar las necesidades de mano de obra y de equipo.
- Ayudar al desarrollo de métodos eficaces.
- Comparar los resultados planeados contra los recursos invertidos.

Anteriormente se definió los movimientos que los operarios realizan en las actividades de empaque de bobina y bolsas; una vez establecido un método de trabajo es adecuado calcular el tiempo estándar de dicha tarea que ya esto nos permitirá tener un mejor control sobre las operaciones manuales, de manera que los operarios trabajen más efectivamente y productivamente. Para el cálculo del tiempo estándar procederemos a calcular el tiempo cronometrado, con la ayuda de los formatos de toma de tiempos, posteriormente se calcularán los tiempos normales y los tiempos estándar para cada una de las dos operaciones manuales.

#### **3.2.1 Cronometración de operaciones manuales**

Para el cálculo de los tiempos cronometrados utilizaremos los formatos establecidos al inicio del capítulo; el método de cronometración utilizado para la toma de tiempos será el continuo, debido a que la duración de los elementos es corta y se encuentran en segundos; debido a que los elementos de la mano izquierda y derecha son realizados simultáneamente ambos serán cronometrados como un solo elemento. Por lo que luego al tomar en cuenta



tales aspectos tenemos como resultado los siguientes tiempos para los elementos de las operaciones manuales.

<b>FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS</b>														
Empresa: Fabrica de plasticos													Hoja: 1 de: 1	
Proceso: Empaque de bobina														
Método: Actual														
Analista: Paulo Castellanos														
Técnica: Continuo														
Fecha: Julio de 2008														
Elemento		Ciclo												
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T. (Seg.)	Observaciones
1	Extiende empaque sobre mesa	T. Cronom	9.85	110.46	207.78	307.66	406.65	508.19	608.00	711.74	809.50	906.17		
	Toma empaque y coloca en mesa	ΔT	9.85	70.25	9.98	8.98	8.65	10.98	10.11	10.12	9.78	9.87	9.80	
2	Sostiene empaque	T. Cronom	15.96	116.93	213.99	314.00	411.26	514.61	614.89	718.48	816.28	912.39		
	Alcanza bobina y coloca en mesa	ΔT	6.11	6.48	6.21	6.45	5.71	6.42	6.89	6.74	6.78	6.22	6.40	
3	Dobla empaque sobre bobina	T. Cronom	36.50	135.49	230.10	331.46	430.01	533.57	633.31	738.13	834.17	930.07		
	Sostiene bobina	ΔT	19.54	18.56	16.71	17.95	18.75	18.96	18.42	19.65	17.89	17.68	18.30	
4	Coloca tape a bobina	T. Cronom	42.71	141.87	237.75	337.90	436.90	541.82	640.46	746.38	840.95	937.92		
	Sostiene bobina	ΔT	7.21	6.48	7.65	6.45	6.89	8.25	7.15	7.25	6.78	7.65	7.20	
5	Toma bobina y la coloca en mesa	T. Cronom	44.29	143.39	238.96	339.11	438.02	543.32	641.68	746.40	842.57	938.99		
	Coloca bobina sobre mesa	ΔT	1.88	1.42	1.21	1.21	1.12	1.50	1.22	1.02	1.62	1.07	1.30	
6	Dobla empaque dentro de bobina	T. Cronom	57.85	167.64	254.70	352.59	461.91	567.07	665.89	761.18	866.20	963.67		
	Dobla empaque dentro de bobina	ΔT	13.56	14.25	15.74	13.49	13.99	13.75	14.21	14.78	13.63	14.68	14.20	
7	Gira bobina	T. Cronom	69.74	168.73	267.18	366.44	466.06	569.32	668.98	771.83	869.25	967.56		
	Dobla empaque dentro de bobina	ΔT	11.89	11.09	12.48	13.85	13.15	12.25	12.69	10.65	13.05	13.89	12.50	
8	Toma bobina y volta	T. Cronom	73.52	172.07	271.23	370.29	469.82	571.91	672.49	775.04	872.03	971.30		
	Dobla empaque dentro de bobina	ΔT	3.78	3.34	4.05	3.85	3.76	2.99	3.89	3.21	2.78	3.74	3.50	
9	Dobla empaque dentro de bobina	T. Cronom	86.08	184.12	284.09	382.90	481.69	583.50	685.36	787.02	885.05	983.86		
	Dobla empaque dentro de bobina	ΔT	12.56	12.05	12.96	12.61	12.87	11.59	12.89	11.98	13.02	12.56	12.50	
10	Gira bobina	T. Cronom	97.64	194.68	296.68	395.34	494.74	595.48	698.48	797.67	894.16	996.84		
	Dobla empaque dentro de bobina	ΔT	11.56	10.96	12.69	12.44	13.06	11.98	13.12	10.65	9.11	12.98	11.80	
11	Toma bobina y la quita de mesa	T. Cronom	100.20	197.80	298.57	396.90	497.21	597.89	701.62	800.32	896.30	998.84		
	Toma bobina y la quita de mesa	ΔT	2.56	3.12	1.89	1.56	2.47	2.41	3.14	2.65	2.14	2.10	2.40	
		T. Cronom												
		ΔT												
		T. Cronom												
		ΔT												
		T. Cronom												
		ΔT												

FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS												Hoja: 1 de: 1	
Empresa		Fabrica de plasticos											
Proceso		Empaque de bolsas plásticas											
Método		Actual											
Analista		Paulo Castellanos											
Técnica:		Continuo											
Fecha:		Julio de 2008											
Ciclo													
No.	Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E (Seg)	Observaciones
Bemerto													
1	Toma bolsa para empaçar	1.12	56.29	112.76	169.28	222.20	276.21	329.81	384.14	441.47	493.70		
	T. Cronom												
	ΔT	1.12	1.11	1.08	1.06	1.09	1.10	1.08	1.15	1.07	1.16	1.10	
2	Abre bolsa para introducir paquete	4.32	59.51	115.97	172.46	229.34	279.55	332.95	387.46	444.58	496.86		
	T. Cronom												
	ΔT	3.20	3.22	3.21	3.18	3.14	3.34	3.14	3.32	3.11	3.16	3.20	
3	Sostiene bolsa para empaque	7.02	62.40	118.87	175.20	228.13	282.38	335.63	390.32	447.50	499.53		
	T. Cronom												
	ΔT	2.70	2.92	2.90	2.74	2.79	2.83	2.68	2.96	2.92	2.67	2.80	
4	Coloca bolsas en mesa de empa.	8.60	63.85	120.65	177.00	229.58	283.88	337.11	391.88	449.12	501.31		
	T. Cronom												
	ΔT	1.88	1.42	1.78	1.80	1.45	1.50	1.48	1.56	1.62	1.78	1.60	
5	Toma papel de empaque	12.38	67.76	124.55	180.85	233.14	287.80	341.00	395.61	462.80	505.05		
	T. Cronom												
	ΔT	3.78	3.91	3.90	3.85	3.56	3.92	3.89	3.73	3.68	3.74	3.80	
6	Dobla papel para empaçar	34.88	91.41	149.20	202.53	255.18	308.69	363.25	419.17	473.55	528.03		
	T. Cronom												
	ΔT	22.50	23.65	24.65	21.68	22.04	20.89	22.25	23.56	20.75	22.98	22.50	
7	Sostiene paquete de bolsas	42.09	97.89	156.08	208.98	262.07	315.41	370.40	426.42	480.33	534.25		
	T. Cronom												
	ΔT	7.21	6.48	6.88	6.45	6.89	6.72	7.15	7.25	6.78	6.22	6.80	
8	Alcanza tape y coloca a paquete	51.97	108.46	165.03	217.94	271.96	325.38	379.86	437.07	489.44	542.81		
	T. Cronom												
	ΔT	9.88	10.56	8.95	8.96	9.89	9.97	9.46	10.65	9.11	8.56	9.60	
9	Coloca paquete terminado	55.18	111.68	168.22	221.11	275.11	328.73	382.99	440.40	492.54	545.98		
	T. Cronom												
	ΔT	3.21	3.23	3.19	3.17	3.15	3.95	3.13	3.33	3.10	3.17	3.20	
	T. Cronom												
	ΔT												
	T. Cronom												
	ΔT												
	T. Cronom												
	ΔT												
	T. Cronom												
	ΔT												

Una vez tomados todos los tiempos de cada elemento de las operaciones manuales, procederemos a calcular el tiempo cronometrado, para ello sumamos los tiempos promedio de cada uno de los elementos.

- Empaque de bobina

$$T_C = 9.8 + 6.4 + 18.3 + 7.2 + 1.3 + 14.2 + 12.5 + 3.5 + 12.5 + 11.8 + 2.4 = \mathbf{99.9 \text{ segundos}}$$

- Empaque de bolsas plásticas

$$T_C = 1.1 + 3.2 + 2.8 + 1. + 3.8 + 22.5 + 6.8 + 9.6 + 3.2 = \mathbf{54.6 \text{ segundos}}$$

### **3.2.2 Determinación de condiciones**

Cuando se analiza un proceso de producción es fundamental el estudio de todas las condiciones en las que se realiza una tarea, ya que la misma nos proveerá de información suficiente y adecuada para la toma de decisiones respecto a los métodos de trabajo y las posibles mejoras que puedan realizarse al mismo. Es fundamental dentro de las condiciones tener un adecuado sistema de valoración para el trabajo o la actuación, es decir determinar una adecuada calificación al trabajo y condiciones en las que labora el operario y que nos permita calcular el tiempo normal.

La calificación de la actuación es una herramienta que el analista de métodos utiliza para determinar justamente el tiempo necesario para que un operario normal realice la tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

Un operario normal se define como un operario calificado, plenamente capacitado que trabaja bajo las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo a un paso representativo del promedio. Cuando se califica el desempeño, el analista evalúa la efectividad de la operación en términos del desempeño de un operario normal que realiza la misma operación.

Por lo tanto el tiempo normal se define de la siguiente manera:

$$T_N = T_C \times FC$$

Donde:

$T_N$  = Tiempo normal

$T_C$  = Tiempo cronometrado y observado

FC = Factor de calificación

Uno de los sistemas mas populares para estimar la calificación del operario es el Sistema Westing House, el factor de calificación se puede determinar por medio de las tablas de Calificación de la Actuación Westing House. En las tablas de Westing House se toman en cuenta para calificar los siguientes aspectos:

- **Habilidad:** capacidad para seguir un método dado.
- **Esfuerzo:** demostración de voluntad para realizar el trabajo.
- **Condiciones:** que afecten a la operación.
- **Consistencia:** Grado de variación de los tiempos transcurridos mínimos y máximos en relación con la media.

La evaluación se realiza de acuerdo a la apreciación y juicio del analista, por lo que luego de haber observado adecuadamente las operaciones de empaque, se determinan los siguientes aspectos para el cálculo de tiempo normal de dichas operaciones:

- Operación empaque de bobinas

Habilidad	Bueno	C2	+0.03
Esfuerzo	Bueno	C2	+0.02
Condiciones	Regulares	E	-0.03
Consistencia	Promedio	D	<u>0.00</u>
			+0.02 + 1 = 1.02 = 102%

- Operación empaque de bolsas

Habilidad	Excelente	B2	+0.08
Esfuerzo	Bueno	C2	+0.02
Condiciones	Buena	C	+ 0.02
Consistencia	Promedio	D	<u>0.00</u>
			+0.12 + 1 = 1.12 = 112%

Una vez calculados los factores de calificación procedemos al cálculo de los tiempos normales para cada operación:

- Operación empaque de bobinas

$$T_N = 99.9 \text{ segundos} \times 1.02 = \mathbf{101.89 \text{ segundos}}$$

- Operación empaque de bolsas

$$T_N = 54.6 \text{ segundos} \times 1.12 = \mathbf{61.15 \text{ segundos}}$$

### 3.2.3 Determinación de suplementos

Una vez calculado el tiempo normal debe procederse a calcular el tiempo estándar, pero en este procedimiento debemos agregar un suplemento debido a las interrupciones, demoras y retrasos causados por la fatiga en toda actividad asignada.

Los factores que probablemente deben de tenerse en cuenta para el cálculo del suplemento variable, pueden ser:

1. Trabajo de pie
2. Postura normal
3. Levantamiento de pesos o uso de fuerza
4. Intensidad de luz
5. Calidad de aire
6. Tensión visual
7. Tensión Auditiva
8. Tensión mental
9. Monotonía

En nuestro caso debemos de tomar en cuenta que todos los operarios que laboran dentro de la empresa son hombres y cuentan con los siguientes aspectos para el cálculo de los suplementos:

• Necesidades personales	9
• Trabajan de pie	2
• Levantan pesos aproximados de 20 kilogramos	9
• Iluminación ligeramente baja	0
• Trabajo muy monótono	4
• Trabajo aburrido	<u>+2</u>
	26 = 0.26

### 3.2.4 Cálculo de tiempos estándar

Los tiempos estándar se derivan ya sea de datos de cronómetros o de datos predeterminados de tiempo. El uso de los tiempos estándar es bastante

popular para la medición de la mano de obra directa. Esto se debe a que se puede derivar un gran número de estándares de un conjunto pequeño de datos estándar.

Los sistemas de tiempos estándar son útiles cuando existe un gran número de operaciones repetitivas que son bastante similares. La fórmula para el cálculo de tiempo estándar se define de la siguiente manera:

$$T_E = T_N \times (1 + \text{tolerancias})$$

Donde:

$T_E$  = Tiempo estándar

$T_N$  = tiempo normal

Tolerancias = Suplementos

Por lo que los tiempos estándar para las operaciones manuales de empaque serán los siguientes:

- Operación empaque de bobinas

$$T_E = 101.89 \text{ segundos} \times (1 + 0.26) = \mathbf{128.38 \text{ segundos} = 2.13 \text{ minutos}}$$

- Operación empaque de bolsas

$$T_E = 61.15 \text{ segundos} \times (1 + 0.26) = \mathbf{77.04 \text{ segundos} = 1.28 \text{ minutos}}$$

### **3.3 Reducción de costos por estandarización**

El objetivo primordial de toda empresa es obtener la mayor cantidad de utilidad con el menor uso de recursos posible; la meta principal de la estandarización de los procesos, es la reducción de desperdicios y de tiempo en la producción de bolsas plásticas, permitiendo esto tener un mayor margen de ventas al desperdiciarse una cantidad menor que la actual; además se

plantean algunas estrategias que permitirán tener un mejor manejo de materiales y proveedores para la producción.

### **3.3.1 Reducción de desperdicios**

La reducción de desperdicios es fundamental para la eliminación de costos innecesarios dentro del departamento de producción, actualmente la empresa cuenta con un índice del 5% de desperdicios en relación a la producción de libras buenas, si el promedio de producción es de 300,000 libras mensuales, el promedio de desperdicios es de 15,000 libras mensuales. Se pretende que al establecer un estándar para los procesos de producción los operadores reduzcan el índice de desperdicios a la mitad, debido a que la mayoría de desperdicios se dan por descuidos o falta de inducción en los distintos procesos que se realizan en la fabricación.

Los desperdicios tendrían su menor disminución debido a que la mayoría de desperdicios de las áreas de extrusión y corte se deben a una mala inducción de los operadores además de que no poseen un método establecido para seguir al realizar cada una de sus tareas.

Esta reducción de desperdicios debería bajar el índice a un 2.5% mensual, esto quiere decir que la producción mensual ascendería a 307,500 libras.



### 3.3.2 Aumento de producción y disminución de costos por libra producida.

Al reducirse los desperdicios al 2.5% mensual, la producción mensual asciende a 307,500 libras y los costos por libra se ven afectados de la siguiente manera:

- Mano de obra:

$$(Q147,450.00/mes) / (307,500lb/mes) = Q0.479/lb$$

- Materia prima:

$$(Q1,972,640.00/mes) / (307,500lb/mes) = Q6.415/lb$$

- Impresión:

$$(Q8,192.75/mes) / (307,500lb/mes) = Q0.0266/lb$$

- Energía eléctrica:

$$(Q135,000.00/mes) / (307,500lb/mes) = Q0.439/lb$$

- Desperdicios:

Para calcular el costo por desperdicios procedemos a sumar los costos por libra de los aspectos anteriores y a multiplicarlo por nuestro porcentaje de desperdicio mensual que haciende al 2.5%:

$$\text{Costo x libra} = \text{Q}0.479 + \text{Q}6.415 + \text{Q}0.0266 + \text{Q}0.439 = \text{Q}7.3596/\text{lb}$$

$$\text{Q}7.3596 / \text{lb} * 0.025 = 0.1839$$

$$\text{Costo por desperdicio} = \text{Q}0.1839/\text{lb}$$

Por lo tanto, el costo total de producción por libra de producto terminado es de:

$$\text{CT} = \text{Q}7.3596 + \text{Q}0.1839 = \text{Q}7.5435/\text{lb}$$

Por lo que tendremos el siguiente ahorro en los costos de producción:

- Sin estandarización de procesos:  
 $300,000 \text{ libras} \times \text{Q}7.9214 / \text{lb} = \text{Q}2,376,420.00$
  - Con estandarización de procesos:  
 $307,500 \text{ libras} \times \text{Q}7.5435/\text{lb} = \text{Q}2,319,626.20$
- $$\text{Q}2,376,420.00 - \text{Q}2,319,626.20 = \text{Q}56,793.80$$

Se tendrá un ahorro mensual de cincuenta y seis mil setecientos noventa y tres quetzales con ochenta centavos y una producción extra de siete mil quinientas libras.

### **3.3.3 Propuestas para cambio de proveedores de materia prima, para reducción de costos.**

En la actualidad el área de producción de plásticos se encuentra muy afectada por las constantes alzas en el precio de las materias primas, que son derivadas del petróleo, constituyéndose en uno de los costos más altos con los que tienen que toparse todas las empresas, es por tal razón que se vuelve una acción necesaria la búsqueda de proveedores, que ofrezcan sus productos a precios más accesibles y que esto permita la reducción del costo de materia prima.

Actualmente existen grandes proveedores en los Estados Unidos, los cuales poseen muy buenas opciones de compra; dentro de algunos productos que estos ofrecen se encuentran los materiales reprocesados de polietileno de alta y baja densidad, sin colorantes, este tipo de materiales pueden adquirirse hasta por un 40% del precio del material virgen.

Esto repercute en una experimentación con nuevas fórmulas para los distintos productos que son fabricados con polietileno, ya que al poder utilizar materiales reprocesados en pequeñas cantidades permite disminuir los costos de materias primas y por ende obtener una mejor utilidad en ventas.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE DIAGRAMAS DE PROCESOS Y TIEMPOS ESTÁNDAR**

### **4.1 Análisis de resultados**

Luego del trabajo realizado en los capítulos anteriores podemos determinar que los procesos estandarizados, por medio del diseño y elaboración de diagramas de proceso, así como el cálculo del tiempo estándar de las operaciones manuales, provee de herramientas adecuadas que permiten alcanzar objetivos empresariales, tales como la disminución de desperdicios, que lleva consigo también la disminución de los costos.

La empresa cuenta con un manual el cual le permite dos grandes fortalezas; la primera le permite tener una herramienta de apoyo para la inducción y entrenamiento a los nuevos operarios que se tengan que contratar; una adecuada inducción y entrenamiento permite a cada trabajador estar seguro de las actividades y decisiones que debe tomar en su área de trabajo, y por ende esto repercute en un aumento de producción, ya que al estar bien inducidos, estos disminuyen en una cantidad considerable sus errores y accidentes, dando como resultado una mejor productividad dentro del proceso productivo.

La estandarización plantea la reducción de desperdicios a la mitad, ya que al aumentar la productividad y reducir los costos, la producción se ve aumentada en casi ocho mil libras, por lo que el departamento de ventas cuenta

con este extra mensual, esto también es determinante ya que los costos por cada libra son reducidos, dando la oportunidad de aumentar utilidad, aumenta debido a que el costo de cada libra producida se reduce, dándonos un ahorro aproximado de cincuenta mil quetzales por mes.

#### **4.2 Desarrollo de manual de procesos para empresa.**

Un manual es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad o de más de ellas. El desarrollo del manual de procesos de fabricación de bolsas plásticas, es una herramienta de aplicación, que permite a todos los participantes de la producción observar de manera gráfica y detallada cada uno de los aspectos y elementos que forman parte de la fabricación, además permite que cada uno se encuentre al tanto de las tareas que le corresponde hacer de acuerdo a su puesto.

Para estructurar el manual de procesos se incluirán cada uno de los diagramas que fueron elaborados, con los datos tomados por medio de la observación y de los distintos métodos de ingeniería. Los elementos que posee el Manual son los siguientes:

- Información general de la empresa: Se plasmarán los datos generales de la empresa, tales como dirección, teléfonos, dirección de internet, etc.
- Diagramas de procesos de bolsa tipo gabacha impresa: Abarca los diagramas de operaciones, flujo del proceso y recorrido, del proceso de fabricación de bolsas tipo gabacha con impresión.

- Diagramas de procesos de bolsa tipo normal: Incluirá los diagramas de operaciones, flujo del proceso y recorrido, del proceso de fabricación de bolsas tipo normal con sello inferior.
- Diagramas de procesos de bolsa tipo almacigo: En esta parte se colocarán los diagramas de operaciones, flujo del proceso y recorrido, del proceso de fabricación de bolsas tipo almacigo.
- Diagramas Hombre-Máquina: Se incluirá el diagrama que toma en cuenta la distribución de cuatro extrusores por cada operario.
- Diagramas Bimanuales: Se colocarán los diagramas que muestran los movimientos analizados por medio de los Therbligs, de las dos operaciones manuales.
- Estándares de operaciones manuales: Toma los dos tiempos estándar calculados, de las operaciones analizadas por medio de los diagramas bimanuales; así como el detalle del método devaluación empleado y los suplementos.
- Herramientas de control: Incluye las dos herramientas que se elaborarán para el control del proceso y de los posibles cambios a los que puede estar sujeto el manual, una de las herramientas se encuentra orientada a los supervisores y otra a los operarios, abarcará datos como cantidades de desperdicios, paros obligatorios, etc.

Los pasos que se siguieron para elaborar el manual fueron los siguientes:

- Análisis de procesos y determinación de elementos.
- Cronometración de procesos.
- Elaboración de diagramas.
- Cálculo de tiempos estándar y suplementos.
- Elaboración de herramientas de control

Dando como resultado la unión secuencial de todos los elementos en el manual de procesos.

#### **4.3 Distribución del manual a gerencia y jefe de producción.**

Posterior a la elaboración y estructuración del manual de procesos, se realizará la distribución y entrega del manual a la gerencia y jefe de producción, en esta actividad se entregará un manual encuadernado y un disco con los diagramas para su posible revisión y cambio de ser necesario.

Al momento de la entrega se realizará una pequeña explicación de la utilidad de cada uno de los distintos diagramas, así como la manera de interpretar cada uno de ellos.

#### **4.4 Capacitación a jefe de producción y supervisores, para uso de manual como herramienta de capacitación y adiestramiento.**

La capacitación provee de la información necesaria para realizar adecuadamente una actividad, por tal motivo es indispensable contar con una adecuada capacitación a todos los involucrados en el proceso de producción de las bolsas plásticas, por medio de capacitaciones, talleres y charlas grupales, de manera que permitan convertir el manual de procesos en una herramienta indispensable para la inducción y el adiestramiento.

##### **4.4.1 Capacitación a jefe de producción**

La capacitación es un proceso metodológico de actividades encaminadas a la mejora, incremento y desarrollo de la calidad de los conocimientos, habilidades y actitudes del capital humano, con la finalidad de elevar su desempeño profesional. Brindar la preparación necesaria al trabajador para el desarrollo de competencias en la institución.

La capacitación permite evitar la obsolescencia de los conocimientos del personal, que ocurre generalmente entre los empleados más antiguos si no han sido reentrenados. Al entregar el manual se realizará el proceso de capacitación al jefe de producción, para esto se explicaran la función de cada uno de los diagramas, así como el significado de la simbología de los diagramas de flujo del proceso, de operaciones y de recorrido.

La capacitación se realizará de manera personal y magistral, sobre cada uno de los diferentes aspectos que forman parte de todos los diagramas de la empresa, de manera que el jefe de producción adquiera la capacidad de hacer



un uso adecuado del manual, dándole la capacidad de realizar capacitaciones tanto a los supervisores como a los operadores que necesiten de ella.

#### **4.4.2 Talleres de capacitación con supervisores**

Los talleres se realizarán como un espacio de trabajo en grupo en el que se realiza un proceso de enseñanza y aprendizaje que tiene como objetivos el iniciar a los supervisores en la interpretación del manual de procesos. Se dará en él una enseñanza de carácter tutorial bajo la idea de aprender haciendo, en este sentido las actividades que en él se realicen serán muy prácticas de manera que se le facilite la interpretación y aprendizaje de las mismas. Se pretende desarrollar en los supervisores las habilidades, actitudes y aptitudes que lo capaciten para plantear y resolver preguntas en los diferentes aspectos y elementos que conforman los diagramas y hojas de control establecidos en el manual.

El estar capacitado para ejercer la profesión implica el haber adquirido una serie de habilidades y desarrollado esquemas conceptuales que van más allá de la adquisición de conocimientos. Estas capacitaciones permitirán a los supervisores ser facilitadores de las charlas grupales con los operarios.

Las capacitaciones de los supervisores se llevarán a cabo en la siguiente forma:

- Descripción de que es un manual
- Presentación de los diagramas
- Explicación de la utilidad de los diagramas
- Explicación de la simbología de los diagramas
- Ejemplos prácticos de diagramas

- Observación de operaciones de la empresa en base a los diagramas
- Desarrollo de ejemplos prácticos con supervisores
- Aclaración de dudas

#### **4.4.3 Charlas grupales con operadores**

Una charla grupal es un diálogo entre varias personas; en donde se establece una comunicación a través del lenguaje hablado, gráfico, gestual o escrito. Se crea una interacción en la cual los interlocutores contribuyen a la construcción de un texto, a diferencia del monólogo, donde el control de la construcción lo tiene sólo uno. Esta técnica nos permitirá tener una mejor forma de interactuar con los operarios, y que estos puedan adquirir la habilidad suficiente para afrontar los distintos cambios y mejoras realizadas a los procesos de producción, así como la adecuada forma de llenar los formatos de control que se les proveerán.

Las charlas giraran en torno a los problemas en el exceso de desperdicios, los métodos de trabajo y los formatos de control, así como algunos otros puntos relacionados con estos temas.



## **5. IMPACTO DE LAS BOLSAS PLÁSTICAS EN EL MEDIO AMBIENTE**

### **5.1 Problemas**

En la actualidad el mundo enfrenta una grave crisis por la contaminación de distintos derivados de los hidrocarburos siendo uno de los principales los plásticos; esta crisis ha propiciado que una gran cantidad de países regulen la producción de productos que utilicen este tipo de materias primas. El problema de contaminación con plásticos afecta mayormente a los ecosistemas acuáticos, desembocando también en la disminución del comercio de la pesca y en la intervención directa de los índices de mortalidad de una gran cantidad de especies animales que habitan en estos ecosistemas. El tema medio ambiental es fundamental dentro de las nuevas políticas de las empresas por lo que se torna fundamental el estudio de cómo impactan los plásticos a nuestro planeta.

#### **5.1.1 Contaminación con plásticos**

Una de las preocupaciones más grande de la contaminación con los plásticos tiene que ver con el esparcimiento de sustancias químicas tóxicas adheridas a partículas que luego pasan a la cadena alimenticia, entrando en este ciclo constante, desarrollando alteraciones y cambios en la vida de distintos seres vivos.

Los plásticos poseen estructuras que al descomponerse contaminan las aguas y los suelos de donde se encuentran, provocando la descomposición de los suelos y de las aguas. La contaminación de desechos plásticos y las fibras sintéticas ha llegado a tal punto que ni siquiera los océanos o las playas más remotas de nuestro planeta están a salvo de sus estragos. Esta desmedida contaminación con plásticos se deriva en parte al incremento de productos plásticos en todo el mundo, ya que la gran mayoría de los empaques y contenedores son fabricados con estos.

### **5.1.2 Contaminación con bolsas plásticas**

Las bolsas de plástico consumen grandes cantidades de energía para su fabricación, están compuestas de sustancias derivadas del petróleo, que pueden tardar en degradarse más de medio siglo. Asimismo, las bolsas serigrafiadas pueden contener residuos metálicos tóxicos.

Las bolsas plásticas tienen una vida promedio de 100 años y se producen entre medio y un billón anual. La bolsa plástica es símbolo de la comodidad, por su gran cantidad de usos, aunque desafortunadamente es, también, símbolo de la degradación ambiental.

El plástico del que están hechas es el componente de la basura que más aumentó en los últimos 35 años.

Las bolsas plásticas, con su gran ubicuidad, han invadido todos los rincones de la Tierra. Las vemos en los parques públicos y en las calles; en medio de la campiña, el desierto y la tupida selva; engarzadas en la rama de un árbol o en un cable de luz; flotando en el aire y vagando por los ríos, quebradas, lagos y mares.

Lo más grave es que las bolsas de plástico, fabricadas fundamentalmente a partir de petróleo y gas, tardan demasiado antes de romperse en pequeñas partículas tóxicas. Así, la invasión de esta basura presenta una alarmante senda de acumulación hacia el futuro.

Algunos países han intentado la disminución voluntaria de su uso por parte de los consumidores y comerciantes, incluyendo su reemplazo por sustitutos. El fracaso ha sido colosal, ya que en la mayoría de nuestro continente los consumos de estos productos se multiplicó por cinco entre los años 1980 y el 2008.

El fracaso del voluntarismo ha motivado a numerosos gobiernos a expedir regulaciones de cumplimiento obligatorio. En el año 2001, Irlanda estableció un impuesto a las bolsas de plástico que disminuyó su consumo en un 90 por ciento. A su vez, Taiwán no permite a los supermercados su suministro gratis, y en el Reino Unido se ha propuesto prohibirlas.

### **5.1.3 Descomposición de los plásticos**

Los plásticos utilizados habitualmente en la industria e incluso en la vida cotidiana son productos con una muy limitada capacidad de autodestrucción, y en consecuencia quedan durante muchos años como residuos, con la contaminación que ello produce.

El plástico tiende a descomponerse en un período de entre 10 a 20 años, hasta más de 100 años, todo depende siempre del tipo de plástico utilizado en la fabricación, por eso hay que usarlos de una forma sostenible y medida; en el caso del plástico nylon y estereofon son polímeros que necesitan alrededor de mil a 100 mil años para que se reduzcan a partículas de carbono oxígeno e hidrógeno.

El proceso tan largo de descomposición de plásticos, ha exigido la fabricación de plásticos biodegradables a partir de materiales naturales, este es uno de los grandes retos de diferentes sectores industriales, agrícolas, materiales para servicios, etcétera. Se trata de conseguir un material que tras ser utilizado para bolsas, cubiertas de invernaderos, etc. se autodestruya tras ser desechado. Este tipo de materiales biodegradables permitirán reducir el impacto ambiental de estos productos.

## **5.2 Medios de mitigación**

Por el incremento desmedido de los plásticos y su impacto en el medio ambiente, diferentes países e instituciones se han dado a la tarea de encontrar medios o proceso que permitan mitigar el uso y producción desmedido de plásticos, se han buscado materiales de origen orgánico que sustituyan a los derivados del petróleo y el gas; otro de los grandes recursos con los que cuenta la industria el de la reutilización de materiales, realizado por varios métodos o proceso, dentro de los cuales se pueden mencionar el lavado y reciclaje, dividiéndose a su vez el proceso de reciclaje en el de molido y el proceso de paletizado.

### **5.2.1 Reutilización de los plásticos**

Los plásticos como anteriormente habíamos dicho poseen ciclos de descomposición muy largos, por tal razón ha sido una necesidad usar distintos procesos que nos permitan usar nuevamente los materiales plásticos. Por otra parte algunos plásticos pueden ser utilizados nuevamente sin necesidad de ser reprocesados, dentro de ellos podemos mencionar aquellos productos que tienen un valor en su forma y estado actual, tales como cajas de poliestireno

expandido, cajas de transporte de botellas o frutas, bidones. Dentro de los procesos que nos permiten reutilizar los plásticos son los siguientes.

### **5.2.1.1 Lavado**

Se trata de separar los plásticos en función de su composición y efectuar un lavado de los mismos. Los plásticos limpios pueden ser comprimidos en balas como en el caso del papel para su venta o fundidos y convertidos en granzas para darles un valor añadido.

Si se trata de plásticos procedentes de agricultura, que incluyen cubiertas de invernadero y acolchados sobre el suelo acostumbran a venir con grandes cantidades de humedad, tierras y piedras, en este caso es necesario o conveniente proceder a una limpieza previa en seco mediante ventiladores, rodillos y rascadores u otro sistema adaptado específicamente al problema que se plantea.

Generalmente hay un problema añadido y es que los plásticos de invernadero y acolchado son de calidades y colores diferentes, y conviene realizar su separación antes de iniciar el tratamiento.

Una vez las láminas plásticas se han reducido a un tamaño que permita su lavado mecánico se introducen en una lavadora de trómel con capacidad adecuada. El agua usada en el lavado de los plásticos se lleva a un sistema de decantador y filtro y se utiliza para el enfriamiento de los plásticos a la salida de la extrusionadora. El resto se recicla en el mismo sistema de lavado.

Posibles excedentes pueden utilizarse en otras instalaciones del mismo complejo, como por ejemplo recuperación de papel o compostaje. Para cada



caso en concreto es necesario realizar un estudio completo para poder dar un precio exacto. Normalmente se utilizan lavadoras que realizan el trabajo por lotes para el lavado en continuo.

### **5.2.1.2 Reciclaje**

El reciclaje es el proceso mediante el cual se vuelve a introducir en el ciclo de producción de los productos, materiales que ya han sido utilizados con anterioridad. El reciclaje del plástico pasa por muchas etapas, dentro de las cuales podemos mencionar el acopio; esta etapa es realizada por las empresas recicladoras que compran los residuos reciclables como el plástico directamente a las familias, buceadores y carretilleros, estas empresas juntan de a pocos grandes cantidades, existen dos tipos de reciclaje, el post-consumo y post-industrial; la primera se refiere al reciclaje de los residuos provenientes de los consumidores y la segunda de las empresas, posteriormente tenemos la limpieza, luego el molido y si se desea posteriormente el peletizado. La gran diferencia de utilizar un residuo que es un desecho industrial es que el material plástico viene ordenado, suele venir enfardado, si está sucio se puede lavar en forma focalizada pero significa un gran ahorro energético y de mano de obra.

#### **5.2.1.2.1 Molido**

En el proceso de molido o triturado, Los materiales suaves y duros son colocados separadamente en una trituradora, dentro de la separación de materiales duros y suaves también es importante dividir los materiales de distinta composición, como en el caso de las flores donde se debe de separar, todas aqueas que sean de baja densidad de las de alta densidad, ya que al realizar esta separación mejora la posibilidad de su reutilización. Posterior a la separación es posible la elección de su procesamiento a través de diferentes

tipos de molienda, que cuenta con cuchillas afiladas, que por medio de un motor realiza la tarea de cortar el plástico; el tamaño de los retazos molidos variará de acuerdo al tamaño de la malla utilizada, generalmente el tamaño de la malla es menor a una pulgada.

#### **5.2.1.2.2 Reprocesado**

El proceso de reprocesado nos permite reutilizar los plásticos, el proceso consiste en granular o cortar en pequeños trozos los desperdicios, posteriormente son puestos en una tolva en donde son fundidos con la ayuda de un tornillo y hornos; luego de su fundición pasa a través de un tubo delgado para tomar la forma de espagueti que posteriormente llega a enfriarse en un baño de agua. Una vez frío es cortado en pedacitos pequeños que tienen una longitud entre 2 a 4 milímetros, llamados pellets.



## **6. MEJORA CONTINUA DEL MANUAL Y DIAGRAMAS**

### **6.1 Auditoría del manual y de los diagramas propuestos.**

Auditoría es un examen sistemático e independiente para determinar si los diagramas y herramientas cumplen con las disposiciones preestablecidas y si éstas son implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar los objetivos. Las auditorías se aplican para verificar que todas las actividades que afectan al manual o a los procesos se están llevando a cabo bajo los procedimientos o controles para ellas.

Las auditorías internas del manual se pueden dar de acuerdo a un período establecido, o inmediatamente sea implementado un nuevo método que afecte directamente al proceso de producción. La auditoría se dará en su mayor parte por medio de la observación de los procesos y posterior verificación con los diagramas establecidos, de manera que esto permita tener cada uno de los diagramas actualizados. Esta auditoría permitirá:

- Verificar la implementación de acciones correctivas para los procesos y diagramas.
- Detectar desviaciones y/o deficiencias en el proceso y diagramas.
- Dar retroalimentación al proceso.
- Determinar si la organización cumple con lo establecido en su manual de procesos.

Un aspecto importante debe ser que la auditoría no es sinónimo de inspección, o de supervisión, las cuales se llevan a cabo con el único propósito de controlar un proceso o verificar la conformidad del producto.

Las actividades de auditorías deben ser asignadas a personal calificado o certificado que no sea responsable del área a auditar.

#### **6.1.1 Revisión periódica del contenido por profesional del área de Ingeniería Industrial.**

El personal responsable del área auditada debe tomar, en el momento oportuno, las acciones correctivas necesarias para subsanar las deficiencias puestas de manifiesto en el manual, estas auditorías pueden ser realizadas por el jefe de producción, por lo que a la hora de encontrar diferencias o deficiencias en alguno de los diagramas o herramientas propuestas en el manual, es necesario solicitar la revisión de un profesional del área de la ingeniería industrial.

La revisión se debe establecer en periodos no mayores a seis meses, debe ser realizada de preferencia por un ingeniero industrial, debido a que este es el más indicado para tal labor, debido a su conocimiento y manejo de los conocimientos de la ingeniería de métodos.

El ingeniero industrial realizará un estudio previo del proceso, posteriormente realizará el análisis de las operaciones para terminar con una comparación con los diagramas establecidos en el manual, si existiese una irregularidad o cambio dentro del proceso, puede realizar los cambios necesarios en los diagramas por medio, de las versiones que se encuentran

grabadas en un disco que acompaña al manual entregado a la gerencia y jefe de producción.

### **6.1.2 Hoja comparativa de desperdicios**

Para realizar un mejor análisis de los procesos y para estar al tanto de la reducción de desperdicios indispensable, es de vital importancia la creación de una herramienta que permita tener un control adecuado sobre el comportamiento de la producción respecto a las libras buenas y al desperdicio, por lo que para cumplir con este fin se propone el siguiente formato:

Figura 10. Hoja comparativa de desperdicios

HOJA COMPARATIVA DE DESPERDICIOS				<i>Plásticos, S.A.</i>
Empresa:		Fecha:		
Departamento:		Lbs. buenas día anterior:		
Analista:		Desperdicio día anterior:		
EXTRUSIÓN				CORTE
Extrusor	Lbs buenas	Desperdicio	%	<b>Cortadoras Z:</b> Libras buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Porcentaje desperdicio: _____  <b>Cortadoras Y:</b> Libras buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Porcentaje desperdicio: _____  <b>Cortadoras U:</b> Libras buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Porcentaje desperdicio: _____  <b>Cortadoras gabacha:</b> Libras buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Porcentaje desperdicio: _____  <b>TOTALES:</b> Libras buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Porcentaje desperdicio: _____
1	_____	_____	_____	
2	_____	_____	_____	
3	_____	_____	_____	
4	_____	_____	_____	
5	_____	_____	_____	
6	_____	_____	_____	
7	_____	_____	_____	
8	_____	_____	_____	
9	_____	_____	_____	
10	_____	_____	_____	
11	_____	_____	_____	
12	_____	_____	_____	
13	_____	_____	_____	
14	_____	_____	_____	
15	_____	_____	_____	
16	_____	_____	_____	
17	_____	_____	_____	
18	_____	_____	_____	
19	_____	_____	_____	
20	_____	_____	_____	
21	_____	_____	_____	
<b>TOTALES</b>	_____	_____	_____	

### **6.1.3 Procedimiento de mejoras a manual**

El procedimiento a seguir para mantener el desarrollo y actualización constante del manual de procesos para la fabricación de bolsas plásticas seguirá los siguientes pasos:

- Observación de las operaciones de producción: Se realizará una observación del proceso de producción para determinar los posibles cambios o mejoras a realizarse en el manual.
- Análisis de las operaciones que presenten cambios: Todas las operaciones o elementos que presenten una variación en el proceso, se analizarán individualmente, para determinar si es necesario realizar un cambio en los diagramas propuestos.
- Identificación de la oportunidad de mejora: la identificación de la oportunidad se realizará al analizar los datos, obtenidos, conjuntamente con el jefe de producción, al observarse un cambio considerable dentro del proceso. Las mejoras potenciales pueden variar desde operaciones continuas de los diagramas de proceso, hasta los movimientos que conforman las operaciones manuales, cada una de las mejoras debe plantearse tratando de incrementar la eficiencia y eficacia de los procesos.
- Propuesta de la mejora: El profesional de la ingeniería industrial luego de la identificación de la oportunidad presentara la propuesta de mejora o cambio para el proceso u operación, la mejora se presentará y discutirá conjuntamente con el jefe de producción y el gerente de la empresa,



para detallar todos los aspectos de la misma y obtener una autorización oficial.

- **Desarrollo de la mejora:** Una vez obtenida la autorización se utilizan los recursos a disposición para el desarrollo de la mejora, para esto el analista presentará una muestra gráfica de la su propuesta desarrollada.
- **Implantación de la mejora:** Para la implementación de la mejora se utilizarán los diagramas en el disco adjunto al manual, donde se encuentran en una plataforma que les permite sufrir cambios, de manera que le permitirá al analista realizar las mejoras y reimprimir el diagrama para su cambio en el manual.

## **6.2 Auditoría a supervisores y operadores.**

Dentro del proceso de auditoría es indispensable desarrollar formatos o herramientas que nos permitan tener el mejor control posible sobre la labor de todos los involucrados en el proceso de producción, de manera que esto permita alcanzar los objetivos.

Tal auditoría o control debe realizarse con la mayor objetividad posible de manera que exponga las debilidades dentro del proceso de producción.

### **6.2.1 Herramientas de control**

Como apoyo al proceso de auditoría del personal de producción se desarrollan formatos que permitan observar de una manera metódica y objetiva la eficiencia de cada uno de los operadores.

### **6.2.1.1 Hoja de observación para supervisores.**

Los supervisores de las áreas de extrusión y corte tendrán formatos que les permitirán, llevar un adecuado control sobre el rendimiento del trabajo realizado por los trabajadores, en las mismas tendrán anotados los nombres de los operarios asignados a las líneas, así como las libras buenas y desperdicios producidas por cada uno, de manera que permita al supervisor tomar decisiones respecto a la distribución del trabajo y la reinducción de los operarios.

Figura 11. Hoja de control supervisores

HOJA DE CONTROL SUPERVISORES		<i>Plásticos, S.A.</i>
<b>Empresa:</b> _____ <b>Departamento:</b> _____ <b>Supervisor:</b> _____		<b>Fecha:</b> _____ <b>Área:</b> _____
EXTRUSIÓN	CORTE	
Operario: _____ Extruders: _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Eficiencia: _____ Observaciones: _____ _____	<b>Cortadoras Z:</b> Operarios: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Observaciones: _____	
Operario: _____ Extruders: _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Eficiencia: _____ Observaciones: _____ _____	<b>Cortadoras Y:</b> Operarios: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Observaciones: _____	
Operario: _____ Extruders: _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Eficiencia: _____ Observaciones: _____ _____	<b>Cortadoras U:</b> Operarios: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Observaciones: _____	
Operario: _____ Extruders: _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Eficiencia: _____ Observaciones: _____ _____	<b>Cortadoras gabacha:</b> Operarios: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Observaciones: _____	
Operario: _____ Extruders: _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Eficiencia: _____ Observaciones: _____ _____	<b>Cortadoras gabacha:</b> Operarios: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio: _____ Observaciones: _____	

### 6.2.1.2 Test para operadores

Los test para operadores se usarán para identificar todos los aspectos que afecten internamente al proceso, ya que en el se detallaran elementos como los paros debido a accidentes, bajones de luz, problemas de la máquina, etc. Estos datos permitirán al supervisor y al jefe de producción analizar las condiciones de la empresa, del proceso y de la operación que afectan la labor del operario.

Figura 12. Hoja de control operarios

HOJA DE CONTROL OPERARIOS	<i>Plásticos S.A.</i>
<b>Empresa:</b> <b>Departamento:</b> <b>Operario:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>ÁREA DE TRABAJO:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> EXTRUSIÓN           <input type="checkbox"/> CORTE         </div>	
<b>Máquinas a su cargo:</b> _____ _____ _____	
<b>Paros de máquina en el turno: (Marque con una X)</b> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 1</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 2</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 3</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 4</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 5</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 6</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 7</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 8</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 9</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 10</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 11</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 12</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 13</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 14</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 15</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 16</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 17</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 18</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 19</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 20</div> <div style="margin: 5px;"><input type="checkbox"/> 21</div> </div>	
<b>Escriba dos causas por las que paro la máquina:</b> 1. _____ 2. _____	
Libras producidas buenas: _____ Libras desperdicio suave: _____ Libras desperdicio duro: _____	
<b>Se le dio mantenimiento a las maquinas:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> SI           <input type="checkbox"/> NO         </div>	

### **6.2.2 Reinducción a operadores**

Todas las herramientas de control desarrolladas preverán de datos para determinar todos aquellos aspectos o elementos que afectan la producción, así como el rendimiento y trabajo de los operarios; es así como toman un lugar de suma importancia en el proceso de toma de decisiones para los supervisores y jefe de producción, ya que les permitirá analizar detalladamente la labor realizada por cada uno de los operarios y a la vez determinar todos aquellos aspectos externos que afectan su trabajo.

Cuando el análisis muestre que el operario tiene deficiencias en el trabajo que realiza, será necesario implementar un proceso de reinducción; para lo cual el supervisor del área en la que se encuentre trabajando el operario, se auxiliará de los diagramas de procesos, así como de los talleres y pláticas grupales.

## CONCLUSIONES

1. La definición de los procesos de extrusión y corte utilizados en la producción de bolsas plásticas, empleando técnicas de análisis de operaciones, permite establecer elementos concretos y fáciles de estudiar, que a la vez abren paso a la estandarización interna de los procesos de fabricación dentro de la empresa.
2. El análisis sistemático de las operaciones permite dividir cada proceso en elementos observables y medibles que forman parte de la estructura de los diagramas parte fundamental de la estandarización.
3. La utilización de técnicas de la Ingeniería de Métodos y la observación de las operaciones que forman parte de los procesos de producción de bolsas plásticas, permiten crear y establecer formatos de cronometración, que se adecuan a las necesidades de las actividades realizadas en la empresa, al tomar en cuenta los aspectos que afectan a las tareas, tanto de manera interna como externa.
4. La constante competencia en el campo industrial del plástico, ha obligado a las empresas a establecer tiempos estándar en las operaciones realizadas por los operarios, principalmente en las de carácter manual, estos estándares son obtenidos mediante el empleo de estudios de tiempos, los cuales desembocan en procesos más eficientes y a la vez una mayor competitividad en el mercado.

5. Los diagramas de procesos constituyen una herramienta que permite la estandarización, con la utilización de símbolos específicos que facilitan la comprensión y el análisis de los procedimientos, por lo que el conocimiento de la simbología y su significado ayudan al registro de las tareas estudiadas, contribuyendo a la correcta interpretación de la información diagramada, de manera que se puedan establecer los puntos críticos para efectuar las mejoras.
  
6. El diagrama Bimanual ayuda a registrar las operaciones realizadas por las manos de los operarios, permitiendo visualizar los movimientos ineficientes, y así poder implementar mejoras en el proceso, por su parte el diagrama Hombre-máquina establece la relación del trabajo entre los operarios y las máquinas, de manera que nos permite incrementar la eficiencia de la relación entre ambos.
  
7. El establecimiento de una guía o manual de los procesos estandarizados en la producción de bolsas plásticas, permite establecer patrones de comparación para futuros estudios, estableciendo las bases de una mejora continua en el proceso.

## RECOMENDACIONES

1. Al realizar un estudio para establecer elementos que forman parte de un proceso de producción se deben emplear adecuadas técnicas de análisis de operaciones, para dejar claros y concretos cada uno de ellos.
2. Al establecer los elementos de un proceso se debe tomar en cuenta aspectos como los siguientes:
  - Que comience y termine cada uno con puntos finales que se puedan detectar con facilidad, tales como movimientos o sonidos específicos.
  - Deben de estar lo mas coordinado posible.
  - Deben consistir en un patrón de movimiento realizado en secuencia sobre un objeto en particular; de preferencia deben cubrir sólo los movimientos para un objeto.
3. Los formatos de cronometración elaborados para el estudio de tiempos de cualquier proceso, deben realizarse luego de un cuidadoso examen, echo por medio de la observación y ayuda de métodos de la ingeniería, ya que debe de adecuarse a las necesidades del analista, de los operarios y de las condiciones que afecten a la tarea.
4. Establecer dentro de todos los procesos de producción tiempos estándar para las operaciones, de manera que permita realizar un trabajo más ordenado y eficiente, que permita reducir la cantidad de desperdicios y los tiempos de producción de los productos.



5. La empresa debe utilizar como herramienta de capacitación e inducción a los diagramas de procesos, ya que los mismos proveen de un método ordenado y sistemático para realizar las operaciones, permitiendo a los operarios mejorar sus técnicas y hacer un trabajo más eficiente.
  
6. Es de suma importancia poseer dentro de las empresas industriales diagramas de proceso bimanual y diagramas de proceso hombre-máquina, para mejorar la eficiencia de los operarios en las operaciones manuales y en las que interactúan con una máquina.
  
7. Es importante poseer registros de todos los estudios realizados a cualquier proceso, información que puede ser registrada en manuales técnicos que posteriormente serán utilizados en estudios posteriores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Dávila, Gabriel Enrique. “Manual Teórico-Practico del Laboratorio del Curso de Ingeniería de Métodos con software de Aplicación”. Trabajo de Graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2008.
2. de la Roca, Ing. Leonel. “**Manual de Prácticas de Ingeniería de Métodos**”, Edición Preliminar. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ingeniería. 1994.
3. Deming, W. E. **Calidad, productividad y competitividad**. Madrid: Díaz de Santos. 1989.
4. Echeverria Cardona, Pedro Francisco. “Manual del Laboratorio del Curso de Ingeniería de Métodos”. Trabajo de Graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1990.
5. García Criollo, Roberto. “**Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos**”, McGrawHill. México, 1998.
6. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad**. Edición revisada. México: Editorial McGraw-Hill, 2001.

7. Krajewski, Lee J. “**Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis**”, Quinta Edición. Pearson Education. México, 2000.
8. Niebel, Benjamin W. “**Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo**”, Décima Edición. Editorial Alfaomega. México, 2001. Call Hollahan.
9. Schroeder, Roger G. **Administración de operaciones**. 3era. edición. México: Editorial McGraw-Hill.
10. Urrutia Leal, José Luís. “Diseño de un Sistema de Control de Calidad en la Producción de Bolsas Plásticas”. Trabajo de Graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004.

## ANEXOS

**Tabla IV. Sistema Westing House**

<b>Destreza o Habilidad</b>		
+ 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
<b>Esfuerzo o Empleo</b>		
+ 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
<b>Condiciones</b>		
+ 0.06	A	Ideal
+ 0.04	B	Excelente
+ 0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
- 0.03	E	Aceptable
- 0.07	F	Malo
<b>Consistencia</b>		
+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
- 0.02	E	Aceptable
- 0.04	F	Malo


















Fuente: Niebel, Benjamin. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Referencia. Página 361 - 363

Tabla V. Concesiones o suplementos industriales

Suplementos recomendados por ILO	
A. Suplementos constantes:	
1. Suplemento personal	5
2. Suplemento por fatiga básica	4
B. Suplementos variables:	
1. Suplemento por estar de pie	2
2. Suplemento por posición anormal:	
a. un poco incómoda	0
b. incómoda (agachado)	2
c. muy incómoda (tendido, estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):	
Peso levantado, en libras:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a. un poco abajo de la recomendada	0
b. bastante menor que la recomendada	2
c. muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variable	0-100
6. Atención requerida:	
a. trabajo bastante fino	0
b. trabajo fino o preciso	2
c. trabajo muy fino y muy preciso	5
7. Nivel de ruido:	
a. continuo	0
b. intermitente –fuerte	2
c. intermitente –muy fuerte	5
d. de tono alto –fuerte	5
8. Estrés mental:	
a. proceso bastante complejo	1
b. atención compleja o amplia	4
c. muy compleja	8
9. Monotonía:	
a. nivel bajo	0
b. nivel medio	1
c. nivel alto	4
10. Tedio:	
a. algo tedioso	0
b. tedioso	2
c. muy tedioso	5

Fuente: Niebel, Benjamin. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Referencia. Página 386

Tabla VI. Therbligs

Nombre del therblig	Símbolo adoptado	Símbolo en inglés	Color distintivo	Símbolo gráfico
Buscar	B	S (search)	Negro	
Seleccionar	SE	SE (select)	Gris claro	
Tomar (o asir)	T	G (grasp)	Rojo lago	
Alcanzar	AL	RE (reach)	Verde olivo	
Mover	M	M (move)	Verde	
Sostener	SO	H (hold)	Ocre dorado	
Soltar	SL	RL (release)	Carmin	
Colocar en posición	P	P (position)	Azul	
Precolocar en posición	PP	PP (pre-position)	Azul cielo	
Inspeccionar	I	I (inspect)	Ocre quemado	
Ensamblar	E	A (assemble)	Violeta oscuro	
Desensamblar	DE	DA (disassemble)	Violeta claro	
Usar	U	U (use)	Purpura	
Demora (o retraso) inevitable	DI	UD (unavoidable delay)	Amarillo ocre	
Demora (o retraso) evitable	DEv	AD (avoidable delay)	Amarillo limón	
Planear	PL	PL (plan)	Castaño o café	
Descansar	DES	R (rest to overcome fatigue)	Naranja	

**Tabla VII. Sistema de suplementos**

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales					
1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas		
	Hombres	Mujeres	(calor y humedad)		
			Índice de enfriamiento en el termómetro		
Suplementos por			húmedo de – Suplemento		
Necesidades personales	5	7	Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
Suplementos base por fatiga	4	4	16	0	
			14	0	
			12	0	
			10	3	
2. Suplementos variables	Hombres	Mujeres	8	10	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	6	21	
			5	31	
B. Suplemento por postura anormal			4	45	
Ligeramente incómoda	0	1	3	64	
Incómoda (inclinado)	2	3	2	100	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7			
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			F. Concentración intensa	Hombres	Mujeres
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
7.5	2	3	G. Ruido		
10	3	4	Continuo	0	0
12.5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5	5
17.5	7	10	Estridente y fuerte		
20	9	13	H. Tensión Mental		
22.5	11	16	Proceso bastante complejo	1	1
25	13	20 (máx)	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
30	17	--	Muy complejo	8	8
33.5	22	--	I. Monotonía		
D. Mala iluminación			Trabajo algo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: García Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos. Referencia. Página 228