

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR -
MATRIZ**

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD**

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE
ENVASES PLÁSTICOS PARA ALIMENTOS EN LA EMPRESA
PLÁSTICOS ABC UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**

LICDA. TANNIA ISADORA JARAMILLO REMACHE

DIRECTOR: ING. IVÁN RUEDA, MGTR.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INNOVACIÓN, PRODUCTIVIDAD
Y COMPETITIVIDAD DE ORGANIZACIONES PÚBLICAS Y
PRIVADAS**

QUITO, OCTUBRE 2019

DIRECTOR:

Ing. Iván Rueda, Mgtr.

INFORMANTES:

Ing. Antonio Camacho, Mgtr.

Ing. Bayardo Flores, Mgtr.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi madre Cecilia Remache, por ser quien siempre ha estado en los momentos más difíciles brindándome su amor y protección, quien siempre ha creído y ha apoyado incondicionalmente el cumplimiento de mis metas y objetivos.

Isadora

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser el arquitecto que diseña mi camino y día a día brindarme la oportunidad de empezar de nuevo y adquirir nuevos conocimientos y experiencias que forjan mi vida.

Gracias infinitas a mis padres Hugo y Cecilia por su amor incondicional, por todo el esfuerzo y apoyo brindados en cada una de las etapas de mi vida, por la mejor herencia que me pueden dejar que es la educación y los principios y valores éticos que me han inculcado.

Un especial agradecimiento a mi director de tesis Iván Rueda, por su excelente guía en la realización del presente trabajo, por impartir sus conocimientos con mucha dedicación y profesionalismo compartiendo una herramienta útil que será utilizada en mi vida profesional.

A mis lectores y profesores Antonio Camacho y Bayardo Flores por su tiempo y enseñanzas impartidas en la docencia.

A José Rubén y a todo el personal de Plásticos ABC por abrirme las puertas de su prestigiosa empresa para realizar el presente trabajo de investigación.

A mis queridos hermanos Alfonso, Frantz, Marcel y a mis amigos Marco, Elizabeth, Santiago, Lorena y Carlos por los consejos, apoyo y motivación que me brindaron para finalizar este trabajo.

Finalmente, un agradecimiento a Benji, por su lealtad y compañía en las noches de desvelo...

Isadora

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1 DIAGNÓSTICO INTERNO Y EXTERNO DE LA EMPRESA	3
1.1 La industria del plástico.....	3
1.2 Análisis PESTA.....	6
1.2.1 Político-legal.....	6
1.2.2 Análisis económico.....	8
1.2.3 Análisis sociocultural	11
1.2.4 Análisis tecnológico	12
1.2.5 Análisis ambiental	14
1.3 Análisis Interno de la empresa.....	17
1.3.1 Antecedentes.....	17
1.3.2 Infraestructura.....	17
1.3.3 Maquinaria y Equipo de Producción	18
1.3.4 Estructura Organizacional de la empresa	19
1.3.5 Análisis Estratégico	20
1.3.6 Análisis Financiero	21
1.3.6.1 Índice de Liquidez	21
1.3.6.2 Análisis de Endeudamiento	23
1.3.6.3 Análisis de Rentabilidad	23
1.3.7 Productos	25
1.3.8 Clientes	25
1.3.9 Proveedores	27
1.3.10 Competencia	28
1.4 Análisis FODA	28
1.4.1 Formulación de Oportunidades y Amenazas	28
1.4.2 Formulación de Fortalezas y Debilidades	30
2 PRODUCTIVIDAD.....	37
2.1 Antecedentes.....	37

2.1.1	Competitividad y Productividad.....	38
2.1.2	Calidad y Productividad	39
2.2	Conceptos y Definiciones de Productividad.....	40
2.3	Importancia de la Productividad en las empresas.....	42
2.4	Factores que afectan a la productividad.....	44
2.5	Medición de la productividad	47
2.6	Métodos para medir la productividad	49
2.6.1	Método de Utilización – Eficiencia	56
2.6.1.1	Utilización	57
2.6.1.2	Eficiencia	58
2.6.2	Costos de producción.....	60
2.7	Herramientas utilizadas para mejorar la Productividad.....	63
2.7.1	El método de las 5 S	66
2.7.2	Mantenimiento de máquinas	68
2.7.3	Planificación de la producción	71
2.7.4	Sistema SMED: Manufactura Ágil.....	72
2.7.5	Implementación de Medios para facilitar el transporte	74
3	PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA PLÁSTICOS ABC.....	76
3.1	Proceso productivo de la empresa Plásticos ABC	76
3.2	Productividad actual de la producción de envases plásticos para alimentos en la empresa Plásticos ABC.....	83
3.2.1	Cálculo de la productividad actual mediante el método de Utilización – Eficiencia	91
3.3	Propuesta de mejora para incrementar la productividad en la empresa	105
3.3.1	Propuesta 1. Incremento de la productividad a través de la optimización de los tiempos perdidos durante la producción de los envases plásticos para alimentos.....	108
3.3.2	Propuesta 2. Mejora de la productividad reduciendo el tiempo de instalación de moldes y preparación de máquinas.....	122
3.3.3	Propuesta 3. Incremento de la productividad con la combinación de las dos propuestas planteadas.....	135

4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
4.1	Conclusiones.....	143
4.2	Recomendaciones	145
	REFERENCIAS.....	147
	ANEXOS.....	152
	Anexo 1: Toma de muestras para cálculo de tiempo estándar.....	153
	Anexo 2: Información para cálculo de mano de obra directa	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>PIB del sector de plásticos</i>	9
Tabla 2: <i>Empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos</i>	11
Tabla 3: <i>Máquinas y equipo de producción</i>	18
Tabla 4: <i>Índices de liquidez</i>	22
Tabla 5: <i>Índices de Endeudamiento y apalancamiento</i>	23
Tabla 6: <i>Análisis de rentabilidad</i>	24
Tabla 7: <i>Porcentaje de clientes Plásticos ABC por provincia</i>	27
Tabla 8: <i>Ponderación de factores FODA</i>	32
Tabla 9: <i>Análisis FODA Plásticos ABC</i>	35
Tabla 10: <i>Ciclos de producción de botellas plásticas para yogurt</i>	84
Tabla 11: <i>Tamaño de la muestra producción de botellas plásticas</i>	85
Tabla 12: <i>Cálculo de tiempo estándar producción de botellas plásticas</i>	86
Tabla 13: <i>Capacidad Nominal</i>	87
Tabla 14: <i>Tiempos perdidos</i>	90
Tabla 15: <i>Resumen tiempos perdidos en horas de la producción de botellas plásticos</i>	91
Tabla 16: <i>Tiempo Real Trabajado (TRT)</i>	92
Tabla 17: <i>Cálculo del índice de eficiencia, producción botellas plásticas</i>	93
Tabla 18: <i>Cálculo de la productividad</i>	94
Tabla 19: <i>Cálculo del tiempo real (TR)</i>	96
Tabla 20: <i>Cuello de botella o tiempo de ciclo</i>	97
Tabla 21: <i>Costo de materia prima directa</i>	99
Tabla 22: <i>Costo de mano de obra directa (MOD)</i>	101
Tabla 23: <i>Resumen del costo de mano de obra directa (MOP)</i>	102
Tabla 24: <i>Cálculo de los costos indirectos de fabricación (CIF)</i>	103
Tabla 25: <i>Cálculo de la variación de los costos indirectos de fabricación (CIF)</i>	103
Tabla 26: <i>Costo variable por unidad</i>	104
Tabla 27: <i>Margen de contribución por unidad y por hora</i>	104
Tabla 28: <i>Propuesta 1 para la mejora de la productividad en la empresa Plásticos ABC</i>	109

Tabla 29: <i>Capacidad Nominal (CN) y Tiempo Real Trabajado (TRT) mejorado</i>	111
Tabla 30: <i>Eliminación de tiempos perdidos producción semana 45</i>	112
Tabla 31: <i>Tiempo Real Trabajado (TRT) mejorado con eliminación de tiempos perdidos</i>	113
Tabla 32: <i>Productividad actual vs mejorada</i>	113
Tabla 33: <i>Cuello de botella o tiempo de ciclo mejorado</i>	114
Tabla 34: <i>Propuesta 1. Costo real por unidad, actual vs mejorado</i>	115
Tabla 35: <i>Margen de contribución por unidad y por hora, actual vs mejorado</i>	116
Tabla 36: <i>Costos fijos de Plásticos ABC</i>	117
Tabla 37: <i>Costo Real actual y mejorado con la propuesta 1</i>	117
Tabla 38: <i>Estado de resultados actual del lote de la semana 45 del 2018</i>	118
Tabla 39: <i>Nuevo estado de resultados obtenido con la propuesta 1</i>	119
Tabla 40: <i>Comparación de la situación actual vs situación mejorada propuesta 1</i> ...	120
Tabla 41: <i>Propuesta 2 para la mejora de la productividad en la empresa Plásticos ABC</i>	123
Tabla 42: <i>Capacidad nominal y tiempo real trabajado del cuello de botella propuesta 2</i>	128
Tabla 43: <i>Productividad del cuello de botella actual vs mejorada</i>	128
Tabla 44: <i>Tiempo real mejorado de cuello de botella</i>	129
Tabla 45: <i>Propuesta 2. Costo real por unidad, actual vs mejorado</i>	129
Tabla 46: <i>Margen de contribución por unidad y por hora, actual vs mejorado, propuesta 2</i>	130
Tabla 47: <i>Costo Real actual y mejorado con la propuesta 2</i>	131
Tabla 48: <i>Estado de resultados obtenido con la propuesta 2</i>	131
Tabla 49: <i>Comparación de la situación actual vs situación mejorada propuesta 2</i> ...	132
Tabla 50: <i>Comparación Utilidad actual vs utilidad mejorada</i>	134
Tabla 51: <i>Recuperación de la inversión</i>	134
Tabla 52: <i>Capacidad Nominal (CN) y tiempo real trabajado (TRT) del soplado</i>	135
Tabla 53: <i>Cálculo de la productividad con la combinación de las dos propuestas</i>	136
Tabla 54: <i>Costo Real actual y mejorado propuesta 3</i>	137
Tabla 55: <i>Estado de resultados obtenido con la combinación de las dos propuestas</i> ..	137
Tabla 56: <i>Comparación de la situación actual vs combinación de las dos propuestas</i>	138
Tabla 57: <i>Tiempos de producción mejorados</i>	140

Tabla 58: <i>Comparación Utilidad actual vs utilidad mejorada</i>	141
Tabla 59: <i>Recuperación de la inversión</i>	141

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Fabricación de Producto de Plástico.....	4
<i>Figura 2:</i> Cadena productiva del plástico.....	5
<i>Figura 3:</i> Usuarios Intermedios del plástico.....	6
<i>Figura 4:</i> Hogares que clasificaron residuos a nivel nacional.....	14
<i>Figura 5:</i> Hogares que clasificaron los Residuos Inorgánicos a nivel nacional.....	15
<i>Figura 6:</i> Disposición final de residuos inorgánicos en 2014.....	15
<i>Figura 7:</i> Zonificación planta.....	18
<i>Figura 8:</i> Organigrama Plásticos.....	19
<i>Figura 9:</i> Cartera de clientes de Plásticos ABC.....	26
<i>Figura 10:</i> Reacción en cadena de la mejora de actividades en una empresa.....	39
<i>Figura 11:</i> Composición del tiempo de trabajo básico y suplementario en las operaciones.....	65
<i>Figura 12:</i> Flujograma proceso productivo de botellas plásticas, presentación 1.000g y 1.750g.....	79
<i>Figura 13:</i> Flujograma proceso productivo de botellas plásticas, presentación 180g....	80
<i>Figura 14:</i> Variación de la productividad propuesta 1.....	121
<i>Figura 15:</i> Reducción del costo de producción e incremento de MCU, propuesta 1...	121
<i>Figura 16:</i> Distribución actual de la bodega de moldes y distancia de recorrido de moldes.....	125
<i>Figura 17:</i> Nuevo orden de bodega de moldes.....	126
<i>Figura 18:</i> Organización actual de herramientas para preparación de máquinas, empresa Plásticos ABC.....	127
<i>Figura 19:</i> Variación de la productividad, propuesta 2.....	133
<i>Figura 20:</i> Reducción del costo de producción e incremento de MCU, propuesta 2...	133
<i>Figura 21:</i> Variación del porcentaje de productividad propuesta 3.....	139
<i>Figura 22:</i> Reducción del costo de producción e incremento del MCU.....	139

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la empresa Plásticos ABC ubicada en la ciudad de Quito, dedicada hace más de 30 años a la fabricación de productos plásticos para las distintas industrias del país; el objetivo fue realizar un análisis de la productividad actual de la empresa bajo el método de utilización y eficiencia, usando el tiempo como el principal recurso de producción y en base a los resultados obtenidos plantear escenarios de mejoras a implementarse para optimizar el tiempo de producción y todos los recursos que participan en el proceso, buscando resultados que lleven al incremento de la productividad, con la cual aumenta la rentabilidad de la empresa, haciéndola más competitiva en el mercado al ofrecer productos de calidad a sus clientes.

El estudio fue realizado en la línea de producción de envases plásticos para el envasado de yogurt, solicitado por un cliente de la industria alimenticia en la semana 45 del año 2018; se escogió este producto ya que representa el 40% total de la producción de la empresa, el 60% restante está distribuido en las demás líneas de producción.

El trabajo fue realizado en cuatro capítulos; en el primero se realiza un diagnóstico externo e interno de la empresa, donde se describe la situación de la industria del plástico en el país a través de un análisis PESTA y como esto afecta o favorece al desarrollo de la empresa; esta información, cotejada con el diagnóstico interno de la empresa, donde determina todos los recursos con los que la empresa cuenta, sirvió para el desarrollo del análisis FODA donde se determinó las principales fortalezas y oportunidades con las que la empresa cuenta para desarrollarlas y las debilidades y amenazas para tomar medidas que eviten los riesgos.

En el capítulo dos se expone el marco teórico en el cual se fundamenta el tema de la productividad, sus principales conceptos y definiciones, la relación de la productividad con la calidad y la competitividad y las ventajas que trae a las empresas su incremento; se detalla la fórmula de la productividad y los diferentes métodos para su medición, entre ellos se describe a profundidad del método de utilización y eficiencia, escogido

para el desarrollo del presente trabajo; finalmente una descripción de las diferentes herramientas que fueron utilizadas para el planteamiento de mejora de la productividad.

En el capítulo tres, una vez levantado el proceso productivo, se definió el tiempo estándar de cada uno de los puestos de trabajo para determinar el cuello de botella, en base a esa información se procedió a medir la productividad actual de la empresa con el método de utilización y eficiencia; posteriormente se plantea tres propuestas de mejora de la productividad donde en base del estado de resultados obtenido por cada escenario, se escogió la mejor propuesta para su puesta en marcha.

Finalmente, en el capítulo cuatro se realiza las conclusiones a las que se llegó con la realización del presente trabajo de investigación, demostrando que con el incremento de la productividad la empresa obtuvo mayores beneficios en su rentabilidad y se recomienda las acciones que se deben tomar para mantener y aumentar los cambios favorables para la empresa.

INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera constituye uno de los sectores económicos de mayor importancia para un país, pues al ser un sector que fabrica una gran diversidad de productos, contribuye a la economía y al mejoramiento de la calidad de vida, generando fuentes de empleo para la sociedad (EKOS, 2018).

En el Ecuador, este sector tuvo una participación en la economía del 16% con respecto a los demás sectores productivos, durante el año 2016; estimándose que para el 2018 alcance el 17,3% (EKOS, 2018); porcentaje que podría mejorar si el sector es capaz de producir bienes con un alto grado de diferenciación, en relación a los competidores del mercado; otro factor que garantiza el éxito de la industria, es el acceso a las materias primas y bienes de capital, requeridos para la producción, los cuales se vieron afectados durante los años 2009, 2015 y 2016, cuando se aplicaron las restricciones arancelarias en el país, registrándose una tasa de decrecimiento del -0,8%, -0,8% y -1% respectivamente (EKOS, 2018).

La fabricación del plástico, objeto del presente estudio, es una de las actividades que se encuentra dentro de la industria manufacturera, también ha sido afectada con la aplicación de las restricciones arancelarias, pues esta actividad depende mucho de la importación de materias primas, al no contar en el país con una planta refinadora para la producción de los polímeros requeridos en la elaboración de productos plásticos.

La fabricación del plástico, registra un alto desarrollo en el país, pues al ser un material dócil en el que se puede trabajar con mayor facilidad, ofrece una gran diversidad de productos a los diferentes sectores económicos; siendo la industria de materiales de plástico para la construcción y la industria de botellas plásticas para bebidas, las que registran un mayor dinamismo dentro de este sector; debiéndose el progreso de este último, a estar estrechamente ligado a la diversificación de marcas de gaseosas, jugos, bebidas lácteas, entre otros (Jácome & Sáenz, 2011).

La producción del plástico, tiene un aporte significativo a la economía del país, registrando una participación del 0,49% al total del Producto Interno Bruto PIB, generó 13.581 fuentes de empleo en el 2016 (Corporación Financiera Nacional CFN, 2017). Para lograr que el sector del plástico alcance altos niveles de crecimiento, es necesario que las empresas tomen medidas para optimizar sus recursos y hacer más eficientes sus procesos, una herramienta que aporta para alcanzar esos objetivos es la productividad, que se obtiene cuando hay una utilización eficaz y eficiente de los recursos durante la producción de bienes y servicios.

1 DIAGNÓSTICO INTERNO Y EXTERNO DE LA EMPRESA

1.1 La industria del plástico

El plástico, por su facilidad de tomar cualquier forma en su transformación, es utilizado por todas las industrias para la prestación de diferentes servicios; para la fabricación de productos de plástico es necesario adquirir la materia prima, denominada polímeros, la cual se extrae de la refinación del petróleo y gas natural; los polímeros se pueden clasificar en termoplásticos, que comprenden los plásticos blandos y flexibles, cuando se calientan, son moldeados a presión, de estos se deriva el polietileno, que constituye el material más utilizado en la industria del plástico, según la tecnología utilizada, se tiene dos tipos de polietileno, el de baja densidad que es utilizado para producir películas delgadas y resistentes y el polietileno de alta densidad, empleado para producir recipientes por soplado como las botellas plásticas (Vigilante, 2009); otra clasificación de los polímeros, son los termoestables, que son los plásticos que solo pueden ser moldeados una sola vez exponiéndolos al calor y no pueden volver a fundirse sin ser degradados, tampoco son reciclables, su transformación es más complicada por ser un material más rígido; finalmente están los polímeros elastómeros, cuya característica es su elevada elasticidad y capacidad para estirarse, son difíciles de transformar, no son reciclables (Fombuena, Fenollar y Montañes, 2016).

La fabricación de los plásticos en cualquiera de sus clasificaciones, se realiza a través de la aplicación de calor, mediante los procesos de inyección, extrusión, compresión y soplado, según la forma y la utilización a la que se vayan a destinar, como se explica en la Figura 1. Posteriormente cuando el plástico ha cumplido su vida útil es importante gestionar, los desechos para la protección del ambiente y cumplir con los reglamentos legales de su utilización; una metodología que se ha practicado mucho es la regla de las 3R que se traducen a reducir, reutilizar y reciclar.

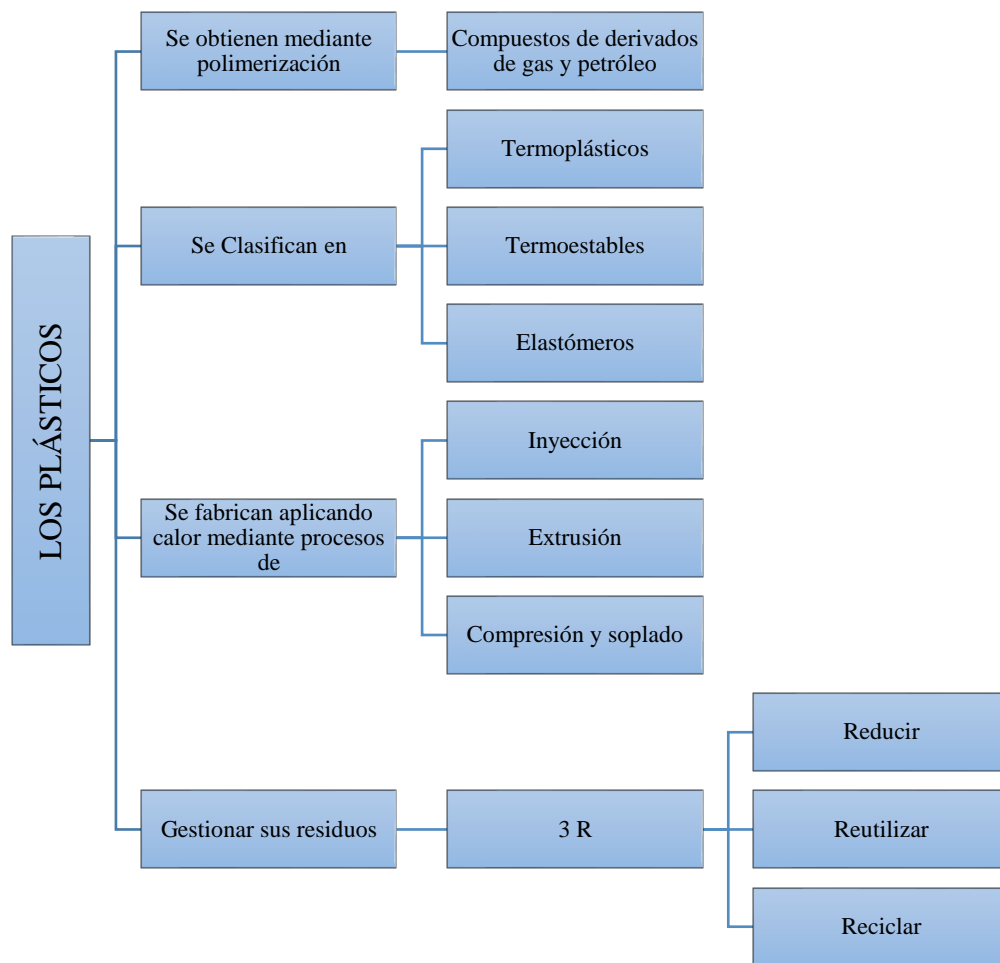


Figura 1: Fabricación de Producto de Plástico

Fuente: CFN, 2017, p. 7.

En el Ecuador, la actividad productiva del plásticos inicio en los años 1930, constituyéndose con el tiempo en una actividad importante por tratarse de un material utilizado para producir productos requeridos en otras industrias del país, como es el caso del sector de alimentos donde cerca del 50% de productos alimenticios son empacados en envases plásticos para ayudar a su conservación y facilitar su transporte (Andrade, Quinde, Pisco & Asencio, 2018).

La cadena productiva del plástico en el Ecuador, como se observa en la Figura 2, se inicia en la fase de transformación de la materia prima, que es refinada en la industria petroquímica y transformada a polietileno, PVC, poliestireno, polipropileno y PET; este material es importado al país por los proveedores de resinas y aditivos, quienes abastecen a las empresas transformadoras del plástico, que cuentan con las maquinarias, equipos, herramientas y otros insumos necesarios para transformar el plástico a

cualquiera de sus formas; convirtiéndolos en bienes para el consumo final o son entregados a usuarios intermedios de plásticos, hasta llegar a manos del consumidor final (Andrade et al. 2018; CFN, 2017).

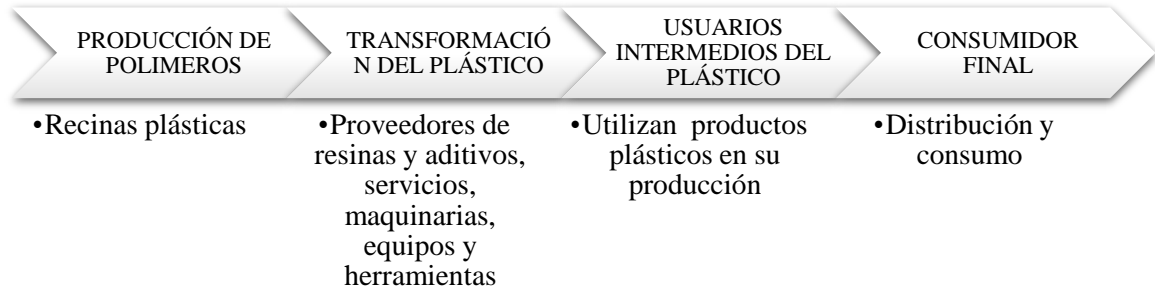


Figura 2: Cadena productiva del plástico

Fuente: CFN, 2017, p. 8.

Según Andrade et al. (2018), Durante el año 2016, el 73,5% de la oferta total de plásticos, fue producido localmente, mientras el 26,5% fue importado; de toda la producción de ese año, el 67% fue destinado a usuarios intermedios, siendo utilizado como insumo en otras industrias de bienes o servicios, el 28% fue utilizado para el consumo final en hogares y un 5% destinado para ser exportado.

Los usuarios intermedios del plástico, son aquellas industrias que utilizan los productos plásticos en sus diferentes formas como insumos dentro de su cadena de valor, la Figura 3, detalla cuáles son estas industrias, el porcentaje al cual corresponde cada una y la utilización que se da al plástico; siendo la industria manufacturera la que capta el 36% de los usuarios intermedios y constituyéndose la industria que más utiliza los productos plásticos en sus cadenas productivas, de este grupo, el sector de elaboración de alimentos con el 48% y el de bebidas no alcohólicas con el 12%, requieren mayormente de envases y botellas plásticas para envasar sus productos (Andrade et al. 2018).

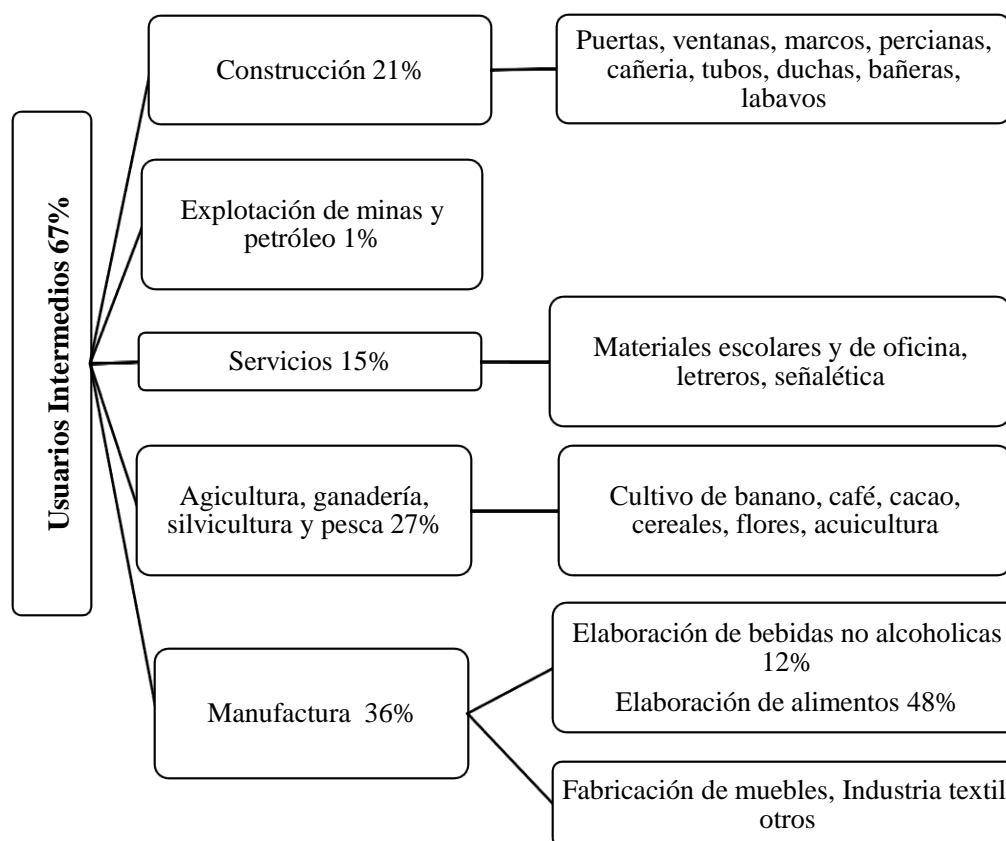


Figura 3: Usuarios Intermedios del plástico

Fuente: Andrade et al. 2018, p. 16.

Para dar inicio al diagnóstico de la empresa Plásticos ABC, con lo que se obtendrá la información necesaria para el planteamiento de la mejora de la productividad, es indispensable identificar los aspectos externos del mercado, que puedan afectar al desarrollo de la empresa, y los aspectos internos en los que puede trabajar para mejorar su producción. Por lo que a continuación se realiza un estudio PESTA, donde se aborda los ámbitos externos a la empresa en base a lo político-legal, económico, social, tecnológico y ambiental del país con respecto a la industria del plástico.

1.2 Análisis PESTA

1.2.1 Político-legal

La transformación de la matriz productiva del Ecuador, constituye una de las políticas gubernamentales que rigen en el país durante los últimos años, y tiene como finalidad crear un modelo productivo democrático e incluyente, que vaya a la par con los

objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir; para esto el MIPRO basa el desarrollo de sus actividades en la Política Industrial del Ecuador 2016 -2025, cuya “estrategia industrial radica en crear a mediano y largo plazo una economía que alcance mayor conocimiento y capacidades de innovación, y a corto plazo crear iniciativas que permitan potencializar algunas cadenas productivas para incrementar las exportaciones” (MIPRO, 2016, p. 11).

En base a lo mencionado por el MIPRO (2016), el Estado busca que la estructura industrial diversifique sus productos y servicios para ampliar su oferta hacia mercados internacionales, impulsando a la industria a ser más competitiva, incrementando la productividad a través de la optimización de los recursos para crear mayores fuentes de empleo y la mejora de los salarios, de igual manera se plantea la incorporación de nuevas tecnologías para alcanzar la innovación en los procesos productivos para ser capaces de satisfacer las necesidades del mercado con productos de alta calidad, siendo uno de los aspectos más importantes ya que constituye un criterio considerado por los consumidores al momento de adquirir un bien o servicio y es lo que abre las puertas a mercados internacionales. Estudios mencionan que el Estado ha venido desarrollando varios instrumentos normativos que incluyen incentivos para que los empresarios apuesten sus inversiones en el mercado ecuatoriano, de esa manera desarrollar la industria; una muestra de esto se observa en el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, donde se han realizado contratos de Inversión por más de USD 6.600 millones; la Ley de Asociación Público – Privada, también ha sido facilitadora para el desarrollo de importantes proyectos.

El principal objetivo de las nuevas normativas legales que rigen la industria productiva es proveer de incentivos para impulsar las inversiones, al mismo tiempo de normalizar y facilitar su ejecución (MCPEC, 2016). Como se manifiesta en la presente política Industrial del Ecuador, la producción de plásticos está clasificada dentro de las industrias intermedias y finales (IIF), que son “aquellas que a partir de los productos y material resultante de las industrias básicas se obtiene productos intermedios (insumos) o productos para su uso final.”(MIPRO, 2016, p. 82), y dentro de las IIF, en el subsector de productos de caucho y plástico, por lo que los productos plásticos están considerados en el contexto de las políticas sectoriales para la repotenciación de la matriz productiva,

como una especificidad de la estructura y su potencialidad para generar y difundir conocimientos e innovación.

A pesar de las políticas del gobierno en promover una industria productiva y dinámica, el sector del plástico se ha visto afectado debido a las restricciones arancelarias aplicadas en años anteriores, y los impuestos que se han debido pagar al importar las materias primas para su producción al no existir una industria petroquímica en el país; de igual manera las imposiciones a la importación de maquinaria; sin embargo están de acuerdo en que es necesario la innovación y mejora de tecnologías para que haya un desarrollo del sector, para lo cual se ha propuesto a más de la reducción de aranceles, la creación de un instituto con inversión conjunta del estado, la empresa privada y de las universidades a fin de fomentar el desarrollo tecnológico y así mejorar la productividad de la actividad, fortaleciendo de ese modo la competitividad en el mercado y las relaciones comerciales importación-exportación.

Aunque el gobierno presente políticas donde se busca desarrollar la matriz productiva, en el sector existe mucha inseguridad y poca confianza a las leyes y normativas presentadas, además de la falta de comunicación y acuerdos con el sector privado, que ha traído como consecuencia la disminución de inversiones extranjeras en el país y un limitado desarrollo de la industria productiva por el encarecimiento en los costos de producción de materias primas y bienes de capital (Maldonado, 2018).

1.2.2 Análisis económico

El subsector de productos de caucho y plástico, al ser parte de la industria manufacturera, se encuentra dentro de los denominados sectores estratégicos, considerados para el cambio de la matriz productiva, razón por la cual, el gobierno a través del MIPRO ha generado la mencionada anteriormente Política Industrial del Ecuador 2016 - 2025, que busca apoyar y fortalecer a la industria, impulsándola a su desarrollo para atraer la inversión extranjera (Supercias, 2017).

La fabricación de productos de caucho y plástico aportó a la industria con un 6,89%, generando un total de \$1.435.151.405 millones de dólares, con un total de 211

empresas, hasta el año 2011, según información del Censo Nacional Económico (CENEC), realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2011).

Durante el año 2013 el subsector de productos de caucho y plástico, fue una de las actividades que generó mayor aportación a la industria manufacturera, dejando una utilidad de \$81,64 millones de dólares y una participación del 6,58%; en el año 2014 disminuye la utilidad y participación del subsector, presentando un decrecimiento del -11,77% y una utilidad de \$75,51 millones de dólares; durante el año 2015 de igual manera se reportó una disminución en la utilidad, alcanzando los \$71,32 millones de dólares, un decrecimiento de -1,65% y una participación del 6,37% (Supercias, 2017).

En las cifras mostradas por la Supercias (2017), la industria manufacturera, tuvo una participación en el Producto Interno Bruto (PIB) del 16% en el 2017; en cuanto al subsector de productos de caucho y plástico, a pesar del decrecimiento registrado en los dos años anteriores, en el 2015 su aporte a las Industrias Intermedias y Finales (IIF) fue de un 7% al valor agregado bruto, y una participación de las exportaciones e importaciones del 10% y 5% respectivamente.

Maldonado (2018) mencionó que en el 2015 el sector del plástico generó 15.000 empleos directos y 60.000 empleos indirectos, estimando para el 2017 una participación del 0,47% al PIB nacional. Con respecto a los años anteriores al 2018, como se detalla en la Tabla 1, se registró que entre los años 2014 al 2017 hubo una variación de cuatro puntos porcentuales en la participación de la actividad productiva del plástico al PIB nacional, sumando para el 2017 \$265.09 millones y una participación del 0,37% al PIB y observándose un decrecimiento del 2% respecto al año 2016 (CFN, 2018).

Tabla 1

PIB del sector de plásticos

Año	Fabricación de productos de caucho y plástico (Millones USD)	PIB TOTAL (Millones USD)	Participación % PIB
2014	289.35	70,105.36	0,41%
2015	282.93	70,174.68	0,40%
2016	270.94	69,314.07	0,39%
2017	265.09	70,955.69	0,37%

Fuente: CFN, 2018, p. 8

A pesar de que la industria del plástico se ha mantenido a flote durante los últimos años, las restricciones comerciales provocaron el decrecimiento de la actividad en los años 2009, 2015 y 2016; sin embargo, para el gobierno, el sector está en condiciones de salir del estancamiento ya que en el 2017 incrementó en 1% su participación y para el 2018 se espera que la tasa de participación aumente un 2,5%, se cree que este mejoramiento se dará debido al mayor dinamismo de la economía que se viene experimentando entre el 2017 y el 2018 y a la reducción de tasas arancelarias e impuestos a las importaciones; este último es favorable para las empresas productoras de plásticos que deben importar sus maquinarias, equipos y materia prima, pero por otro lado se puede convertir en una amenaza para la industria, pues al no existir en el país una industria petroquímica para la producción de materia prima, los costos de esta son más altos que las de otros países, haciendo que entren al país productos plásticos con precios mucho más bajos que los del mercado Ecuatoriano, afectando directamente la producción de muchas empresas. Sin embargo, se tiene la percepción de que la demanda interna aumento en el 2017, al igual que los créditos, generando mayor confianza en inversionistas (Maldonado, 2018).

En cuanto a la actividad económica de fabricación de artículos de plástico para el envasado de productos como bolsas, sacos, cajones, cajas, garrafones, botellas, se registró una de las mayores aportaciones al subsector en el año 2013, con \$23,61 millones de dólares y el 32,60% de participación; para el 2014 aunque hay una disminución de la utilidad, \$22,23 millones de USD, su participación aumentó al 35.65%; durante el 2015 la utilidad generada es de \$26,12 millones de dólares y 36.62% de participación (Supercias, 2017).

Con respecto a las exportaciones de productos de plástico, durante el año 2016, el sector exporto 117.49 millones USD, sin embargo para el 2017 se reportó una caída del 8%, registrándose un valor de 108.27 millones de USD en exportaciones; para septiembre del 2018 se exporto 90.27 millones USD, cubriendo hasta ese momento el 83% del valor en dólares de las exportaciones del año anterior; los países de destino de la mayor parte de exportaciones son Colombia con un 28%, Perú 16%, Chile 12% y Estados Unidos 12% (CFN, 2018).

La importaciones entre los años 2013 a 2016 han descendido de 1,075.02 millones de USD a 822.93 millones de USD, aumentando para el año 2017 en 14% con respecto al

2016; para septiembre de 2018, las importaciones alcanzaron 807.64 millones USD; los países a los que principalmente se exporta son Estados Unidos, Colombia y China (CFN, 2018).

1.2.3 Análisis sociocultural

La mayor concentración de empresas productoras de plásticos en el Ecuador, está en las provincias de Pichincha y Guayas, que concentra el 34% y el 55% respectivamente; el 11% de empresas se encuentran en Azuay un 4%, Tungurahua el 2%, Manabí el 2% y el resto de provincias (CFN, 2018). La Tabla 2 muestra la participación en el mercado Ecuatoriano de las grandes, medianas, micro y pequeñas empresas, que se dedican a la producción de plástico, las cuales aportaron a la generación de un total de 12.221 plazas de empleo en el año 2017, para este año, las grandes empresas constituían un total de 31 y aunque siendo menos que las otras, concentraban el mayor número de trabajadores 7.461; las medianas con un total de 62 empresas, empleaban a 3.332 personas; se registró un total de 71 microempresas con 391 empleados y finalmente 73 pequeñas empresas, que emplearon a 1.037 personas (CFN, 2018).

Tabla 2

Empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos

Fabricación de Productos de Plástico (C222)	Número de Empresas 2016	Número de Empleados 2016
Grande	31	7.461
Mediana	62	3.332
Microempresas	71	391
Pequeña	73	1.037
Total General	237	12.221

Fuente: CFN, 2018, p. 7

Según la CFN (2017), el año 2016 Ecuador registró un total de 278 empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos, generando un total de 13.581 empleos, de los cuales 10.093 trabajadores pertenecían al sector de las empresas denominadas grandes; como se puede observar, dichas cantidades disminuyeron el años 2017. Hasta el 2011, la fabricación de productos de caucho y plástico generó un total de 15.677 empleos,

registrando un valor de \$88.019.305 millones en sueldos y salarios y un porcentaje de representatividad del 7,08% (INEC, 2011); la industria de producción de caucho y plástico ocupaba el tercer lugar en concentración de generación de empleo con respecto a la industria manufacturera.

En el desarrollo de la nueva matriz productiva del país, una de las políticas sustantivas gubernamentales es el incremento y mejoramiento de la educación superior y otorgamiento de becas para especialización en el exterior, cuyos objetivos son precisamente los avances en innovación en los ámbitos productivos del país (MCPEC, 2016). Estos aportes para el fortalecimiento del talento humano, su especialización e integración efectiva a la productividad, se constituyen en elementos de cohesión social, como son el trabajo y la generación de pensamiento tecnológico y científico integrado a la producción, para satisfacer la demanda social de la colectividad.

El MIPRO (2016), en la política Industrial del Ecuador 2016 -2025 propuso el sistema de becas cofinanciadas del 50% la industria privada y 50% el sector público, en carreras requeridas en las diferentes ramas productivas del país, con el objetivo de crear personal altamente calificado para que aporte a la productividad e innovación de la industria local, garantizando la vinculación laboral del estudiante a su retorno. De igual manera se ha planteado a corto plazo, con un capital inicial de \$20 millones, financiar los emprendimientos productivos que generen innovación a través del proyecto “fondo de capital semilla”, como un aporte a la generación de empleo e incremento de la producción local.

1.2.4 Análisis tecnológico

La tecnología es un desafío constante para la industria manufacturera, pues las exigencias de los consumidores y la constante innovación de productos, hace que las empresas tengan que cambiar su estrategia para estar acorde con los cambios del mercado y así mantenerse a la vanguardia. Durante una entrevista mantenida con el gerente de la empresa, se manifestó que en la industria del plástico resulta una desventaja la ausencia de personal calificado y la tecnología necesaria para construir los moldes de elaboración de las botellas plásticas, pues al no existir talleres de matricería, se debe solicitar el servicio a países vecinos, encareciendo los costos de producción y

muchas veces perdiendo oportunidades de venta al tener que esperar mucho tiempo hasta importar los moldes para la producción.

La tecnología y la innovación en el Ecuador es solo para las grandes empresas que cuentan con el capital necesario para la inversión, las máquinas necesarias para el sector del plástico son las sopladoras, inyectoras, estructuradoras y moldes de fabricación, para su adquisición, las empresas deben importarlas de Asia y Europa; por lo que quienes se dedican a esta actividad requieren de una fuerte inversión cuando desean innovar en sus empresas (Revista Líderes, 2018).

Según el MCPEC, (2016), se planteó ampliar el número de partidas arancelarias con el objetivo de permitir el acceso de materia prima y bienes de capital que no se produzcan en el país o que padezcan de deficiencias, y que tengan la tecnología necesaria para producir bienes y servicios de calidad a menores costos y gastos de la industria, de esta manera incentivar a la industria para que se alcance la matriz productiva propuesta.

En el artículo 4, título II del acuerdo ministerial No. 019 (MAE, 2014, p. 5), al referirse a innovación y tecnología, se menciona que:

Se debe fomentar a nivel nacional la investigación, transferencia de tecnología y desarrollo de bioplásticos y plásticos degradables, así como la conformación de laboratorios certificados para verificar que los materiales (polímeros) y aditivos impulsores de la degradación, no afecten al ambiente, por lo que, las entidades de educación superior, institutos de investigación en ciencia y tecnología, y organismos públicos y privados, pueden invertir en este tipo de estudios y proyectos para producción de bioplásticos y plásticos degradables en el Ecuador (p. 5).

El artículo 7 del acuerdo ministerial No.19, menciona el mejoramiento de los procesos tecnológicos que las empresas productoras de plástico deben realizar para cambiar el diseños de sus productos, promoviendo así de manera efectiva la reducción en la fuente, para minimizar las cantidades de residuos plásticos (MAE, 2014).

1.2.5 Análisis ambiental

El plástico es un producto de uso común en las diversas actividades de la sociedad, sin embargo, se ha convertido en uno de los principales problemas que afecta al ambiente, pues al ser un producto desechable de tipo inorgánico, genera una gran cantidad de residuos, que en mucho de los casos no son adecuadamente tratados, por tal razón, en los últimos años se han comenzado a tomar diferentes medidas aplicadas a las industrias productoras para minimizar las consecuencias del inadecuado tratamiento de residuos causado por esta actividad. Al considerar al plástico como un material de tipo reciclado, se ha registrado que muchos hogares de la población ecuatoriana, han comenzado a tomar conciencia sobre el tema, clasificando sus residuos inorgánicos sólidos para aportar de alguna manera a no contaminar el medio ambiente; durante el año 2014 se pudo observar que con respecto a años anteriores, un 38,32% de las familias ecuatorianas tomaron medidas para reciclar los desechos inorgánicos sólidos, como los envases de plástico; entre los años 2010 y 2014 la práctica del reciclaje tuvo un incremento del 13,16%, como se detalla en la Figura 4 a continuación, lo que muestra que hay la conciencia en más de un tercio de la población ecuatoriana sobre la importancia del reciclaje (INEC, 2014).

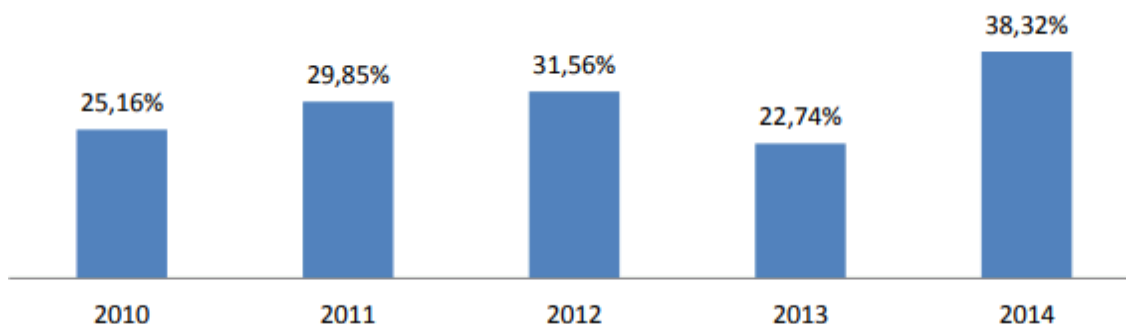


Figura 4: Hogares que clasificaron residuos a nivel nacional

Fuente: INEC, 2011, p. 6

Los tipos de residuos que son clasificados en los hogares ecuatorianos son plásticos, papel-cartón y vidrio; de los cuales el plástico constituye el residuo de mayor clasificación, con un 38,48% con respecto a los otros, cuya información se ilustra en la Figura 5.

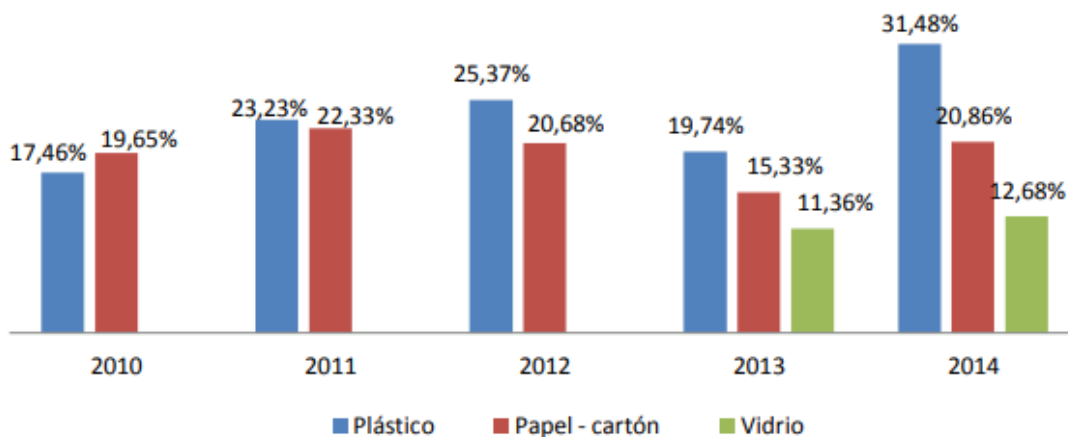


Figura 5: Hogares que clasificaron los Residuos Inorgánicos a nivel nacional

Fuente: INEC, 2014, p. 6

De la disposición final de los desechos inorgánicos reciclados, como muestra la figura 6, el 72,55% de familias optaron por regalar a recicladores o vender, lo cual contribuye a la recuperación de material para que pueda ser utilizado en otro tipo de actividades, un 11,37% de hogares depositó el plástico reciclado directamente en la basura, el 12,29% lo llevó directamente a centros de acopio o contenedores especiales y un 3,80% ha afirmado haber quemado el material o arrojado a quebradas (INEC, 2014).

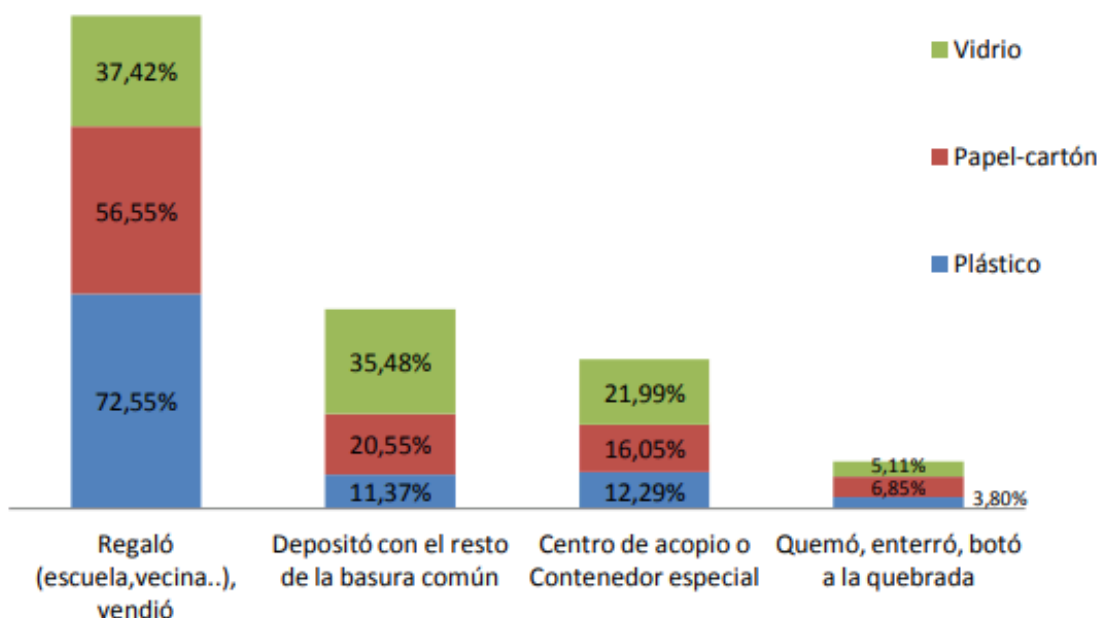


Figura 6: Disposición final de residuos inorgánicos en 2014

Fuente: INEC, 2014, p. 10.

Para incentivar el reciclaje de las botellas plásticas y contribuir a la disminución de la contaminación del ambiente, la Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, creó el Impuesto Redimible a las botellas plásticas no retornables, donde el consumidor tiene la opción de recuperar el valor pagado por concepto de dicho impuesto; el valor a recuperar por cada botella recolectada es de dos centavos de dólar, los beneficiarios de esta devolución serán recicladores, centros de acopio, embotelladores e importadores registrados en el Servicio de Rentas Internas (SRI) y el MIPRO (SRI, 2011).

El gobierno nacional según el artículo 14 de la constitución de la República “considerando el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay” (MAE, 2014, p. 1); a través del Ministerio del Ambiente ha desarrollado políticas ambientales, que buscan minimizar el impacto de la producción de la industria plástica en el medio ambiente, fomentando cambios en la forma de consumir de la población y una producción más limpia, con responsabilidad social; el artículo 5, título II del acuerdo ministerial No. 019 (MAE, 2014) manifiesta que:

Las entidades sujetas al presente Acuerdo, deben promover y efectivizar en sus procesos productivos de fabricación, acondicionamiento y/o tratamiento de plásticos, la reducción de la contaminación ambiental, incluyendo gases contaminantes, material particulado y descargas líquidas, mediante la utilización de sistemas de retención de finos y sistemas de captación de polvo, purificación de gases contaminantes, tratamiento de descargas líquidas, entre otros, en base a lo estipulado en el libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA (p. 5).

De igual manera en el Artículo 6 del Acuerdo Ministerial 19, establece que las industrias productoras de plástico en el Ecuador deben tener métodos para la eliminación de residuos, gases contaminantes, descargas líquidas mediante la utilización de sistemas especializados para la captación de polvos, gases o cualquier ente contaminante; asegurándose que estos residuos no sean lanzados directamente al medio ambiente, causando daños en los ecosistemas (MAE, 2014).

1.3 Análisis Interno de la empresa

1.3.1 Antecedentes

Plásticos ABC, es una empresa constituida hace 33 años, en la ciudad de Quito, con la finalidad de elaborar envases plásticos, metálicos o de cualquier otro material y en general todo lo relacionado con la industria de plástico, para su comercialización y distribución dentro y fuera del Ecuador. Produce envases plásticos para la industria alimenticia, química, farmacéutica y de la construcción; renovándose continuamente con la adquisición de nuevas tecnologías y maquinaria necesaria para satisfacer los requerimientos de sus clientes. La empresa se encuentra en la capacidad de abastecer a un gran número de clientes al poseer una infraestructura de máquinas sopladoras e inyectoras de polietileno, polipropileno y pet (Moreno, 2008).

1.3.2 Infraestructura

Plásticos ABC cuenta instalaciones amplias y adecuadas para el desarrollo de las actividades productivas, como se muestra en la Figura 7, las instalaciones están distribuidas en seis zonas bien definidas; la zona 1 corresponde a las oficinas administrativas, en la zona 2 se encuentra la cámara de transformación, una cafetería y bodega 1; en la zona 3 está la bodega 2 con planta alta, planta baja y área de mantenimiento; la zona 4 está distribuida el área de producción; en la zona 5 están las bodegas 3,4,5 y área de despacho; finalmente la zona 6 que es el área de parqueaderos.

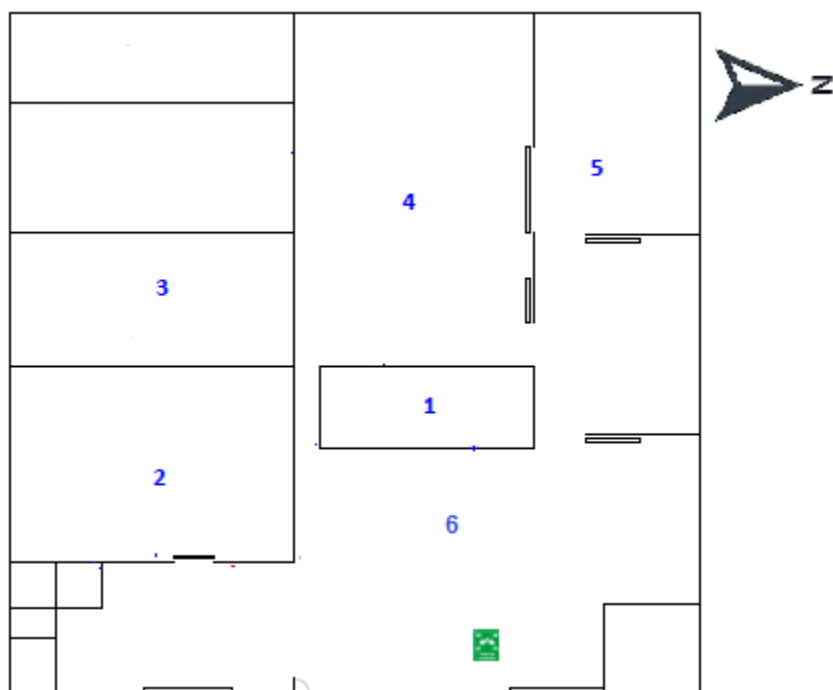


Figura 7: Zonificación planta

Fuente: Plásticos ABC, 2015, p. 1.

1.3.3 Maquinaria y Equipo de Producción

La zona 4 donde se encuentra instalada la planta productiva, cuenta con la maquinaria y equipo necesario para la elaboración de sus productos, en la Tabla 3 se detalla la cantidad de máquinas y equipos que poseen, una sopladora se encuentra inhabilitada, por discontinuarse en el mercado las piezas para su reparación; también cuentan con un taller de matricería, donde se da mantenimiento a los diferentes moldes de producción.

Tabla 3

Máquinas y equipo de producción

Máquina o equipo	Cantidad
Inyectoras	5
Sopladoras	6
Sopladoras pet	2
Compresores de aire	5
Túneles de calor	4
Selladora de pedal	1

Fuente: Plásticos ABC, 2018c, p. 2

1.3.4 Estructura Organizacional de la empresa

Plásticos ABC cuenta con un total de 22 personas en su nómina de los cuales 14 corresponde al personal operativo, una persona a cargo de la producción, una persona a cargo del aseguramiento de la calidad y 6 personas en el área administrativa. La compañía dirigida y administrada por el Gerente General, quien adquirió las acciones de los socios, quedando como único dueño de la empresa. El nivel jerárquico de la compañía es simple y está definido por departamentos, se ha estructurado un organigrama, según la información proporcionada por la empresa, el cual se muestra en la Figura 8, siendo la gerencia general a quien se la reporta directamente.

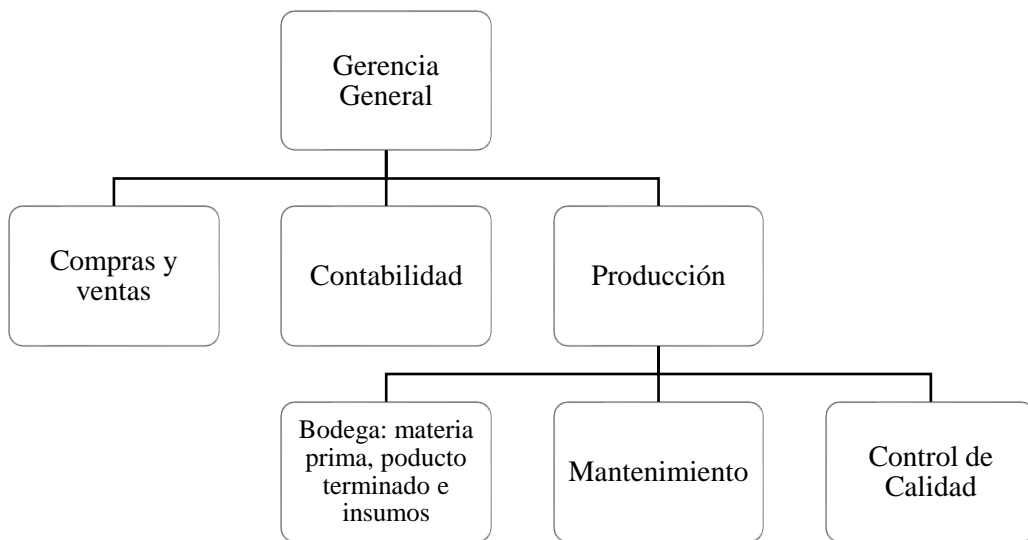


Figura 8: Organigrama Plásticos

Fuente: (Plásticos ABC, 2012, p. 1)

Como se puede observar en la Figura 8, la estructura jerárquica de la empresa es simple y funcional, las áreas administrativas y operativas reportan directamente al gerente, lo que puede facilitar la toma oportuna de decisiones; sin embargo, puede surgir inconvenientes en la comunicación interna, al presentarse poca flexibilidad en la resolución de problemas al no designar encargados para la toma de decisiones o la falta de unión entre los miembros de los departamentos.

1.3.5 Análisis Estratégico

En cuanto al análisis estratégico de la empresa Plásticos ABC, con el objetivo de establecer en sus procesos de producción un sistema de seguridad y salud ocupacional, se ha establecido recientemente la misión, visión y valores corporativos para que sus empleados y clientes tengan claramente definido la razón de ser de la empresa.

Misión

“Brindar soluciones a nuestros clientes, con productos de alta calidad y acorde con las normas de calidad” (Plásticos ABC, 2018a, p. 1).

En la misión definida por la empresa Plásticos ABC, el principal objetivo es mostrar al cliente el interés por cubrir las necesidades del mercado industrial ecuatoriano mediante la producción de envases y tapas plásticas, cumpliendo con estándares de calidad. Aunque en la misión, no se está describiendo en si la razón de ser de la empresa, se ha buscado hacer saber al cliente que Plásticos ABC está comprometido en dar las mejores soluciones, ofreciendo productos de alta calidad.

Visión

“Ser una empresa seria que responda las necesidades de nuestros clientes con servicio de calidad y precios bajos” (Plásticos ABC, 2018a, p. 1)

En si la visión definida por la empresa Plásticos ABC, no está describiendo hacia donde la organización desea llegar en un periodo determinado de tiempo, es necesario que la empresa replantee su visión como parte de su estrategia para alcanzar sus objetivos a mediano plazo; es posible que la visión planteada este siendo confundida con la misión pues, está describiendo más el servicio que prestan a sus clientes.

La visión de Plásticos ABC debería enfocarse a consolidarse al mediano plazo como la mejor empresa de producción de envases plásticos, utilizando técnicas que estén a la vanguardia con el mercado y sean amigables con el ambiente, a través del mejoramiento

continuo en cada uno de los procesos, garantizando a los clientes productos de calidad y brindando un servicio de excelencia.

Valores Organizacionales

Para cumplir con la misión y visión que la empresa se ha planteado, su gerente y colaboradores realizan sus actividades apoyándose en sus valores organizacionales, que de acuerdo con (Plásticos ABC, 2018a, p. 1) son:

“Honestidad: Actuar con rectitud e integridad en todo momento

Responsabilidad: Capacidad para reconocer y aceptar

Respeto: Aceptar las diferencias.

Orientación al cliente: Apetito por satisfacer al cliente.

Trabajo en equipo: Unión de esfuerzos para el logro de los objetivos”

1.3.6 Análisis Financiero

Con la finalidad de obtener una visión general acerca de la situación económica de la empresa, a continuación se ha tomado como base los estados contables del año 2017 para obtener los principales indicadores financieros y definir si la empresa se encuentra en la capacidad de mantener su solvencia en el tiempo y generar mayores recursos; de no ser así tomar las medidas correspondientes para hacer frente a las falencias que se detecten.

1.3.6.1 Índice de Liquidez

El análisis de la liquidez en una empresa, ayuda a determinar las posibilidades con las que cuenta la empresa para cumplir con sus obligaciones de corto plazo, según estas se vayan venciendo. La liquidez refleja la solvencia de la empresa y la facilidad con la que puede pagar sus deudas (George, 1971).

Como muestra la Tabla 4, para el análisis de liquidez de la empresa, se tomó la información financiera del año 2017, utilizando los valores del activo corriente, el

pasivo corriente y el inventario, se obtuvo la liquidez corriente, la razón rápida o prueba ácida y el Capital de trabajo.

Tabla 4

Índices de liquidez

CUENTA	2017
ACTIVO CORRIENTE (AC)	\$ 1.307.918,23
PASIVO CORRIENTE (PC)	\$ 755.148,29
INVENTARIO	\$ 91.490,02
Liquidez Corriente	1,73
Razón Rápida (Prueba ácida)	1,61
Capital de trabajo	\$ 552.769,94

Fuente: Plásticos ABC, 2017, p. 3.

- **Liquidez corriente**

Como se indica en la Tabla 4, el índice de liquidez corriente de la empresa Plásticos ABC, muestra que por cada dólar de deuda que la empresa posee, cuenta con \$1,73 USD para cubrir esas obligaciones; en este caso, al ser la liquidez corriente mayor a 1, el valor obtenido es considerado aceptable por el giro de negocio de la empresa. Sin embargo, para tener información más acertada, es necesario obtener la razón ácida.

- **Razón rápida (Prueba Ácida)**

Para este índice se excluye el inventario al activo corriente, de esta manera se puede medir la capacidad de la empresa a corto plazo sin la venta de sus inventarios, como se observa en la Tabla 4, la empresa tiene un valor aceptable mayor a 1, considerando que hay una gran cantidad de inventario en materia prima, de acuerdo a como se vaya utilizando en la producción, esta se convertirá en efectivo, sin embargo hay que considerar que será una cuenta por cobrar antes de eso; el índice de prueba rápida realizado, muestra que la empresa por cada dólar de deuda que posee, tiene \$ 1,61 USD para cubrirla, sin necesidad de contar con sus inventarios. Tanto el índice de liquidez corriente como el de razón rápida

muestran que la empresa plásticos ABC cuenta con liquidez para hacer frente a sus deudas.

- **Capital de Trabajo**

El capital de trabajo obtenido de la resta del activo corriente menos el pasivo corriente de la empresa, indica que la empresa tiene un valor monetario de \$ 552.769,94 dólares para cubrir las sus necesidades corrientes.

1.3.6.2 Análisis de Endeudamiento

Este índice, muestra que la empresa ha financiado una cuarta parte, el 25% de sus activos con deuda, como se observa en la Tabla 5, aparentemente el grado de endeudamiento es bajo y su apalancamiento financiero de igual manera es bajo, lo que quiere decir que por cada dólar que Plásticos ABC invierte, \$ 0,25 ctvs. es financiado por créditos u otras fuentes de financiamiento.

Tabla 5

Índices de Endeudamiento y apalancamiento

CUENTA	2017
ACTIVO TOTAL	\$ 3.601.323,23
PASIVO TOTAL	\$ 882.345,04
PATRIMONIO	\$ 2.718.978,19
Índice de Endeudamiento	25%
Apalancamiento	1,32

Fuente: Plásticos ABC, 2017, p. 4

1.3.6.3 Análisis de Rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad permiten tener una visión para evaluar las utilidades de la empresa en relación a un nivel determinado de ventas, activos o la inversión de los propietarios (George, 1971).

Para este análisis se extrajo las cifras de la utilidad neta, las ventas, el patrimonio y el activo total de la empresa, obteniendo como muestra la Tabla 6, el margen neto de ventas, la rentabilidad sobre el patrimonio y la rentabilidad sobre el activo (ROA).

Tabla 6
Análisis de rentabilidad

CUENTA	2017
ACTIVO TOTAL	\$ 3.601.323,23
PATRIMONIO	\$ 882.345,04
VENTAS	\$ 1.605.401,13
UTILIDAD NETA	\$ 150.389,81
Margen neto en ventas	0,08
Rentabilidad sobre el patrimonio	0,06
Rentabilidad sobre el activo (ROA)	0,04

Fuente: Plásticos ABC, 2017, p. 4

- **Margen Neto en ventas**

La Tabla 6, indica que en el año fiscal 2017, la empresa plásticos ABC generó un beneficio neto para su propietario \$ 0,08 centavos por cada dólar vendido en sus productos.

- **Rentabilidad sobre el Patrimonio**

También conocido como ROE, este indicador muestra que la actividad comercial de la empresa Plásticos ABC ha generado una rentabilidad al propietario de 0,05 centavos por cada dólar de patrimonio.

- **Rentabilidad sobre el activo (ROA)**

El ROA obtenido en la Tabla 6, muestra el beneficio ganado por la empresa sobre lo invertido durante el año 2017, la empresa en este año tuvo una ganancia neta de \$ 0,04 centavos por cada dólar de activos.

1.3.7 Productos

Plásticos ABC (2018a) ofrece una variedad de productos para la industria ecuatoriana, la tecnología y el uso de diferentes moldes en sus maquinarias, permite que la empresa pueda adaptarse a las necesidades de sus clientes, los productos que se elaboran, satisfacen los requerimientos para clientes de la industria química, alimenticia, de la construcción, entre otras, los principales productos que se elaboran son los siguientes:

- Industria alimenticia: envases plásticos para lácteos, jugos, aguas, con capacidades desde 250cc hasta 2000cc en varios colores y modelos.
- Industria química: envases para aceites, desinfectantes, jabones, cloros, entre otros, con capacidades desde 100cc hasta 2000cc.
- Usos farmacéuticos: envases para champo, alcohol, fármacos.
- Industria de la Construcción: bombas plásticas para inodoros

Plásticos ABC también llevan un proyecto de reciclaje donde utilizan material de desechos plásticos para producir basureros destinados a entidades públicas y privadas.

1.3.8 Clientes

La empresa Plásticos ABC tiene una amplia cartera de clientes, quienes forman un pilar fundamental para su permanencia en el mercado; con la mayoría de clientes mantiene una relación comercial de largo plazo, esto le ha permitido a Plásticos ABC alcanzar su fidelización y constituirse como una empresa seria y cumplida al momento de proveer los servicios solicitados. De acuerdo a un análisis realizado del total de la cartera de clientes de la empresa, del 100% de clientes, el 23% pertenece al sector de alimentos, el 11% y 8% son clientes dedicados a la comercialización de productos al por mayor y menor respectivamente, el 6% de sus clientes se dedican al sector de la construcción, el 12% pertenece a empresas gubernamentales, clientes del sector del plástico con el 5%, del sector químico el 16% y empresas dedicadas a otro tipo de servicios el 19%, como se muestra a detalles en la Figura 10 (Plásticos ABC, 2018b).

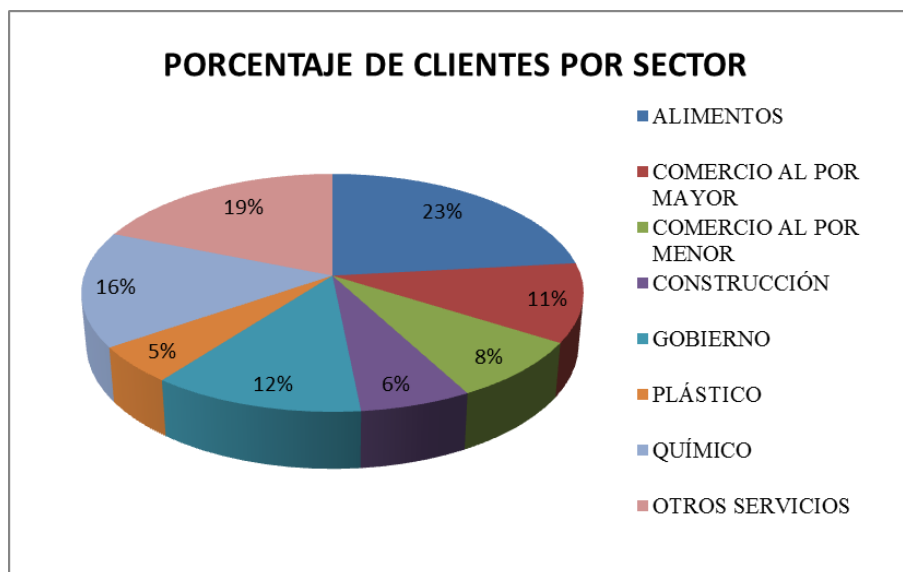


Figura 9: Cartera de clientes de Plásticos ABC

Fuente: Plásticos ABC, 2018b, p. 1

Dentro de su cartera de clientes, como indica la Tabla 7, Plásticos ABC brinda sus servicios a importantes empresas nacionales y multinacionales, cubriendo gran parte del territorio ecuatoriano, incluida la región insular; la mayor parte de sus clientes son PYMES, seguidas por grandes compañías reconocidas y organismos gubernamentales; un alto porcentaje de sus clientes, el 72% respectivamente, se encuentra en la provincia de Pichincha, el 7% es de la provincia de Loja, 9% distribuido en las provincias de Cotopaxi, Imbabura y Zamora, el 4% pertenece a las provincias de Azuay y Carchi, el resto de clientes son de las provincias de Chimborazo, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Santo Domingo, Sucumbíos, Tungurahua y del exterior (Plásticos ABC, 2018b).

Tabla 7***Porcentaje de clientes Plásticos ABC por provincia***

Provincia	Cantidad de clientes
Azuay	2%
Carchi	2%
Chimborazo	1%
Cotopaxi	3%
Esmeraldas	1%
Galápagos	1%
Guayas	1%
Imbabura	3%
Loja	7%
Los ríos	1%
Manabí	1%
Morona Santiago	1%
Pichincha	72%
Santo Domingo	1%
Sucumbíos	1%
Tungurahua	1%
Zamora	3%
Exterior	1%

Fuente: Plásticos ABC, 2018b, p. 1

1.3.9 Proveedores

Para la producción de los envases plásticos para alimentos, la empresa requiere de materia prima que no se produce en el país, por lo que tiene dos proveedores que les garantiza estar siempre abastecidos para su producción; esto ha permitido que la empresa pueda negociar sus precios y llegar acuerdos para su forma de pago.

La compra de la materia prima se la realiza bajo pedido, una vez por mes o como se requiera, dependiendo la producción. Plásticos ABC tienen proveedores de materia prima para alto soplado como el polietileno de alta densidad para el proceso de soplado de botellas, el tereflalato de polietileno o PET, material de alta inyección y baja inyección para la producción de envases a inyección, otros proveedores son quienes

abastecen del colorante, fundas plásticas para el empaçado, hay un problema con los proveedores para la matricería, pues en el país no hay especializados en el diseño de moldes y se convierte en un gran problema para la empresa encontrar quien fabrique los moldes para el soplado de las botellas.

1.3.10 Competencia

Aunque en el país hay una gran cantidad de empresas que se dedican a la producción de plásticos, la empresa se ha logrado consolidar en el mercado, su dueño no considera que tiene una competencia por la cual debería preocuparse pues mantiene relaciones de amistad y comerciales con otras empresas que se dedican a producir los mismos productos; sin embargo se puede decir que la principal competencia son Implastic, Los Cocos, Plastiflan y Renania; en un análisis realizado por la empresa, se observó que su competencia posee el doble de empleados y produce igual o menor utilidad en un año, por esta razón el gerente no se siente amenazado ante su competencia, más bien mantiene buenas relaciones con sus dueños (Plásticos ABC, 2018a).

1.4 Análisis FODA

Una vez realizado el levantamiento de la información externa e interna de la empresa Plásticos ABC, se identificó varios factores, con los cuales se elaboró el FODA, para esto se realizó con el análisis PESTA, la formulación de oportunidades y amenazas y con el análisis interno de Plásticos ABC las fortalezas y debilidades, para posterior a una ponderación de todas, escoger los elementos más determinantes para la toma de decisiones y planificación de las actividades de la empresa.

1.4.1 Formulación de Oportunidades y Amenazas

Con el análisis PESTA de la industria del plástico en el Ecuador, se ha identificado varios factores externos a la empresa que permitieron plantear las medidas respectivas para aprovechar las oportunidades que el entorno ofrece y hacer frente a las amenazas en las cuales la empresa se encuentra expuesta por las diferentes que suceden en el país con respecto a la industria del plástico.

Las principales Oportunidades identificadas son:

- Apoyo económico que el gobierno nacional ofrece como incentivo para nuevos proyectos de innovación y desarrollo.
- Facilidades para acceder a financiamientos para nuevos proyectos que aporten a la nueva matriz productiva del Ecuador.
- Garantizar la capacitación y desarrollo del recurso humano a través de la creación de un instituto con inversión conjunta del estado, la empresa privada y de las universidades a fin fomentar el desarrollo tecnológico y así mejorar la productividad de la actividad industrial en el Ecuador.
- Se espera un mayor dinamismo de la economía para los años 2017 y 2018, al igual que la reducción de tasas arancelarias para la importación de materia prima a precios más convenientes.
- Políticas de producción de plásticos buscan incentivar la inversión en tecnologías para la producción de bioplásticos o plásticos biodegradables, para garantizar el cuidado del medio ambiente.
- Mayor interés de la población por el reciclaje, promoviendo nuevas alternativas de materia prima reciclable o con componentes biodegradables para ofrecer opciones a los clientes.
- Con la devolución del impuesto redimible a las botellas plásticas, se crea alternativas a los clientes para incentivar el reciclaje de botellas después de cumplirse su ciclo de vida.

Las amenazas que se han identificado con el análisis PESTAL son:

- Poca confianza y seguridad a las leyes y normativas existentes para la producción de plásticos, falta de comunicación y acuerdos con el sector privado, disminuyendo la inversión extranjera y limitando el desarrollo de la industria.

- No hay la tecnología especializada en el diseño de moldes para la elaboración de envases plásticos, no hay talleres de matricería especializados, teniendo que importar los moldes.
- Tendencias al reciclaje y cuidado del medio ambiente por parte del consumidor ha provocado la disminución de clientes que han optado por alternativas más amigables con el ambiente para el envasado de sus productos.

1.4.2 Formulación de Fortalezas y Debilidades

El análisis interno de la empresa ha permitido identificar las principales fortalezas y debilidades que posee la empresa en función a las características que esta posee; las cuales permitirán la toma de decisiones para crear los objetivos estratégicos de la empresa a mediano y largo plazo.

Las principales fortalezas identificadas son:

- Las instalaciones e infraestructura de la empresa es propia, lo que permite tener la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos solicitados por sus clientes.
- Cuentan con su propio taller de matricería, lo que permite actuar oportunamente a daños y mantenimiento de los moldes de producción.
- La empresa cuenta con la liquidez necesaria para cubrir el pago puntual de sus empleados y hacer frente a sus deudas.
- La empresa tiene posicionamiento en el mercado por sus años de experiencia.
- Cuenta con la infraestructura necesaria para producir variedad de productos para las diferentes industrias del mercado.
- Cuenta proveedores calificados para la adquisición de la materia prima.

- Mantiene buenas relaciones comerciales y de amistad con su competencia.

Las principales debilidades identificadas son:

- Una sopladora lleva años dañada y sin uso.
- La misión y la visión de la empresa no tienen el enfoque que deberían tener para alcanzar sus objetivos estratégicos.
- Falta de comunicación interna para la resolución oportuna de los conflictos.
- Falta de una planificación adecuada para la producción.
- Falta de programas de capacitación para sus empleados.
- No hay un seguimiento a los programas de calidad emprendidos.

Con la identificación de los factores FODA, el siguiente paso fue realizar una priorización de la información obtenida, la cual se observa en la Tabla 8, donde se dio una calificación de 1 a 3 puntos, siendo 1 bajo, 2 medio y 3 alto, para las oportunidades la calificación es en base a la capacidad de aprovechamiento y la probabilidad de ocurrencia, para las amenazas se califica el impacto para la empresa y la probabilidad de ocurrencia, en las fortalezas los parámetros de calificación son la importancia para la empresa y la magnitud y finalmente para las debilidades los parámetros de calificación son la capacidad de actuación y la magnitud; con la multiplicación de cada uno de esos dos parámetros se obtiene la calificación, de los cuales se tomará en cuenta los de puntuación más alta para su priorización.

Tabla 8***Ponderación de factores FODA***

FORTALEZAS			
FACTORES	Importancia para la Empresa	Magnitud	Priorización
Las instalaciones e infraestructura de la empresa son propias, lo que permite tener la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos solicitados por sus clientes.	3	3	9
Cuentan con su propio taller de matricería, lo que permite actuar oportunamente a daños y mantenimiento de los moldes de producción.	3	3	9
La empresa cuenta con la liquidez necesaria para cubrir el pago puntual de sus empleados y hacer frente a sus deudas.	3	3	9
La empresa tiene posicionamiento en el mercado por sus años de experiencia.	3	2	6
Cuenta con la infraestructura necesaria para producir variedad de productos para las diferentes industrias del mercado.	3	3	9
Cuenta proveedores calificados para la adquisición de la materia prima.	3	3	9
Mantiene buenas relaciones comerciales y de amistad con su competencia.	2	1	2
OPORTUNIDADES			
	Aprovechamiento	Probabilidad de Ocurrencia	Priorización
Apoyo económico del Gobierno Nacional como incentivo a nuevos proyectos de innovación y desarrollo	3	1	3
Facilidades para acceder a financiamientos para nuevos proyecto que aporten a la nueva matriz productiva del Ecuador.	3	2	6

Creación de un instituto con inversión conjunta del estado, la empresa privada y de las universidades a fin fomentar el desarrollo tecnológico, capacitación y desarrollo del recurso humano	3	1	3
Se espera un mayor dinamismo de la economía para los años 2017 y 2018, al igual que la reducción de tasas arancelarias para la importación de materia prima a precios más convenientes.	3	2	6
Políticas de producción de plásticos buscan incentivar la inversión en tecnologías para la producción de bioplásticos o plásticos biodegradables, para garantizar el cuidado del medio ambiente	3	1	3
Mayor interés de la población por el reciclaje, promoviendo nuevas alternativas de materia prima reciclable o con componentes biodegradables para ofrecer opciones a los clientes.	2	2	4
Con la devolución del impuesto redimible a las botellas plásticas, se crea alternativas a los clientes para incentivar el reciclaje de botellas después de cumplirse su ciclo de vida	1	1	1

DEBILIDADES

	Capacidad de Actuación	Magnitud	Priorización
Una sopladora lleva años dañada y sin uso	2	2	4
La misión y la visión de la empresa no tienen el enfoque que deberían tener para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.	3	2	6
Falta de comunicación interna para la resolución oportuna de los conflictos.	2	3	6
Falta de una planificación adecuada para la	3	3	9

producción.

Falta de programas de capacitación para sus empleados.	3	3	9
--	---	---	---

No hay un seguimiento a los programas de calidad emprendidos.	2	2	4
---	---	---	---

AMENAZAS

	Impacto para la Empresa	Probabilidad de Ocurrencia	Priorización
Poca confianza y seguridad a las leyes y normativas existentes para la producción de plásticos, falta de comunicación y acuerdos con el sector privado, disminuyendo la inversión extranjera y limitando el desarrollo de la industria	3	3	9
No hay la tecnología especializada en el diseño de moldes para la elaboración de envases plásticos, no hay talleres de matricería especializados, teniendo que importar los moldes.	3	3	9
Tendencias al reciclaje y cuidado del medio ambiente por parte del consumidor ha provocado la disminución de clientes que han optado por alternativas más amigables con el ambiente para el envasado de sus productos.	3	2	6

Una vez realizada la priorización resultado del análisis PESTA e interno de la empresa, se consideró las de puntaje más alto para proponer las acciones que la empresa debería emprender para hacer frente a los factores externos e internos que pueden afectar o ayudar al mejor desarrollo de las actividades de Plásticos ABC.

En la Tabla 9 se observa las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y amenazas, obtenidas de la ponderación de factores externos e internos, se tomaron los de puntuación entre 6 a 9, para elaborar las acciones estratégicas que se tomará como medidas para combatir las amenazas y debilidades que puedan estar afectando las

actividades y por otro lado aprovechar las fortalezas y oportunidades que tiene para potenciar su desarrollo en la industria ecuatoriana.

Tabla 9

Análisis FODA Plásticos ABC

FORTALEZAS	DEBILIDADES
F.1. Las instalaciones e infraestructura de la empresa son propias, lo que permite tener la capacidad necesaria para cumplir con los requerimientos solicitados por sus clientes	D.1. Falta de adecuada planificación para la producción. D.2. Falta de programas de capacitación para sus empleados.
F.2. Cuentan con su propio taller de matricería, lo que permite actuar oportunamente a daños y mantenimiento de los moldes de producción.	D.3. La misión y la visión de la empresa no tienen el enfoque que deberían tener para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.
F.3. Cuenta con la liquidez necesaria para cubrir el pago puntual a sus empleados y hacer frente a sus deudas.	D.4. Falta de comunicación interna para la resolución oportuna de los conflictos.
F.4. Tiene proveedores calificados para la adquisición de la materia prima.	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O.1. Facilidades para acceder a financiamientos para nuevos proyectos que aporten a la nueva matriz productiva del Ecuador.	A.1. Poca confianza y seguridad en las leyes y normativas existentes para la producción de plásticos y falta de comunicación y acuerdos con
O.2. Se espera un mayor dinamismo de la economía para los años 2017 y 2018, al igual que la reducción de tasas arancelarias para la importación de materia prima a precios más convenientes.	el sector privado, disminuyendo la inversión extranjera y limitando el desarrollo de la industria que la reducción de tasas arancelarias para la importación de materia prima a precios más convenientes.
O.3. Mayor interés de la población por el reciclaje, promoviendo nuevas alternativas de materia prima reciclable o con componentes biodegradables para ofrecer opciones a los clientes.	A.2. No hay la tecnología especializada en el diseño de moldes para la elaboración de envases plásticos, no hay talleres de matricería especializados, teniendo que importar los moldes. A.3. Tendencias al reciclaje y cuidado del medio ambiente por parte del consumidor provocando la disminución de clientes.

La información de la tabla 9, permitió crear acciones estratégicas de defensa en base a las debilidades y amenazas que se identificaron en la empresa, buscando que las debilidades se conviertan en fortalezas y disminuir el impacto de las amenazas que la empresa debe enfrentar.

Acciones Estratégicas de defensa

- Crear una planificación de producción tomando en cuenta las políticas y regulaciones existentes para la producción del plástico
- Aprovechar de mejor manera los acuerdos del sector privado con el gobierno para crear planes de capacitación impulsados desde el estado para el recurso humano
- Reevaluar la misión y visión de la empresa, incluyendo un enfoque al reciclaje y cuidado del medio ambiente para crear confianza en el cliente.
- Crear planes de capacitación para sus empleados en base a nuevas tecnologías del mercado para una mejor producción de plásticos y técnicas de matricería que no hay en el país.

De igual manera se planteó acciones estratégicas de ataque para que la empresa utilice las fortalezas identificadas y aproveche las oportunidades que le brinda el entorno.

2 PRODUCTIVIDAD

2.1 Antecedentes

En la actualidad, la productividad se ha convertido en un tema de suma importancia al momento de determinar las estrategias económicas y sociales de un país, pues constituye un objetivo primordial de las naciones para crear mejores políticas que aporten al incremento de la riqueza nacional, generando mayores fuentes de empleo y mejorando la calidad de vida de los trabajadores; desde un punto de vista empresarial, la productividad constituye un parámetro de competitividad, que genera riqueza a través del uso adecuado de las herramientas de calidad en la creación de bienes o servicios; en conjunto, el incremento de la productividad en las empresas, ligado a políticas gubernamentales enfocadas a mejorar el desarrollo de un país, aporta a disminuir la pobreza, mejorando la calidad de vida laboral y permitiendo un mejor reparto de la riqueza (Prokopenko, 2009).

La productividad es un término muy utilizado hoy en día por diferentes expertos y autores para referirse a la utilización adecuada de los recursos empleados al momento de producir un bien o servicio, este concepto se ha desarrollado a lo largo de las últimas décadas, donde las recientes tendencias de un mundo globalizado y el rápido desarrollo de los sistemas de información y conectividad, han obligado a los estados y las compañías a mejorar el desarrollo de sus actividades, utilizando el menor tiempo posible y disminuyendo sus costos, para de esta manera alcanzar una diferenciación con respecto a sus competidores en el mercado nacional e internacional (Gutierrez Pulido, 2010).

La productividad es usualmente confundida con la cantidad de producción; para muchos, a mayor producción, mayor productividad; esta es una idea errónea que no ha permitido a muchas empresas desarrollarse exitosamente, pues la mayoría de veces se produce en exceso productos que la demanda no requiere, ocasionando pérdidas financieras y mayores costos de producción (Cruelles, 2013; Lefcovich, 2009); por esa razón es importante desenlazar la idea de que la productividad va de la mano con la cantidad de productos o servicios producidos; la productividad comprende el nivel de

optimización y adecuado uso de los recursos al momento de producir un bien o servicio (Lefcovich, 2009). Desde ese punto de vista, mientras mayor sea la productividad, significa que se está obteniendo mejores resultados, utilizando la misma o menor cantidad de recursos, logando una producción más alta, sin que se vea afectada la calidad del bien o servicio producido (Prokopenko, 1989).

Mejorar la productividad implica que las empresas se comprometan a optimizar sus recursos sin afectar la calidad de sus productos y por ende convertirse en una organización competitiva en el mercado; la calidad y la competitividad intervienen en el proceso del incremento de la productividad, pues se desarrollan como una reacción en cadena por lo que es necesario comprender la relación entre estos.

2.1.1 Competitividad y Productividad

Ser competitivo es tener una característica diferenciadora con respecto a los competidores, estas características se dan a través de distintas maneras, como pueden ser los bajos costes de manufactura, bajos costes de materia prima, la calidad del producto, innovación, tecnología entre otras, donde las empresas requieren tomar una de esas líneas y especializarse para ser más fuertes y competitivas (Cruelles, 2013). La competitividad es la oportunidad que tienen los bienes y servicios de un sistema productivo para competir con éxito en el mercado nacional e internacional, estos deben cumplir con especificaciones en su calidad de producción y estándares internacionales de competitividad (De Parra, 2004). Para Gutierrez Pulido (2010), la competitividad se basa en crear generadores de valor para la empresa, en base a un análisis de sus indicadores contra los de la competencia generando interrogantes sobre calidad del producto, precios, ventajas competitivas, entre otros, incluyendo la voz del cliente; así crear productos innovadores, diferenciados que cumplan con los criterios de competitividad.

Gutierrez Pulido (2010) afirmó que la competitividad es el resultado de una reacción en cadena que se forma cuando se empiezan a desarrollar de mejor manera las actividades en las organizaciones, esto se ilustra en la Figura 11, donde se muestra claramente la cascada que se forma cuando los procesos de la empresa se desarrollan en base a un ordenado para producir sus productos o servicios.

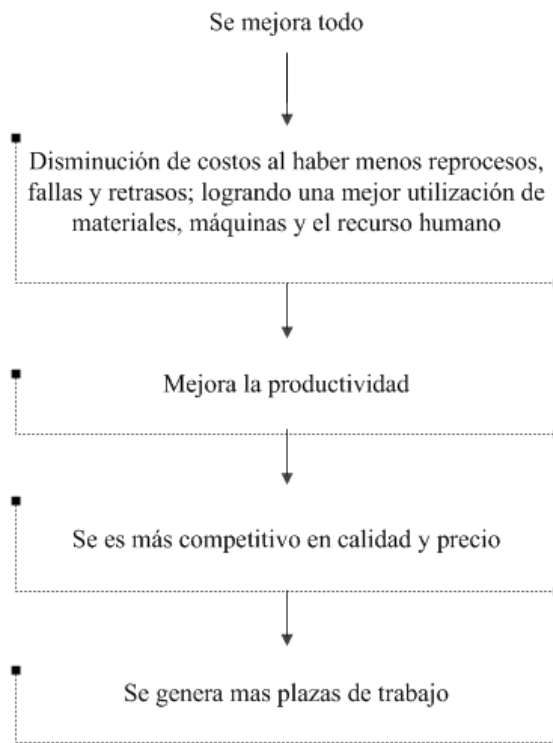


Figura 10: Reacción en cadena de la mejora de actividades en una empresa

Fuente: Gutierrez Pulido, 2010, p. 18

2.1.2 Calidad y Productividad

Al referirse a los procesos de mejora continua en las empresas, se habla de calidad, con el fin de que todo el personal de las diferentes áreas de la empresa cumplan con la meta de satisfacer las necesidades del cliente, a través de la participación activa en el desarrollo de productos o la prestación de servicios (Álvarez Pinilla, 2001). La calidad también está ligada a la elaboración de productos y servicios sin defectos, para evitar los reprocesos, aumento en los costos administrativos y de mano de obra de una empresa, cumpliendo así las especificaciones del cliente (Lefcovich, 2009).

La calidad cumple un papel determinante en la productividad, pues si un producto o servicio se elabora desde un inicio con calidad, se evitará repararlo, reprocesarlo, cambiarlo o desecharlo, generando ahorro en los costos de producción (Lefcovich, 2009).

Tradicionalmente se tuvo la percepción de que la productividad solo se podía lograr a expensas de la calidad y viceversa, sin embargo hoy en día se ha probado que tanto la

productividad como la mejora de la calidad van de la mano, pues muchas empresas han comprobado que al mejorar la calidad en los productos y servicios, los niveles de productividad han aumentado (Lefcovich, 2009); de igual manera Deming (1986), mencionó que al mejorar la calidad aumenta la productividad, pues al producir un producto o servicio de calidad, disminuyen los reprocesos y se optimizan los recursos para evitar desperdicios; logando una reacción en cadena al trasladar las horas-hombre y las horas-máquina mal utilizadas, a la fabricación de un mejor producto y prestando un mejor servicio; aumentando así la competitividad, reduciendo los costos de producción y creando un mejor ambiente de trabajo. Aunque para muchas empresas el tema de calidad no es una prioridad ya que su implementación genera gastos, es necesario tomar en cuenta que al preocuparse de la mejora de la calidad, estarán tomando medidas que aporten al aumento de la productividad y por ende esos costos se convertirán en una inversión que generará rentabilidad con el tiempo.

2.2 Conceptos y Definiciones de Productividad

La productividad es definida como el resultado de la relación entre los productos obtenidos y los recursos utilizados para producirlos, en un periodo determinado de tiempo, manteniendo la debida atención a la calidad; dentro de este concepto, la productividad es igual a salidas sobre entradas, donde las salidas son todos aquellos bienes o servicios producidos y las entradas son la materia prima, la mano de obra, la maquinaria y el capital utilizado para obtener esas salidas.

En base a lo dicho anteriormente, la productividad se la observa cuando al invertir la misma entrada, se obtiene una salida mayor o disminuye la entrada y se obtiene la misma salida, y lo ideal, cuando incrementa la salida y disminuye la entrada; aumentando las salidas más rápidamente que las entradas o disminuyendo las salidas en menor forma que la entrada (Jimenez, Castro, & Brenes, 2009; Koontz & Weihrich, 2008).

La productividad es el resultado de la relación entre la cantidad de un producto o servicio producido y la cantidad de recursos utilizados para ese fin (Jimenez et al. 2009; Lefcovich, 2009; Prokopenko, 1989), ese resultado refleja el aprovechamiento de los recursos puesto en manos de quienes lo administran, está representado en porcentaje

cuando es medido en función del tiempo y en dólares cuando la medición es en base al dinero (Rueda, 2013). En consecuencia con lo dicho anteriormente, la productividad es una herramienta utilizada por directivos de empresas, economistas, administradores, para obtener la relación entre la producción, en distintitos niveles del sistema económico y los recursos utilizados (Prokopenko, 1989). Al referirse a la fabricación de productos, Jiménez et al. (2009), recomienda la productividad para evaluar el nivel de rendimiento de talleres, máquinas, equipos de trabajo y empleados.

Muchos coinciden que cuando la productividad de una nación, empresa o unidad productiva incrementa, es porque se ha tomado medidas para mejorar sus procesos productivos, logando un aumento de los bienes producidos, mientras los insumos utilizados se han mantenido constantes o han disminuido, sin afectar la calidad del producto para el cliente (Prokopenko, 1989; Rueda, 2013). La productividad representa entonces la medición de una adecuada combinación y uso de los recursos para alcanzar los resultados deseados u objetivos estratégicos planteados; resultando de esta manera el cociente de la productividad, que es igual a la diferencia de la producción sobre insumos, siendo la producción los resultados logados y los insumos los recursos empleados (Bain, 1985; Gutierrez Pulido, 2010).

Es importante aclarara que la productividad no debe ser considerada solo con la medición de un solo factor como la producción de hora – máquina u hora – hombre; pues la productividad va mucho más allá de ese concepto, la productividad es la interacción armónica de todos los factores de una empresa o negocio, que son el resultado de la combinación de una adecuada administración en cada uno de los niveles de una empresa, hasta extenderse a la productividad total de un país; estos factores constituyen la calidad y disponibilidad de los insumos, el personal operativo calificado, la capacidad de producción de las máquinas, el compromiso de los administradores, entre otros, cuya relación entre sí, determinara su efecto sobre la productividad (Bain, 1985; García, 2011).

Para García (2011) la productividad conlleva aplicar medidas técnicas y administrativas sumamente sistematizadas dentro de las organizaciones, en cada nivel de la industria y entre estos niveles, de esta manera, a través de un esfuerzo conjunto se alcance los objetivos planteados, reflejados en el aumento de su productividad; todo este conjunto

de medidas requiere del compromiso del personal para obtener beneficios que puedan ser repartidos en una forma equitativa a través de salarios justos, aumento de utilidades y disminución de precios.

El análisis de la productividad, va de la mano con los conceptos de calidad y costos, estos tres elementos no pueden ser separados ya que al haber un cambio en cualquiera de estos, los otros dos se verán afectados; de hecho se ha comprobado que la mejora de la calidad en los procesos productivos y de servicios traen como consecuencia el aumento de la productividad y la reducción de los costos, más no al contrario (De Parra, 2004).

Gutierrez Pulido (2010), trabajó con dos indicadores a través de los cuales se observa la productividad, estos son la eficiencia y la eficacia; al realizar un uso óptimo de los recursos para evitar el despilfarro, se está confirmando que la producción de un bien o servicio es eficiente; mientras que la eficacia se utiliza cuando se habla del uso de los recursos para alcanzar los objetivos de la empresa; así la eficacia y la eficiencia necesitan cumplirse conjuntamente para alcanzar la productividad; conceptualizando, la eficiencia es el uso adecuado de los recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) al momento de producir los diferentes productos, o la relación entre los resultados logados y los recursos invertidos para producir un bien o servicio, optimizándolos y procurando no generar desperdicios y la eficacia es entendida como el nivel en el cual se desarrollan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planeados; representa la proporción entre los resultados generados en relación a estándares de resultados determinados anteriormente (Gutierrez Pulido, 2010; Lefcovich, 2009), esto se traduce como el logro obtenido de las metas propuestas a través del uso planificado de los recursos.

2.3 Importancia de la Productividad en las empresas

El incremento de la productividad, es un factor de importancia a nivel nacional, empresarial y personal, pues significa que los objetivos planteados se han cumplido, permitiendo mejorar el nivel de vida y obtener una mayor producción, disminuyendo o manteniendo los recursos utilizados para ello; al mejorar la productividad, mejora la economía y el reparto de los recursos será mayor para cada uno de los individuos de un

país o una organización; desde una perspectiva nacional, el incremento de la productividad, se traduce al uso adecuado de los recursos, el aumento de los ingresos de un país y por ende disminución de la inflación e incremento de plazas de empleo (Bain, 1985).

A nivel empresarial, el incremento de la productividad, se ve reflejado en el aumento del capital y las utilidades, permitiendo mayores inversiones y creando más plazas de empleo, demuestra que la organización se interesa por las necesidades del cliente, mejorando los servicios y haciendo a la empresa más competitiva para los mercados nacionales e internacionales (Bain, 1985). Para alcanzar la productividad en las empresas, es imprescindible crear una cultura de productividad, especialmente en el sector industrial, donde se generan grandes desperdicios, debido a la fabricación de bienes sin considerar la eficacia operativa y una gestión adecuada de los costos de operación; los cuales, si fuesen tratados de mejor manera, podrían resultar en una estrategia competitiva para lograr la diferenciación de los productos (Cruelles, 2013).

Los beneficios que trae el incremento de la productividad, son de conocimiento general; pues al producir mucho más, utilizando los mismos o menores recursos, las empresas mejoran su rentabilidad y el rendimiento sobre sus activos, incrementando su utilidad para invertir en el desarrollo del negocio o la diversificación de los productos, generando también nuevas fuentes de empleo y aportando a que el nivel de vida en un país mejore (Lefcovich, 2009; Rueda, 2013).

Al contrario, la ausencia o disminución de la productividad en una empresa, acompañado del aumento en los costos administrativos, de mano de obra y de capital, crean una cadena de consecuencias negativas, como el incremento en los precios de los productos y servicios, pérdida de competitividad en mercados nacionales e internacionales, provocando un desequilibrio entre la producción y las ventas, generando que las empresas no tengan rotación de sus inventarios; por tal razón incrementar la productividad equivale a obtener buenos resultados tomando en cuenta los recursos que se utilizaron para generarlos (Gutierrez Pulido, 2010; Rueda, 2013).

Lefcovich (2009), habló sobre cuatro fases o ciclos para alcanzar la productividad total, los cuales se basan en la reducción de costos de producción, manteniendo un estándar

de calidad; estas cuatro fases son a) la medición, b) evaluación, c) planeación y d) mejora de la productividad; la medición es la fase inicial y la más crítica pues arroja el diagnóstico de la situación real de la empresa; la evaluación es una comparación de la situación actual con respecto a un histórico de los valores registrados en el pasado por la empresa y los valores verificados por la competencia; con esa información se puede tomar medidas para comenzar con la planeación a través de indicadores en el corto y largo plazo enfocándose a lograr la mejora en la productividad.

Una estrategia para la puesta en práctica de la gestión total de la productividad es actuar y medir simultáneamente el impacto de los cambios hechos en todos los componentes que comprenden el proceso productivo (Lefcovich, 2009). El interés de muchas empresas por incrementar la productividad, es una muestra de la importancia que tiene el cliente para la empresa; satisfacer sus necesidades y fidelizarlos es parte de mejorar la productividad, obteniendo consecuencias positivas como un mejor flujo de capital para la empresa, mayor rendimiento sobre los activos e incremento de la utilidad (Bain, 1985). Todos estos beneficios que trae consigo la mejora de la productividad, conduce a tener los recursos para invertir en la expansión de la empresa y por ende aportan a la economía con la creación de más fuentes de empleo; haciendo más competitivas a las empresas tanto a nivel nacional como internacional.

2.4 Factores que afectan a la productividad

Las organizaciones se ven afectadas en su productividad por factores externos y factores internos; los factores externos son todos aquellos elementos ajenos que no están bajo el control de la misma, como por ejemplo las políticas gubernamentales aplicadas a los impuestos o aranceles de importación, la disposición de la materia prima o la mano de obra calificada, las políticas económicas de los estados, el capital disponible y los intereses dispuestos para financiamiento (Kanawaty, 1996).

Los factores internos son todos aquellos componentes que están bajo el control de los directivos de la empresa, estos pueden estar susceptibles a cambios o modificaciones, al haber unos más fácilmente modificables que otros, los factores internos se clasifican en factores duros (que no cambian fácilmente), estos son los productos, los insumos, la tecnología, la infraestructura y los factores blandos (cambian fácilmente), estos son la

mano de obra, el tipo de organización, el tipo de dirección, las políticas y procedimientos, los métodos para realizar el trabajo (Kanawaty, 1996; Prokopenko, 1989).

Bain (1985), mencionó que son varios los factores que afectan la productividad de una empresa, muchos están dentro de las organizaciones y otros fuera de ellas, estos pueden variar de un ambiente laboral a otro pero algunos son comunes y están presentes todo el tiempo, por lo cual es importante conocer dichos limitantes para crear planes eficaces de acción para tener mejores resultados en el objetivo de incrementar la productividad.

Los cuatro factores restrictivos más comunes que las empresas deben conocer para que puedan tomar las medidas necesarias, evitando que la productividad se vea afectada, según (Bain, 1985) son:

- La falta de capacidad de los dirigentes de las organizaciones para tomar el control y crear un clima adecuado para incrementar la productividad, la falta de comunicación con sus equipos de trabajo y la falta de involucramiento, llevan a las empresas a no tener el clima laboral favorable para cumplir con sus objetivos y alcanzar las metas de la organización.
- Los reglamentos gubernamentales, que cuando cambian o son emitidos sin el respectivo análisis o criterio, afectan a la libre empresa, convirtiéndose en restricción y mermando su desarrollo y volcando sus esfuerzos para mejorar su productividad en invertir sus recursos para cumplir con reglamentaciones y decretos estatales que muchas veces no producen ningún valor, este tipo de factor es externo a la empresa y tienden a mantenerse en el tiempo, por lo que es necesario que las empresas y sus dirigentes tomen medidas que ayuden a mitigar y mantener esta situación sin que cause efectos negativos en la organización.
- El tamaño y madurez de las empresas, es un factor que restringe el incremento de la productividad pues cuanto más va creciendo la organización, la comunicación interna, las metas comunes y el alcanzar los resultados se convierten en una traba; de igual manera cuando una empresa alcanza su madurez, quedan arraigadas muchas costumbres y una cultura organizacional que difícilmente puede aceptar

cambios, lo cual puede convertirse en un limitante al momento de la toma de decisiones que buscan el incremento de la productividad.

A diferencia de las empresas jóvenes que son más flexibles y abiertas a los cambios, las organizaciones que alcanzan su madurez e incrementan su tamaño, se vuelven más burocráticas al tomar decisiones, sus costos aumentan al requerir mayor personal para cubrir otras áreas y los esfuerzos de los directivos se duplican y quebrantan, quedando susceptibles a momentos en que se requieren cambios rápidos para no desaparecer.

- La incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo, es otro factor que comúnmente restringe la productividad en las organizaciones, pues muchas no toman en cuenta la cuantificación del desempeño de sus colaboradores, sin percibir que esas mediciones son imprescindibles cuando se desea incrementar la productividad; por otro lado muchos directivos no toman en consideración los cambios en el costo de mano de obra o los precios de venta del producto sobre el insumo utilizado, sin percibir su efecto en la utilidad, poniendo en riesgo la rentabilidad de las organizaciones. La medición efectiva de la productividad puede ayudar a los directivos a detectar tempranamente variaciones en el rendimiento de las organizaciones para tomar medidas correctivas oportunamente.
- La infraestructura, los métodos de trabajo y la tecnología son factores que muchas veces restringen el aumento de la productividad en las organizaciones, pues muchas veces el diseño y la forma como se encuentran dispuestas las instalaciones puede influir en el correcto desarrollo del trabajo; pues es importante tomar en cuenta la capacidad de la planta para sacar su mayor provecho y evitar que no se utilice a plenitud sus instalaciones, pues eso conlleva a gastos de mantenimiento y operación no justificados.

La maquinaria y equipos antiguos son factores por los cuales la productividad se ve afectada, pues si estos son poco seguros, causan paros para arreglos o fallan continuamente, la producción es la que va a sufrir las mayores consecuencias; la calidad de la materia prima y la disposición de la misma es de suma importancia debido a que muchas veces por abaratar costos se termina comprando a precios

más económicos sin tomar en cuenta la calidad del producto, obteniendo resultados negativos al tener mayores gastos por los tiempos perdidos y la mala producción obtenida.

En la producción el desarrollar diferentes productos, puede inferir a la productividad cuando se ve afectada la facilidad con que pueda producirse un producto; es mejor desarrollar productos que puedan adaptarse a la capacidad de producción de la organización y desarrollar mejores técnicas.

Los avances tecnológicos muchas veces pueden perjudicar a las organizaciones cuando se realiza una gran inversión en investigación y desarrollo sin percatarse que la tecnología puede cambiar de un día al otro causando grandes afectaciones al capital de la empresa, el recurso humano y las instalaciones.

2.5 Medición de la productividad

Parra (2006) señaló que hay diferentes maneras para medir y hacer un análisis de la productividad dependiendo de los intereses de cada empresa, para algunos la productividad se la obtiene en base a la medición de indicadores, la observación de su comportamiento en el tiempo y la toma adecuada de decisiones; otras empresas concentran esfuerzos en sus empleados, pues al tener personal altamente capacitado y motivado en el desarrollo de sus actividades, se logra un resultado global de una organización más productiva.

Así, Parra (2006) mencionó algunos métodos de medición de la productividad como: a) medición de la productividad del personal, b) métodos basados en la planificación y análisis de la necesidad de mano de obra en las unidades productivas, c) medición de la productividad del valor agregado de la organización; finalmente mencionó la medición tradicional de la productividad total de la empresa, basada en una fórmula matemática entre los productos o servicios prestados y todos los resultados utilizados, dentro de un tiempo estimado, si en ese resultado las salidas son mayores que las entradas, quiere decir que el sistema de producción o de servicios está siendo productivo; aconsejó el trabajo con unidades comunes, tanto para la producción como para los insumos, estas

pueden ser las unidades monetarias y las horas planta, para la medición de la productividad.

Al medir la productividad, es necesario utilizar métodos que permitan evaluar la eficiencia en la utilización de los recursos o levantar estándares de tiempos y movimientos de la producción, para lo cual Niebel (2004) planteó un estudio de métodos basado en el análisis de la operación para identificar todos los elementos productivos e improductivos que conforman una operación; y de esta manera, diseñar alternativas para obtener el incremento de la productividad, a través de la unidad de tiempo y reducción de costos unitarios, manteniendo la calidad de los productos.

La utilización de métodos, el estudio de tiempos y el uso de sistemas adecuados para el pago de salarios, constituyen un instrumento fundamental para Jiménez, J. et al. (2009); quienes consideraron que un proceso es productivo cuando con una cantidad determinada de recursos, en un tiempo determinado se obtiene el máximo de productos. Propusieron modelos de medición de productividad diferentes para empresas de fabricaciones homogéneas y heterogéneas para determinar los índices de productividad e ir identificando los aspectos a mejorar para alcanzar la rentabilidad de la empresa.

El tiempo es un factor que se toma en cuenta para medir la productividad en base a los indicadores de utilización y eficiencia; mostrando cómo a través de una adecuada gestión de estos se alcanza la productividad; este modelo puede ser aplicado a cada proceso productivo o a la productividad total de cualquier tipo de empresa de manufactura (Rueda, 2013).

Prokopenko (1989), para obtener una medición de la productividad, propuso varios modelos que aportaron a la obtención de resultados; propuso el análisis del medio ambiente de la organización, para determinar cómo este contribuye u obstaculiza la productividad de la empresa y su desarrollo. Enfatizó que es de vital importancia que las empresas tomen medidas enfocadas al mejoramiento de la productividad, para desarrollar estrategias que no solo se concentren en las ventas o comercialización, sino abarque la comercialización, los beneficios, los costos de producción, el rendimiento de las inversiones, las ventas y el producto.

Un cálculo muy usado para medir la productividad es el cociente de las unidades producidas / Factores productivos; cuando se utiliza un solo factor productivo al medir la productividad, se está hablando de productividad monofactorial o de un solo factor; se habla de productividad multifactorial o de factor total cuando se considera todos los factores productivos o los inputs (materiales, capital, trabajo) en la medición; se obtiene mediante la sumatoria de todos los inputs para conformar el denominador (Heizer & Render, 2007; Jimenez et. al. 2009; Lefcovich, 2009).

Herrera, Martínez & Villalobos (2010) hicieron un enfoque para el incremento de la productividad de las empresas a través de una serie de técnicas en base al trabajo, el estudio de métodos y la medición, por lo cual concluyeron que la medición de la productividad es un problema técnico que le pertenece a la ingeniería industrial, en el área de estudio del trabajo cuyo objetivo es incrementar la riqueza de una organización, la cual esta medida en base a la cantidad de bienes y servicios que están en la capacidad de producir, o los bienes y servicios disponibles para la satisfacción de las necesidades.

2.6 Métodos para medir la productividad

El método más común para medir la productividad total de una empresa, es la medición por unidad de tiempo como factor productivo o inputs; de igual manera se pueden utilizar diferentes factores productivos como los materiales, el capital, entre otros, a través de la siguiente operación (Heizer et. al. 2007; Lefcovich, 2009).

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Factores\ productivos\ (Inputs\ empleados)}$$

Medina (2010), mencionó tres modelos para medir la productividad: la productividad de valor agregado, que es la división del valor agregado para la sumatoria de todos los factores productivos o inputs; la productividad parcial, también llamada de un solo factor o monofactorial, cuando los factores producidos son divididos para un solo recurso como por ejemplo la mano de obra y la productividad total, cuando se toma en cuenta varios factores productivos (trabajo, material, capital, entre otros), también llamada productividad de múltiples factores, su denominador se obtiene a través de la

sumatoria de todos los factores productivos o inputs (trabajo, materiales, energía, capital), tal como muestra la siguiente operación:

$$Productividad = \frac{Output}{Trabajo + material + energía + capital + otros}$$

Una manera que facilita el cálculo de la productividad multifactorial, es expresando todos los factores productivos en unidades monetarias para su suma (Heizer & Render, 2007).

Para Chase, N; Jacobs, F; Aquilano, N (2005), la productividad se puede determinar con tres tipos de medidas, dependiendo de la necesidad de la empresa y como se desee observarla, estas son:

- Medidas parciales: Si se desea obtener un resultado de las salidas utilizando solo una entrada entonces se realiza la siguiente operación:

$$Medida Parcial = \frac{Salida}{Trabajo} \text{ o } \frac{Salida}{Capital} \text{ o } \frac{Salida}{Materiales} \text{ o } \frac{Salida}{Energía}$$

- Medidas de múltiples factores: Cuando se requiere obtener el resultado de las salidas con varias entradas, sin que estén todas, la operación es:

$$Medida de múltiples factores = \frac{Salida}{Capital + energía + trabajo} \text{ o } \frac{Salida}{Materiales + trabajo}$$

- Medida de productividad con factor total: Es el resultado de todas las salidas y todas las entradas, esta medida se la utiliza cuando se desea obtener la productividad de toda una empresa o de todo un país.

$$Medida total = \frac{Salida}{Entradas} \text{ o } \frac{Bienes y servicios producidos}{Todos los recursos utilizados}$$

El uso de una o varias unidades de medición para obtener la productividad, se ajusta a las necesidades que se requiera y según el área de la organización donde se encuentren realizando el estudio de productividad. Cabe aclarar que estas mediciones solo pueden realizarse con una sola unidad de medida, sea estas en dólares, horas de trabajo, kilos de material, entre otras (Chase et al. 2005).

Este tipo de medición general de la productividad, tiene sus limitaciones, pues pueden faltar unidades de medidas precisas, permite conocer la capacidad productiva de un determinado proceso y es complicado aplicarlo en la producción de servicios ya que el producto final tiene diferentes percepciones del cliente.

García (2011), propuso un método de medición de la productividad basado en la reducción de costos, para lo cual formuló la medición de la eficiencia, eficacia, efectividad y productividad a través de estándares de tiempo y costo, añadiendo la eficiencia administrativa con el establecimiento y cumplimiento de objetivos.

“El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido” (García C., 2011, p. 17). Su fórmula se plantea a continuación.

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ programados}{Insumos\ utilizados}$$

“El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener los resultados” (García C., 2011, p. 17). Su cálculo se lo obtiene con la siguiente operación:

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

“El índice de efectividad expresa una buena combinación de la eficiencia y eficacia en la producción de un producto en un período definido” (García C., 2011, p. 17).

La efectividad se la obtiene de la multiplicación de los índices de eficiencia por eficacia:

$$Efectividad = Eficiencia * Eficacia$$

Finalmente “El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo definido” (García C., 2011, p. 17).

$$Productividad = \frac{Productos\ logrados}{Factores\ de\ la\ producción}$$

Bain (1985), definió a la productividad como la relación entre la producción total y los insumos totales, o la relación entre la efectividad con la que se cumplen los objetivos de la organización y la eficiencia con la que se utilizan los recursos en el tiempo en que se cumplen esos objetivos.

$$Productividad = \frac{Efectividad}{Eficiencia}$$

Basado en lo anterior, Bain (1985) habló acerca de la producción o rendimiento por hora, como una medida esencial de la productividad, realizando la siguiente operación:

$$Productividad = \frac{Producción\ realizada}{Horas\ empleadas} = \frac{Producción}{Horas}$$

Prokopenko (1989), propuso varios modelos para medir la productividad, uno de ellos es el método de productividad del trabajo, el cual es calculado a través de la relación entre las unidades producidas y las horas trabajadas, sin embargo al no utilizar la misma cantidad de tiempo por unidad producida en todos los productos, para obtener la medición de la productividad, las unidades producidas son formuladas como unidades de trabajo expresadas en tiempo, para realizar de esta manera un análisis de la cantidad de trabajo que se produce en cada hora y por cada trabajador (Cueva, 2013); para la industria manufacturera es necesario calcular la mano de obra indirecta, es decir del

personal de mantenimiento, transporte, movilización de materia prima, entre otros; para eso se utiliza la siguiente ecuación (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989):

$$Productividad = \frac{Horas\ de\ trabajo\ indirecto\ al\ servicio\ del\ trabajo\ directo}{Horas\ de\ trabajo\ directo}$$

En el sector de servicios o de oficina resulta complicado realizar una medición de la productividad del trabajo, debido a que no se puede unificar los diferentes servicios en uno solo para su cálculo, por tal razón es recomendable utilizar un sistema financiero de cálculo para establecer los costos, el método de tiempo del trabajo se puede establecer a través de la medición del tiempo en que se realiza cada actividad de servicio utilizando cronómetros, el estudio de tiempos o el muestreo al azar de diferentes actividades (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989).

Otro método utilizado para medir la productividad es el de Alan Lawlor, el cual se basa en el análisis del desempeño global de la organización, tomando en cuenta los objetivos, la eficiencia, la eficacia, comparabilidad y tendencias progresivas, conceptualizando estos elementos, se obtiene lo siguiente (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989):

- Los objetivos se alcanzan cuando los ingresos totales (It) son suficientes para satisfacer las necesidades de la empresa, es decir los ingresos totales alcanzan para pagar salarios, invertir en capital fijo, cubrir los beneficios y los impuestos; los ingresos totales se los obtiene de la resta de las ventas (V) menos los materiales (M), realizando la siguiente operación:

$$It = V - M$$

- La eficiencia muestra la relación entre el producto producido y los insumos utilizados para ese fin; es un indicador que señala donde se están produciendo las ineficiencias en el proceso y se lo obtiene mediante la siguiente operación:

$$\frac{Producto}{Insumo} = \frac{Insumo + Beneficio}{Insumo} \text{ o } \frac{P}{Q} = \frac{I + B}{I} = I + \frac{B}{I}$$

- La eficacia es lo que se podría alcanzar a través de una óptima administración de los recursos; se puede expresar a través cuatro relaciones: Situación actual (producto real / insumo real); mayor producto / insumo real actual; producto actual real / menor insumo; nivel superior de eficacia (producto máximo / insumo mínimo) (Prokopenko, 1989).

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Eficacia}}{\text{Recursos consumidos}}$$

- Comparabilidad se refiere a la comparación de la productividad de la organización en base a su rendimiento histórico con el actual; en base a una unidad, individuo, puesto de trabajo, proceso con otra unidad; y comparación con una meta.
- Tendencias progresivas se refiere a determinar si el rendimiento de la empresa va en aumento y con qué rapidez lo está haciendo, basado en informes de comparabilidad.

El método Lawlor según (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989), basa la medición de la productividad en las organizaciones mediante dos niveles, el primario que mide la productividad de los ingresos totales (Pi), mediante la siguiente operación:

$$P_i = \frac{\text{Ingresos totales (It)}}{\text{Costos de conversión (Co)}}$$

El nivel secundario realiza una medición de la productividad que indica la relación de los recursos utilizados en relación al costo total de todos los recursos disponibles, aquí los Costos de conversión se dividen en costos realizados (Cd), los cuales se subdividen en costos de trabajo productivo (Ce) y costos de trabajo subordinado (Ca); y los costos de recursos no utilizado u ociosos (Ci); así se determina la productividad según la utilización y la eficiencia (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989) en la siguiente forma:

$$\frac{\text{Tiempos o costos de transformación (Cd)}}{\text{Tiempos o costos totales de conversión (Co)}}$$

La eficiencia en este método, tiene como denominador el tiempo o los costos totales y se calcula con la siguiente ecuación (Cueva, 2013):

$$\frac{\textit{Tiempos o costos del trabajo productivo (Ce)}}{\textit{Tiempos o costos totales de conversión (Co)}}$$

El método de Lawlor considera otros dos indicadores en la medición de la productividad, que son el cálculo de rotación del inventario:

$$\frac{\textit{Ventas}}{\textit{Inventario promedio}}$$

El otro indicador se refiere al potencial de la productividad, que muestra la capacidad de la organización de generar ingresos si no hubiese la capacidad ociosa o tiempos perdidos en la producción (Cueva, 2013).

$$\frac{\textit{Ingresos totales x Co}}{\textit{Cd}}$$

El método Gold se basa en la medición de la productividad en relación a la tasa de rendimiento de las inversiones, tomando en cuenta cinco aspectos que son los precios de los productos, costos unitarios, utilización de las instalaciones, productividad de las instalaciones, distribución de los recursos de capital o capital de trabajo (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989).

En estos cinco elementos formula una ecuación, en la cual identifica los cambios a corto plazo y largo plazo, representadas en las primeras tres operaciones y las dos últimas respectivamente (Cueva, 2013; Prokopenko, 1989).

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Inversiones}} = \left[\frac{\textit{Ingresos de los productos}}{\textit{Productos}} - \frac{\textit{Costos totales}}{\textit{Producto}} \right] \times x$$

$$\frac{\textit{Producto}}{\textit{Capacidad}} \times \frac{\textit{Capacidad}}{\textit{Inversiones Fijas}} \times \frac{\textit{Inversiones fijas}}{\textit{Inversiones totales}}$$

En el método estructural de Kurosawa se hace un análisis de lo sucedido en el pasado para realizar una nueva planificación de las actividades de la empresa, estableciendo un sistema de vigilancia de las mismas; por tal motivo los sistemas de medición de la productividad deben establecerse de acuerdo a los diferentes niveles de toma de decisiones de la organización (Prokopenko, 1989).

Para medir la productividad individual de un trabajador (Pt) se realiza la siguiente operación:

$$Pt = \frac{\textit{Producto}}{\textit{Insumo del esfuerzo del trabajador}}$$

Una vez identificados los diferentes métodos para medir la productividad, es importante escoger el más adecuado para el desarrollo del presente análisis, para esto, tomando en cuenta el tipo de producción y el giro de negocio de la empresa Plásticos ABC, se ha tomado el método de utilización – eficiencia, pues basa el estudio en el análisis de las observaciones del trabajo de producción diaria para en base a esa información obtener el cálculo de la productividad, tomando en cuenta los indicadores de utilización y eficiencia, este método se explica minuciosamente a continuación.

2.6.1 Método de Utilización – Eficiencia

Rueda (2013), basó su análisis para medir la productividad, tomando como base el tiempo junto a los factores de utilización y eficiencia; para su análisis mencionó el tiempo como unidad común debido a la relación existente entre la cantidad de productos que se obtienen de una máquina o un trabajo y el tiempo utilizado para producirlos, de igual manera según el autor, en la medición debe haber una relación entre que costo, volumen y tiempo se generan los bienes o servicios producidos.

En este método, los factores de utilización y eficiencia son los componentes más importantes para el cálculo de la productividad, pues el uno ayuda a determinar los tiempos perdidos por ausencia de alguno de los factores de producción y con el otro se determina el tiempo que se ha perdido en la producción debido a deficiencias en el desempeño, todo esto en base al tiempo disponible para la producción (Rueda, 2013).

2.6.1.1 Utilización

Debido a que no todas las horas disponibles en una jornada de trabajo son dedicadas a la producción ya que están sujetas a paradas por diferentes situaciones como mantenimiento de máquinas, recesos de operario, fallos mecánicos, entre otros, se habla del factor de utilización (U), el cual Dominguez, Alvarez, García y Ruiz (1995) lo definieron como “el cociente entre el número de horas productivas desarrolladas (NHP) y el de horas reales (NHR) de jornada por periodo”(p. 37), quedando la siguiente operación:

$$U = \frac{NHP}{NHR}$$

Rueda (2013) definió la utilización como el grado de aprovechamiento de los recursos como la maquinaria, los equipos o puestos de trabajo, que hay en una empresa productora bienes o servicios para obtener un producto, su cálculo lo realiza con la formula expresada en horas debido a que la capacidad de trabajo se mide en unidades de tiempo, a través de la siguiente operación:

$$UTILIZACIÓN = \frac{\textit{Tiempo real Trabajado}}{\textit{Horas disponibles o capacidad nominal}}$$

Donde el tiempo real trabajado (TRT) o Tiempo Disponible para Producir (TDP), es el tiempo en el cuál están presentes todos los elementos de producción, para iniciar la transformación de la materia prima en un producto; es el máximo de horas reales que se esperan del puesto de trabajo, su cálculo se obtiene tomando en cuenta la disponibilidad de un puesto de trabajo, el cual está conformado de la cantidad de máquinas, la cantidad de trabajadores y las horas de operación, sin embargo no es posible que se logre el

tiempo indicado pues existe un tiempo de inactividad debido al fallo de máquinas, el ausentismo, la falta de material, entre otros (Al-Darrab, 2002); su cálculo se lo realiza de la siguiente manera:

$$TRT = \text{Capacidad Nominal} - \text{tiempos perdidos o inactividad}$$

La capacidad nominal (CN) o Tiempo Nominal corresponde a la jornada laboral o el tiempo que se toma en cuenta por estar presente en el lugar de trabajo (Rueda, 2013), se la obtiene a través del siguiente cálculo:

$$CN = \text{Número de jornadas} \times \text{número de puesto de trabajo} \times \text{tiempo}$$

El puesto de trabajo está compuesto por la mano de obra, máquinas y herramientas requeridas, más los insumos y materiales indispensables para el desarrollo de un proceso; este puede estar conformado por una persona, una máquina, una persona y máquina, un grupo de máquinas o un grupo de personas (Rueda, 2013).

2.6.1.2 Eficiencia

La eficiencia como factor puede ser definida como el nivel de rendimiento en el cual es desarrollado un trabajo con relación a un tiempo establecido anteriormente; es controlada por factores como los métodos de trabajo utilizados y la velocidad de los movimientos, es decir la habilidad, el esfuerzo y las condiciones de trabajo (García, 1998).

Indica la forma de comportamiento de un individuo o máquina con respecto al estándar de tiempo que se ha establecido para la producción (Rueda, 2013); es la relación entre las horas estándar de trabajo producidas y las horas efectivamente trabajadas, determina una medida que puede ser superior o inferior al 100% (Al-Darrab, 2002), el cálculo de la eficiencia se obtiene con la siguiente fórmula:

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Tiempo estándar} \times \text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo real trabajado}}$$

El tiempo estándar es definido por García (1998) como la determinación del tiempo requerido que necesita un trabajador con los conocimientos y capacidades necesarios para realizar un trabajo mediante el uso de un método y equipo estándar, desarrollándolo a un ritmo normal, el cual pueda mantenerlo a diario sin mostrar signos de agotamiento, el cálculo del tiempo estándar ayuda a planificar de mejor manera la producción, determinar el valor para una tarea específica, determinar la eficiencia de un proceso productivos, establecer estándares de producción, crear incentivos para los trabajadores y en general a organizar de mejor manera el trabajo.

El cálculo del tiempo estándar se lo obtiene una vez seleccionada la operación a observar, determinando el tamaño de la muestra y calculando el tiempo normal que es el tiempo en que una persona con la capacitación adecuada o una máquina preparada con anticipación, tarda en desarrollar una tarea, se lo puede determinar a través de mediciones o muestras de trabajo; a ese tiempo normal se le añade los márgenes de tolerancia por retrasos personales y fatiga del personal; una vez obtenida esa información, el tiempo estándar se lo obtiene con la siguiente fórmula (García, 1998):

$$TE = \frac{TN}{1-Tolerancia}$$

El cálculo de las unidades producidas para obtener el factor de utilización, puede ser de dos maneras:

$$Unidades\ producidas = \frac{Capacidad\ Real}{Tiempo\ Estándar}$$

La capacidad real “es el tiempo en el cual se ha producido un valor agregado a la producción” (Rueda, 2013, p. 191), siempre saldrá menor a la capacidad nominal puesto que se ve afectada por la productividad, se la obtiene a través de la siguiente fórmula (Rueda, 2013):

$$Capacidad\ real = Capacidad\ Nominal \times \frac{Tiempo\ estándar\ x\ unidades\ producidas}{Capacidad\ Nominal}$$

Las unidades producidas pueden ser calculadas con el despeje de la fórmula del tiempo real:

$$\text{Unidades producidas} = \frac{\text{Capacidad Nominal}}{\text{Tiempo Real}}$$

El tiempo real (TR) es el tiempo que una persona o máquina tarda en realizar un trabajo (Rueda, 2013), su cálculo se obtiene de la división de la capacidad nominal para las unidades producidas:

$$TR = \frac{\text{Capacidad Nominal}}{\text{Unidades producidas}}$$

En base a los resultados de los índices de Utilización y Eficiencia, el cálculo de productividad, según el modelo de Utilización - Eficiencia, se obtiene con la multiplicación de los dos factores.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \text{Utilización} \times \text{Eficiencia}$$

Según las fórmulas mencionadas anteriormente, el cálculo de la productividad se obtendría también de la siguiente manera.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Tiempo real Trabajado}}{\text{Capacidad nominal}} \times \frac{\text{Tiempo estándar} \times \text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo real trabajado}}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Tiempo estándar} \times \text{Unidades producidas}}{\text{Capacidad nominal}}$$

2.6.2 Costos de producción

Los costos corresponde a la cantidad de recursos que intervienen en la producción de un bien o servicio y son medidos en términos monetarios, se generan por las distintas

actividades que se realizan en las organizaciones para producir un bien o servicio, estas actividades involucran el diseño e ingeniería del producto, compras, almacenamiento y producción, marketing, el talento humano, ventas, distribución, administración, entre otros; en términos de finanzas, los costos se refieren al desembolso de dinero; los costos influyen directamente en los ingresos de la empresa, afectando su utilidad al periodo correspondiente, por lo cual los costos utilizados en la producción deben ser sumados a los gastos para determinar el costo total de operación (Parra, 2004).

Para el desarrollo del método de Utilización – Eficiencia, se requiere el uso de los tres elementos básicos del cual se componen los costos de manufactura, que son el costo de los materiales directos (MPD), la mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF), dentro de estos últimos están los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, depreciación de instalaciones, mantenimiento, reparación y costos de operación de la planta que estén en relación con las operaciones de fabricación; los costos se pueden dividir en estándares, que son los que están relacionados a la planificación que se realizó al principio de la producción, presentan los rubros de un presupuesto operativo; y los costos reales que son aquellos que muestran el precio real del producto (Cuevas, 2010; Rueda, 2013).

- **Costo de Materiales Directos (MPD)**

Son los materiales necesarios que se requiere para producir un bien o servicio y que forman parte integral del mismo (Cuevas, 2010), para obtener su costo primero se debe hacer una lista de todos los materiales requeridos y multiplicar sus cantidades por una tasa, adquiriendo así el costo estándar de materiales (Rueda, 2013), con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo estándar MP} = \text{Cantidad estándar MP} \times \text{Tasa por unidad de MP}$$

Al existir desperdicios, el rendimiento de cantidad del material varía por lo que se debe calcular un costo real de materiales, el cual se obtiene afectando la capacidad estándar por el porcentaje de desperdicio de los mismo (Rueda, 2013), a través de la siguiente operación:

$$\text{Costo real de MP} = \frac{\text{Cantidad requerida de MP}}{1 - \text{Índice de desperdicio}}$$

De tal forma que, para calcular el costo real de los materiales, se debe aplicar:

$$\text{Costo Real de MP} = \text{Cantidad Real de MP} \times \text{Tasa por unidad de MP}$$

- **Costo de Mano de Obra Directa**

Son los salarios donde se incluye las prestaciones sociales y aportes patronales de las personas que intervienen directamente en la elaboración de los bienes y servicios, sea esta actividad manual o a través del uso de maquinaria para la transformación de la materia prima en un producto o servicio, este costo tiene relación directa con el tiempo empleado en la elaboración de un producto, por lo que es necesario el cálculo del tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo, multiplicado a la tasa por unidad al tiempo que corresponde el pago del insumo de producción (Pastrana, 2012; Rueda, 2013).

$$\text{Costo Real de MO} = \text{Tiempo estándar} \times \text{Tasa por unidad de tiempo}$$

El costo real de la mano de obra se lo obtiene afectando la tasa por el tiempo real de fabricación, de la siguiente manera:

$$\text{Costo Real MO} = \text{Tiempo real} \times \text{Tasa por unidad de tiempo}$$

- **Costos Indirectos de fabricación**

Son todos los costos de fabricación exceptuando los costos directos y la mano de obra directa, es decir la mano de obra indirecta, materiales indirectos que no se pueden identificar con la unidades de producción, también incluyen los gastos generales como mantenimientos, vigilancia de la planta, seguros de máquinas, depreciaciones de equipos, alquiler de planta, impuestos, entre otros que son necesarios para el proceso de producción (Cuevas, 2010; Pastrana, 2012); para

que estos costos sean asignados a un bien producido, se debe determinar el tiempo de ciclo de todo el proceso de transformación para que sea afectado por una tasa por unidad de tiempo, de esta manera reflejar el costo global de todos los costos indirectos (Rueda, 2013).

$$CIF = \text{Tiempo de Ciclo} \times \text{Tasa por unidad de tiempo}$$

2.7 Herramientas utilizadas para mejorar la Productividad

La mejora de la productividad en las organizaciones, está relacionada con los conceptos de calidad y costos, pues ante cualquier cambio en uno de estos, el otro se ve afectado, por lo que es necesario la mejora de la calidad en las operaciones de las organizaciones para obtener un incremento de la productividad y por ende una disminución de sus costos (De Parra, 2004).

Bain (1985), haciendo referencia a que la Productividad es el resultado de la Efectividad / Eficiencia, propuso mejorar la productividad de tres diferentes formas, expresándola a través de estos conceptos:

1. Aumentar la productividad en unidades producidas por hora trabajada, a través de la mejora de la eficiencia de los insumos de la mano de obra, manteniendo así la misma producción y disminuyendo las horas de trabajo.
2. Incrementar la efectividad manteniendo el mismo nivel de insumos y aumentando la producción, de esta manera hay un incremento de la productividad en unidades de producción por hora trabajada.
3. Al obtener una mayor producción, reduciendo los insumos utilizados, también incrementa la efectividad y se obtiene un aumento significativo de la productividad en unidades de producción por hora trabajada.

Sin embargo, alcanzar cualquiera de las tres premisas requiere del compromiso de los directivos y todos los miembros de la organización para poner en marcha métodos que

aporten a mejorar la calidad en los procesos de las empresas para de esta manera obtener un incremento de la productividad.

Las técnicas basadas en el estudio del trabajo ayudan a realizar un análisis sistemático de la manera como se está realizando una actividad en la operación de la organización, para tomar acciones que minimicen o modifiquen el proceso improductivo que se está utilizando; a través del estudio de tiempos y métodos englobados en el estudio del trabajo, se logra reducir los tiempos innecesarios de trabajo y sus altos costos generados, simplificándolos para obtener un aumento de la productividad al eliminar actividades que no aportan valor (Kanawaty, 1996; Nieto 2011).

Según Kanawaty (1996), el tiempo total de una operación está compuesto como se muestra en la Figura 11, por el contenido básico del trabajo, que es el tiempo mínimo requerido para obtener una producción, este no puede ser reducido; y el tiempo improductivo el cual está compuesto por el contenido de trabajo suplementario por insuficiencias en el diseño del producto o manejo de materiales; el contenido de trabajo suplementario por el uso de metodologías ineficaces en la producción y el contenido de trabajo resultado del aporte del factor humano; todos estos forman el tiempo total de una operación.

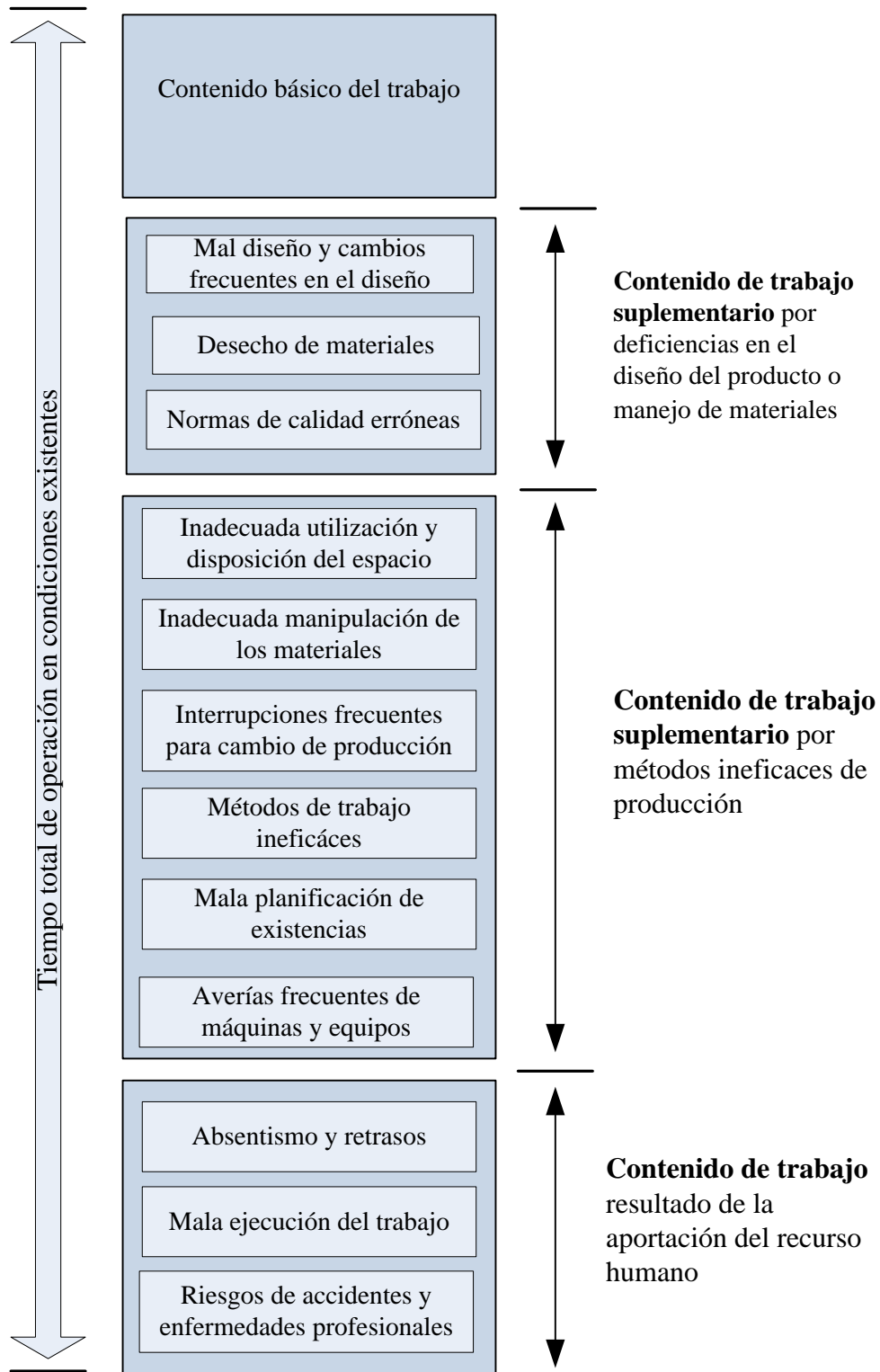


Figura 11: Composición del tiempo de trabajo básico y suplementario en las operaciones

Fuente: (Kanawaty, 1996, p. 15).

Eliminar el tiempo improductivo de la operación y mantener tan solo el contenido básico del trabajo, donde solo se utiliza el tiempo de producción en condiciones

perfectas, es una teoría que no se da en la práctica, pues se estaría hablando del producto perfecto en el cual no habría pérdidas de tiempo más que los descansos elementales a los cuales los operarios tiene derecho por ley; sin embargo aproximarse a eliminar los tiempos perdidos en la producción es posible, trabajando de mejorar los puntos que se detallan en la Figura 11 y eliminando los despilfarros existentes por los métodos o la fabricación ineficaz del trabajo (Kanawaty, 1996).

El estudio del trabajo es un instrumento útil al momento de determinar herramientas para la eliminación del despilfarro existente; utilizando técnicas como el estudio de métodos y la medición del trabajo, permite el incremento de la productividad en una organización, a través de la reorganización del trabajo, realizando cambios que no implican una gran inversión, sino una mejor planificación de las actividades (Kanawaty, 1996).

Para las empresas de manufactura y producción, el estudio de métodos es una opción de mejora de la productividad, consiste en hacer una investigación sistemática de la forma como se realiza una actividad, su tipo, los materiales y las herramientas usadas detectando así problemas e implementando propuestas de mejora, este estudio consiste en realizar un desglose de las operaciones para posteriormente eliminar las que están demás o mejorar las que lo requieran (Cruelles, 2013; Kanawaty, 1996).

En el diseño de los métodos de trabajo hay varias alternativas que se pueden utilizar para la mejora o eliminación de algún tipo de problema, sin embargo ya hay varias técnicas que presentan herramientas ya desarrolladas que pueden ser aplicadas a todos los métodos de trabajo en base a un esquema de problema – causa – solución, convirtiéndose en un catálogo para la mejora de métodos (Cruelles, 2013).

2.7.1 El método de las 5 S

Cruelles (2013), basado en su esquema de problema – causa – solución, propone en su catálogo de soluciones a los problemas que afectan la productividad en las empresas, el método de las 5 S, el cual es recomendado cuando se identifica un exceso de desplazamientos y demoras de una actividad, debido al desorden y desorganización, este método se basa en el principio de “un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”

(Cruelles, 2013, p. 285); el objetivo de este método es la reducción del tiempo de ejecución de una actividad debido a la búsqueda, esperas o desplazamientos provocados por desorden.

Este método está conformado por cinco etapas (Cruelles, 2013):

1. Seiri: separar lo necesario de lo innecesario; en esta etapa se identifica todos los objetos que ya no se requieren en el sitio de trabajo para separarla y definir si ya no es de utilidad para desecharla o decidir su reubicación, evitando que regrese al lugar de trabajo.
2. Seiton: ordenar, definir el mejor lugar para cada cosa; en este segundo paso se designa un lugar para cada elemento y se realiza una organización de los espacios de trabajo, se puede poner etiquetas o marcas que sean visualizadas por todos para los espacios asignados, con estas actividades finalmente se evitará la pérdida de tiempo cuando se requiera algo y se podrá identificar rápidamente si algo no está en su lugar.
3. Seiso: limpieza de áreas y los elementos; en este paso se establece la limpieza regular del área, creando cronogramas semanales o mensuales para mantener limpio el lugar, tanto herramientas como mesas de trabajo y pisos, se debe crear un plan de aseo y ponerlo visible para que el personal cumpla con este paso.
4. Seiketsu: crear y establecer los estándares de limpieza; establecer normas y procedimientos para mantener el lugar con la organización y orden que se estableció en los pasos anteriores, se darán los requisitos técnicos para seguir el proceso de orden y limpieza.
5. Shitsuke: educar y comunicar para mantener el proceso estandarizado; crear un hábito para mantener lo establecido en el tiempo, garantizar que el sistema 5S se esté cumpliendo, creando auditorías periódicas y garantizando que todos los involucrados lo conozcan y lo cumplan, crear nuevas acciones a través de la mejora continua.

Los beneficios de implantar el sistema de las 5S, se ve reflejado una vez que se han eliminado los desperdicios e incrementa el tiempo en actividades que generan valor

añadido a las operaciones, se observa una mejora en la calidad de la producción e incluye a todo el personal responsable del área (Cruelles, 2013).

2.7.2 Mantenimiento de máquinas

El mantenimiento de las instalaciones, máquinas y equipos en las empresas es de vital importancia pues asegura su correcto funcionamiento, evitando que la producción se vea afectada por paros no planificados o a su vez si esto ocurre, tener alternativas para la solución oportuna del problema (Medrano, Vicente y González, 2017), evitando así consecuencias de baja productividad por pérdidas de tiempo de producción debido a paros no programados de las máquinas y equipos.

El control de los mantenimientos para máquinas y equipos en las empresas se lo realiza a través de la planeación, programación y ejecución de las tareas necesarias que serán ejecutadas de acuerdo a las necesidades del tipo de máquinas que se tiene en la empresa; la programación de mantenimientos puede ser diaria, semanal, mensual, de acuerdo a lo requerido; una manera de llevar un control adecuado de los mantenimientos en las empresas, es a través de programas informáticos donde se pueda programar y dar el seguimiento respectivo a las actividades de mantenimiento; de esta forma será más sencillo prestar los servicios requeridos a las máquinas y equipos necesarios para la producción (Medrano et al. 2017).

Dentro de la planeación de los mantenimientos se encuentran los mantenimientos correctivos, que son aquellos que se ejecutan cuando se ha presentado un daño en la máquina; interviniendo en los arreglos cuando la avería se ha presentado, este tipo de mantenimiento es preciso que sea aplicado solo cuando sea justificado, pues si las empresas siempre esperan a que haya un daño en las máquinas para dar su mantenimiento, se corre el riesgo de que la producción sea parada por demasiado tiempo y por ende haya pérdidas económicas (Medrano et al. 2017).

Los mantenimientos correctivos se pueden clasificar en contingentes, que son los que deben ser aplicados de manera urgente, por lo general se realiza a todas aquellas fallas que se presentan durante el proceso producción, este tipo de mantenimiento debe considerar todos los recursos necesarios para corregir los daños, pues de no ser

oportuno el arreglo se pone en riesgo la entrega a tiempo del producto; el otro tipo de mantenimiento correctivo es el programado, que es cuando se ha presentado un daño en la maquinaria, pero su reparación no es urgente ni tampoco está comprometida la producción, su reparación puede esperar un determinado tiempo (Medrano et al. 2017).

Medrano et al. (2017), propusieron el método de análisis de modo de fallos y efectos (AMFE) para hacer un análisis cualitativo del tipo de fallas y la frecuencia con que se presentan, para en base a esa información crear los planes de mantenimiento correctivo y determinar soluciones viables para su oportuna reparación; los pasos para desarrollar este método son en primer lugar hacer una lista de todos los posibles tipos de fallos con un grupo de trabajo de diferentes perfiles y que tengan conocimiento de las máquinas y equipos; el segundo paso es crear un índice de prioridad dando valores a cada uno de las posibles fallas para clasificarlos según su importancia; finalmente se busca las mejores soluciones para incluirlos en el plan de mantenimiento.

Otro tipo de mantenimiento que debe estar dentro de la planeación son los mantenimientos preventivos, los cuales se caracterizan por ser planificados con antelación, evitan interrupciones en la producción y son realizados en los tiempos de descanso de los operarios o cuando la máquina no está produciendo, otra características de este tipo de mantenimientos es que si son bien ejecutados, pueden ayudar a reducir costos y alargar la vida útil de las máquinas y equipos, la planificación de estos mantenimientos es a partir de inspecciones cíclicas que se realizan a los equipos para determinar las piezas que tendrán que ser cambiadas o mejoradas, los factores que se toman en cuenta para este tipo de mantenimientos son los cambios de temperatura en las máquinas, las emisiones de ruido, la vibraciones o los defectos en la producción, en base a registros anteriores de mantenimiento y su rendimiento, se puede anticipar las interrupciones o paras de producción (Kanawaty, 1996; Medrano et al., 2017).

Para la implementación de un plan de mantenimientos tanto correctivo como preventivo, es necesario ejecutar ciertos pasos iniciando con un cronograma de mantenimientos en base a un historial de daños, crear un procedimiento de atención de fallas y manuales de mantenimiento que sean difundidos entre el personal operativo para saber cómo proceder en determinadas circunstancias, también es necesario llevar una bitácora de reparaciones; dentro de la organización en los mantenimientos se

toman en cuenta dos aspectos que son el mantenimiento como una función de los especialistas y la actitud de los miembros de la empresa sobre la importancia de los mantenimientos para las máquinas (Kanawaty, 1996).

Desde un punto de vista del mantenimiento como una función especializada, se considera varios elementos a tomar en cuenta (Kanawaty, 1996):

- Evaluar la necesidad de personal especializado para el mantenimiento de máquinas y su capacitación, es importante contar con personas especializadas que tengan la pericia de detectar los fallos que se presenten y tengan la capacidad de atenderlo oportunamente.
- Dentro de la programación de mantenimiento preventivo, se debe contemplar un tiempo para reparaciones de emergencia, en base al historial de las máquinas o experiencia, que permite realizar estimaciones. Los programas de mantenimiento pueden ser elaborados conjuntamente con la parte operativa, pues son quienes pueden determinar las épocas de mayor o menor uso de las máquinas.
- División del trabajo, consiste en realizar una distribución del trabajo de mantenimiento entre los operarios más calificados y el especialista en mantenimientos, hay actividades como la limpieza, el engrase, lubricación de las máquinas que no requiere la intervención del especialista sino pueden realizarla los operarios capacitados.
- El control del stock de piezas recambiables, es necesario tomarlo en cuenta en los programas de mantenimiento, de esta manera no se correrá el riesgo de que falten piezas o repuestos que muchas veces se pueden tardar en conseguir en el mercado, evitando tener tiempos perdidos por paradas prolongadas de máquinas.
- Crear indicadores de control eficaces, donde se observe los beneficios obtenidos de tener programas de mantenimiento y los resultados obtenidos.

Desde un punto de vista del mantenimiento como responsabilidad de todos los miembros de la empresa, Kanawaty (1996), consideró que un programa de

mantenimiento debe empezar con la aprobación y respaldo de la alta dirección, para crear una conciencia de cambio en quienes hacen parte de la organización, en base a capacitaciones y cursos, lograr dar las directrices para un adecuado uso de las máquinas y que los operarios tengan el conocimiento adecuado para actuar oportunamente en caso de presentarse inconvenientes en la producción.

2.7.3 Planificación de la producción

El estudio de métodos y la medición del trabajo, sirven como base para simplificar los métodos utilizados en el trabajo y disminuir los tiempos perdidos de las operaciones; por otro lado, la medición del trabajo sirve para determinar el tiempo en el que se implantará el nuevo método utilizado para mejorar la operación, por esta razón la medición del trabajo es una herramienta utilizada en la planificación y el control de la producción para conocer los tiempos en que se desarrollan las actividades, siendo parte esencial del proceso de planificación (Kanawaty, 1996).

Para Monsalve (2018), una buena planificación consta de varios elementos que aportan al cumplimiento de los objetivos y metas de la organización, utilizando altos índices de eficiencia, eficacia y efectividad, para que las empresas sean más productivas y alcancen la competitividad en los mercados.

La planificación, programación y control de la producción según Domínguez, citado por Monsalve (2018), conlleva una estructura jerárquica que pasa por cinco etapas, que son la planificación estratégica a largo plazo, la planificación agregada y la planeación maestra a mediano plazo; la programación de componentes, ejecución y control en el corto plazo, los primeros son responsabilidad de la alta dirección para garantizar la disponibilidad de los recursos necesario para la producción y alcanzar la rentabilidad esperada por los accionistas.

Una herramienta útil para mejorar la planificación de las operaciones, es la utilización de un diagrama de Gantt, pues en este puede diseñarse la planificación de la producción de una manera que muestre la carga de las máquinas, designar las tareas a los operarios y llevar un control adecuado de la entrega de los materiales; de igual manera el manejo de una escala de tiempo, es útil al momento de programar el tiempo de inicio y fin de

una producción, de esta forma se puede obtener mejores resultados en la optimización de recursos y tiempos para la producción (Kanawaty, 1996).

2.7.4 Sistema SMED: Manufactura Ágil

En el estudio sobre mejora de métodos, el sistema SMED Single Minute Exchange of Die, o en español cambio de instrumentos en pocos minutos, es una herramienta utilizada en la industria para reducir los tiempos de preparación de máquinas, cambio de moldes o el inicio de otro proceso de producción en el mínimo tiempo posible, obteniendo mayor flexibilidad al cambio de demanda, sin conservar grandes stocks, aumentando la velocidad en las entregas; reduciendo el tiempo de espera a los clientes al producir lotes pequeños y por supuesto aumento de la productividad al reducir considerablemente los tiempos de preparación de máquinas y cambio de herramientas, disminuyendo los tiempos de para de la producción (Cruelles, 2013).

PXS school of excellence (2018), afirmó que durante la instalación y preparación de máquinas, hay varias mudas que son eliminadas a través del sistema SMED, ayudando a reducir los tiempos de instalación y cambio de máquinas; estas mudas detectadas se deben a la búsqueda de materiales, el caminar o moverse, las esperas, la falta de herramientas, el no tener una lista de chequeo o manuales, la información deficiente, la falta de calibración y el exceso de ajustes.

Para reducir o eliminar las mudas mencionadas anteriormente, la técnica SMED se lleva a cabo a través de tres etapas, que indican la mejor manera de realizar las actividades para obtener los resultados requeridos, estas etapas son (Cruelles, 2013; PXS Global, 2018):

- **Separación de operaciones internar y externas:** en esta etapa se documenta y etiqueta los pasos de la preparación, diferenciando los que son internos de los que son externos; las operaciones internas son las que se realizan con la máquina sin trabajar, como por ejemplo el cambio de moldes de la máquina; las operaciones externas son aquellas actividades que se pueden realizar mientras la máquina está trabajando, un ejemplo es movilizar hacia la máquina los materiales necesarios para la preparación de máquinas del siguiente lote.

Durante esta etapa se lleva una lista de verificación para verificar que todos los insumos y pasos a seguir están a disposición para iniciar la tarea, esta lista debe tener siempre los nombres de los operarios que participaran en la preparación de la máquina, las especificaciones del procedimiento, las herramientas requeridas, variables como presión, temperatura y valores numéricos de las medidas.

La utilización de la lista de verificación ayudará a ahorrar mucho tiempo ya que con su comprobación se evitarán los errores sin dar las cosas por supuesto; se recomienda una lista de comprobación por cada máquina para evitar pérdidas de tiempo para buscarla de una máquina a otra.

En este paso también es recomendable realizar comprobaciones funcionales que consisten en verificar que todos los medios requeridos para la preparación de las máquinas se encuentren en perfectas condiciones, evitando las sorpresas de que alguna herramienta no funciona correctamente al momento de su utilización, esto se puede realizar durante la operación externa.

Mejora la forma de transportación de las herramientas y otros materiales, es otra técnica utilizada, pues garantiza que todo lo utilizado, regrese al mismo orden una vez haya sido ocupado; todo esto lleva a la estandarización de los procedimientos.

- **Convertir las operaciones internas en externas donde sea posible:** concentrándose en las tareas que generen algún tipo de retraso en el procedimiento, establecer una solución para eliminar el motivo que está provocando retraso o interrupciones, esto se lo puede realizar a través de una lluvia de ideas, convirtiendo así la preparación interna en externa; el uso de herramientas recomendado en el estudio de métodos y movimientos también ayudan en este paso.

La eliminación de ajustes es otro elemento que ayuda a la eliminación de tiempos en la preparación interna de máquinas, pues esta operación lleva entre un 50-70% del tiempo de instalación (Cruelles, 2013), estos ajustes que se realizan en las máquinas hasta obtener el producto con las especificaciones requeridas, conlleva

tiempo y material perdido durante la prueba error que se realiza, por lo cual es importante buscar la manera de minimizarlos.

- **Perfeccionar todos los aspectos de las operaciones de preparación:** en este paso se trata de realizar mejoras para las operaciones de preparación de máquinas; una solución para mejorar la operación de preparación externa puede ser con la mejora del almacenamiento y transporte de las piezas y herramientas necesarias, para evitar pérdidas de tiempo por su mala organización, se puede etiquetar las estanterías de almacenaje con códigos y colores para una mejor localización, las herramientas y piezas de mayor uso se las puede localizar de manera más accesible; con la implementación de las 5S para piezas y herramientas, la reducción de desplazamientos a través de técnicas utilizadas en la economía de movimientos se puede mejorar de manera substancial los tiempos en las preparaciones externas.

En cuanto al mejoramiento de tiempo para las operaciones de preparación interna, el sistema SMED recomienda acciones como la utilización de anclajes funcionales para ayudar a mantener los objetos fijos, utilizando el mínimo esfuerzo; la estandarización de procedimientos debe estar en lugares visibles y accesibles a todos los operarios que participan en la preparación e instalación de las máquinas para cuando sea requerido su consulta; las herramientas complementarias para tareas de calibración fuera de la máquina, la automatización a través de la obtención de sistemas hidráulicos por ejemplo, son herramientas que ayudaran a reducir significativamente los tiempos de preparación de máquinas, durante su operación interna.

2.7.5 Implementación de Medios para facilitar el transporte

En muchas operaciones, el transporte de materiales de un lugar a otro puede tomar mucho más tiempo de lo esperado, por lo que en esos casos es necesario considerar el uso de maquinaria o transporte automático para reducir el esfuerzo empleado por los operadores y el tiempo que lleva realizar dichas actividades, aunque no es posible automatizar muchos procedimientos, se puede facilitar las diferentes actividades a través de medios automáticos, los medios para automatización pueden ser las cintas

transportadoras, carros aéreos, caminos de rodillos motorizados, almacenes inteligentes, puentes grúas, transpalet, palets, transportadores de rodillo, transpalet con motor, transportador portátil, entre otros (Cruelles, 2013).

3 PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA PLÁSTICOS ABC

3.1 Proceso productivo de la empresa Plásticos ABC

Un proceso se define como el conjunto de actividades sistemáticas, interrelacionadas entre sí, donde se emplea unas entradas (inputs) o insumos, para ser transformados en salidas (outputs) o productos y servicios para un cliente externo o interno a la organización, para que un proceso funcione con éxito, se requiere del uso de recursos como las personas que ejecutan las actividades, equipos, infraestructura; los recursos son necesarios para el desarrollo de los procesos, pues sin ellos su ejecución no podría darse (Pardo A, 2012).

La fabricación de envases plásticos, consiste en un proceso de manufactura de botellas plásticas en este caso para yogurt, a través de extrusión y moldeo por soplado, el cual se inicia al colocar la materia prima, en este caso polímeros vírgenes en forma granulada en una tolva, la cual lleva el material hacia un tornillo helicoidal para que el plástico se funda y forme una manga tubular o preforma, la cual es tomada por el molde, donde mediante presión de aire, sopla el materia y forma la botella, posteriormente recibe aire frío antes de abrirse y separar el producto (Palacios, 2016); este proceso es realizado en máquinas sopladoras.

Para el presente estudio, el proceso productivo que se levantó, inicia con la manufactura de envases plásticos en las sopladoras número cinco y número seis de la empresa Plásticos ABC, hasta el empaque de los mismos para su entrega al cliente final; debido a que en la empresa Plásticos ABC, la fabricación de envases plásticos se realiza de acuerdo a las necesidades, especificaciones y cantidades que el cliente solicite, no hay una producción continua o diaria de un solo producto, sino estos son producidos por lotes, bajo pedido y de acuerdo a una planificación semanal, por esta razón, el producto que se ha escogido para el análisis de productividad son las botellas plásticas en presentaciones de 180g, 1.000g y 1.750g solicitado por uno de sus clientes, quien desarrolla sus actividades en la industria alimenticia para el envasado de yogurt; la

información para toma de tiempos de producción se la adquirió del pedido de la semana 45 del año 2018, correspondiente a la primera semana del mes de noviembre, fecha en la cual se elaboró un pedido de 60.160 envases de 180g, 27.090 envases de 1.000g y 15.300 envases de 1.750g; se escogió este producto porque representa el 40% de la producción total de la empresa y es el que genera mayores ingresos.

Para la elaboración de las botellas se requiere la materia prima que es el polietileno de alta densidad y el colorante para dar el color blanco de los envases; las fajillas del producto que son entregadas por el cliente; etiquetas donde se coloca la información del lote con el número de botellas y peso; fudas plásticas para el empaqueo de los envases; cinta de embalaje y cuerdas plásticas para amarrar los paquetes.

El área de producción de la empresa Plásticos ABC tiene dos turnos, el primero de 11 horas que es de 07:00 am a 6:00 pm y el segundo turno de 13 horas que inicia a las 6:00 pm hasta las 07:00 am, estos horarios son trabajados de lunes a viernes, sin embargo cuando se considera necesario y justificado, los días de trabajo se extienden a sábados y domingos. El tiempo aproximado para cumplir con este pedido de producción fue de siete días.

Los envases plásticos de 1.000g y 1.750g son elaborados en la sopladora #6, la cual tiene dos cavidades, por lo que se obtiene dos botellas por cada ciclo de soplado, se requiere de dos operarios, uno para cortar la rebaba o sobrantes, colocar la fajilla en las botellas y ponerlas en el túnel de calor para el termoencogido y otro para realizar los paquetes de botella, este operario también se encarga de realizar las pruebas de calidad a las botellas, cortar y sellar las fundas para empaque; los envases de 180g se producen en la sopladora #5, esta es de cuatro cavidades, produciendo 4 botellas por cada ciclo de soplado, también se requiere de dos operadores para realizar las mismas tareas a excepción del corte de rebaba de las botellas pues esta sopladora ha sido calibrada para retirar los restos de manera automática.

A continuación en las Figuras 11 y 12 se muestra el flujograma del proceso productivo de las botellas plásticas, en las presentaciones 1.000g, 1.750g y 180g; el cual ayuda a comprender en forma más sencilla las actividades que se realiza en el proceso; hay una

diferencia con la presentación de 180g, pues el rebanado de restos de plástico lo hace la misma máquina y no el operador.

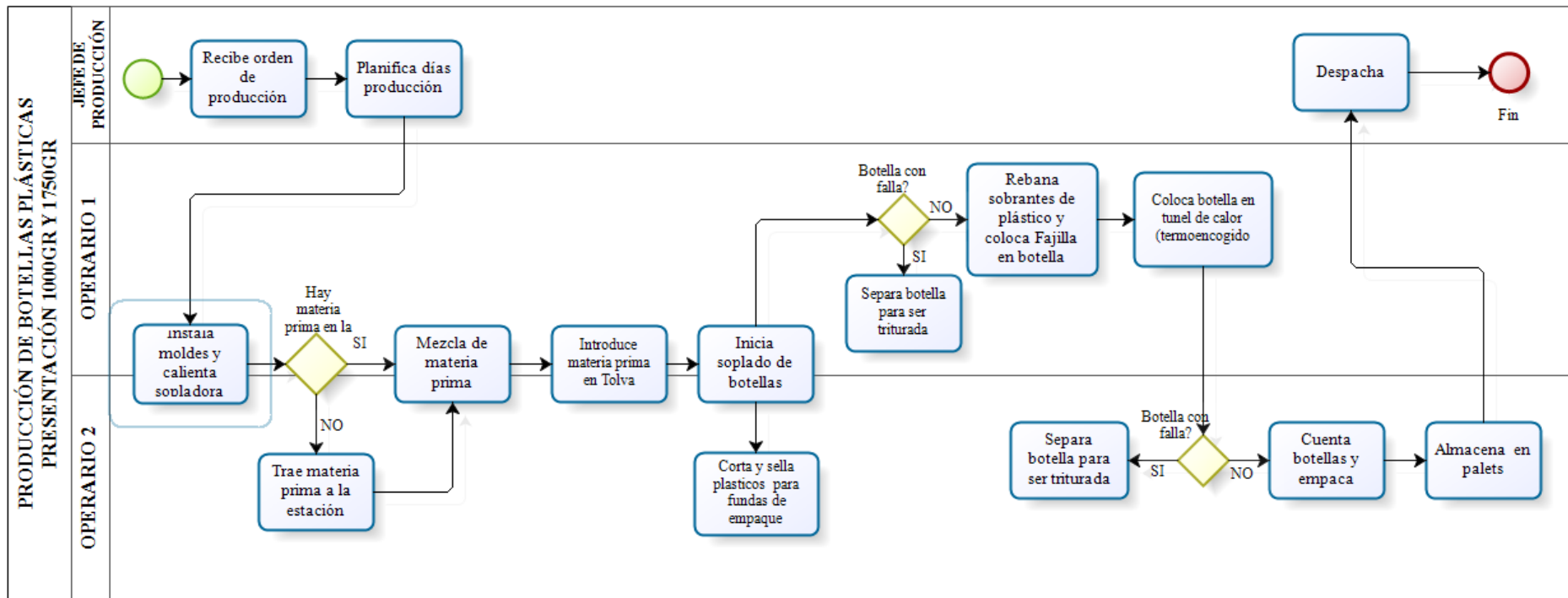


Figura 12: Flujograma proceso productivo de botellas plásticas, presentación 1.000g y 1.750g.

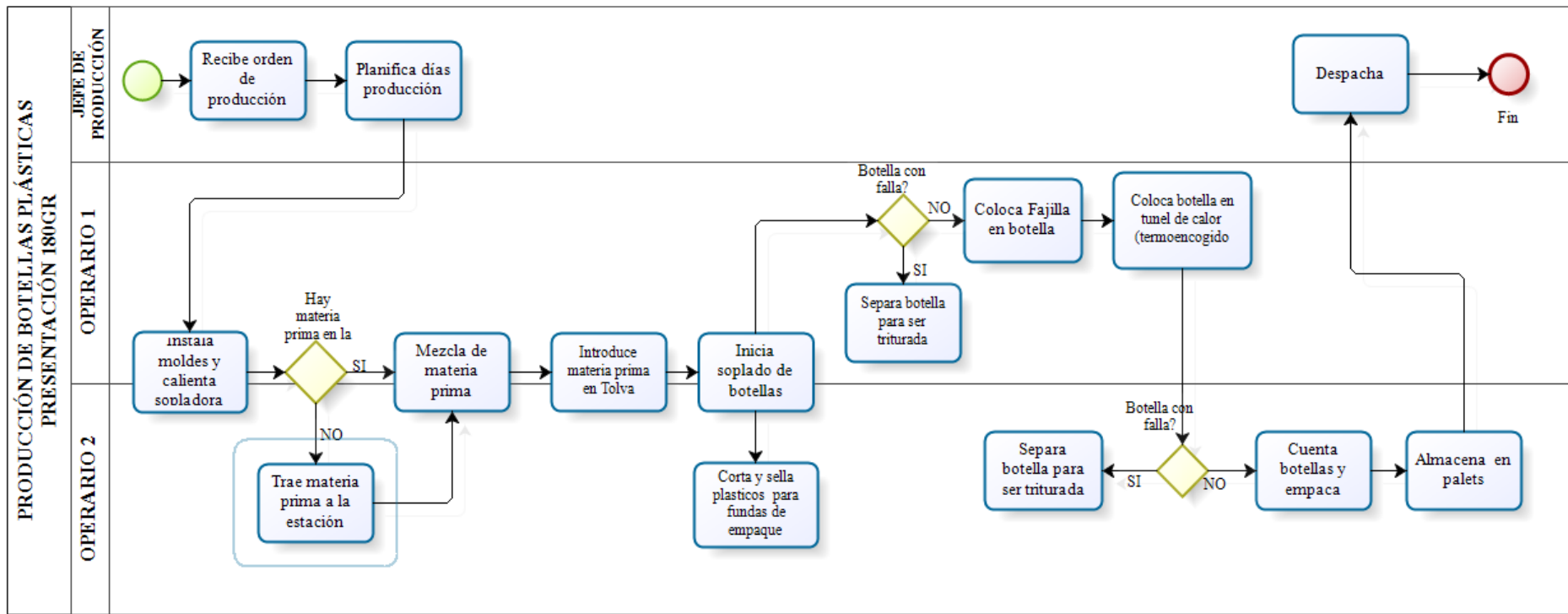


Figura 13: Flujograma proceso productivo de botellas plásticas, presentación 180g.

El proceso de elaboración de botellas plásticas inicia cuando el cliente emite el pedido semanal a la empresa, este pedido es direccionado al jefe de producción quien lo recibe y planifica la producción según la cantidad de botellas solicitadas y el stock existente, cada viernes se realiza inventario de producto terminado, posteriormente entrega la orden a los operarios para dar inicio a la producción, según las actividades que se describen a continuación.

En el proceso productivo de elaboración de las botellas plásticas intervienen las siguientes actividades:

Instalación de Moldes y Calentamiento de Máquinas: Una vez que los operadores reciben la orden de producción y las sopladoras han sido liberadas de otros trabajos, los operadores hacen la limpieza respectiva de las sopladoras y proceden a la instalación de los moldes; para la presentación de 180g, el tiempo de colocación de moldes es de 4 horas; para la presentación de 1.000g y 1.750g el tiempo de limpieza, calentamiento de sopladora y colocación de moldes es de 2 horas, estas presentaciones se producen en una sola sopladora, por lo que una de las ordenes debe esperar hasta que la otra termine o se intercala la producción, según la planificación establecida; en la actividad de cambio de moldes participan 2 operarios por cada producción.

Calibración y eliminación de puntos negros: seguido de la instalación de moldes y calentamiento de máquinas, se procede a la calibración y eliminación de puntos negros, para iniciar la producción en base a especificaciones de las sopladoras, el tiempo requerido para esta actividad es de 30 minutos y participa un operario.

Preparación de la Materia Prima: La materia prima necesaria para la producción de las botellas plásticas es polietileno de alto soplado y colorante, estos son mezclados con material triturado que se obtuvo de las botellas que por alguna razón estuvieron con falla y fueron separadas para el reproceso o del rebanado de los sobrantes de las botellas. Si no hay materia prima en la estación el operario 2 busca el material en bodega y la trae a la sopladora.

Mezcla de la Materia Prima: La materia prima es colocada en un recipiente donde se mezcla el polietileno de alto soplado con una medida de 200g de colorante y material

molido, no cuentan con una medida exacta de proporción para la mezcla, la mezcla es realizada en base a la experiencia y según los kilogramos de las fundas de polietileno. Esta actividad es realizada por uno de los operarios, por lo general el operario 2 que es el encargado de contar y empacar las botellas.

Relleno de Tolva con Materia Prima: La materia prima mezclada es introducida en la tolva por uno de los operarios, quien con un garrafón toma el material y rellena la tolva hasta la medida indicada en la misma, esta actividad se realiza entre dos y tres veces por turno, según se observe que este vacía o requiera ser rellena.

Inicio de la Producción: Una vez que se ha instalado los moldes, se ha calentado y calibrado la máquina y se ha provisto de materia prima en la tolva, se da inicio al soplado de las botellas, los ciclos de producción depende de la presentación que se esté produciendo, estos son programados en la sopladora por el operario encargado, en este caso el operario 2, varias veces en el día se deben hacer ajustes, según se observe la calidad con la que salen las botellas, esto se debe a fallas en la calibración de las sopladoras o fallas por antigüedad de las mismas.

Corte y Sellado de Fundas para Empaque: Mientras las botellas son producidas por la sopladora, el operador 2 toma el rollo de plástico para medir el porte de las fundas de empaque, realiza el corte de las mismas y las sella para llevarlas a la estación de trabajo y hacer los paquetes de botellas, esta actividad se la realiza al inicio de la jornada y unas horas antes de terminar la misma. Todos los lotes que se producen para este cliente son empaquetados en doble funda para garantizar la inocuidad del producto; para los envases de 180g, se utiliza la funda 27 de color transparente y celeste; para los envases de 1.000g y 1.750g es la funda 29 de color verde y transparente.

Térmoencogido: Cuando las botellas salen de la sopladora, el operario 1 toma la botella, la revisa si tiene alguna falla, si la botella esta optima, en la presentación de 180g coloca la fajilla y la pone en el túnel de calor para el térmoencogido; en la presentación de 1.000g y 1.750g el operador verifica que la botella cumpla las especificaciones, rebana con un estilete los sobrantes de plástico en la boca de la botella y en la parte inferior, coloca la fajilla y la pone en el túnel de calor para el térmoencogido.

Empacado: Una vez que la botella pasa por el túnel de calor, el operador 2 toma la botella, revisa que la fajilla se haya adherido adecuadamente a la botella y procede a realizar los paquetes correspondientes según la presentación, sella los paquetes y coloca el sticker con la información sobre el lote y el peso, posteriormente ubica los paquetes sobre un pallet y los lleva a la bodega; si la botella no cumple con las especificaciones de calidad al salir del túnel de calor, el operador la separa en una canasta, al final del día realizan un conteo de las fajillas que salieron en mal estado.

Almacenaje: después de contar y hacer los paquetes de botellas, el operador 2 los va colocando en pallets, cuando estos se llenan, son llevados por el mismo operador a la bodega para su almacenaje.

Despacho de mercadería: El jefe de producción coordina el despacho de mercadería con el transportista, cuando tiene cierta cantidad de producto terminado en la bodega, los lotes son enviados al cliente en diferentes días, dependiendo de cómo se va realizando la producción.

3.2 Productividad actual de la producción de envases plásticos para alimentos en la empresa Plásticos ABC

La empresa no posee una estandarización de tiempos en la elaboración de las botellas plásticas para planificar la producción, sin embargo el jefe de producción se basa en los ciclos de las sopladoras, teniendo como base la información de la Tabla 10 y de esa manera se toma el tiempo que durará la producción solicitada, cabe indicar que son 24 horas de producción por cada sopladora, como los envases de 1.000g y de 1.750g se realizan en la misma sopladora, se debe esperar que se termine la primera producción para iniciar con la otra.

Tabla 10***Ciclos de producción de botellas plásticas para yogurt***

Presentación	Sopladora	Ciclo de producción	Unidades x Hora
Envases de 180	#5 4 Cavidades	11 s	1309
Envases de 1000	#6 2 Cavidades	17 s	423
Envases de 1750	#6 2 cavidades	20 s	360

Fuente: Plásticos ABC, 2012, p. 3.

A pesar de que la empresa trabaja en base a los ciclos de producción de las sopladoras, no tienen determinado los tiempos estándar del proceso desde el soplado de botellas hasta el empaqueo del producto, por esta razón para determinar la productividad del proceso, se ha hecho un levantamiento de información con el cual se estableció los tiempos estándar, y en base a esos datos se calculó la productividad actual, para esto se tomó 30 observaciones de cada uno de los pasos del proceso, el termoencogido y empaque, los tiempos de soplado se obtuvo de la información provista por la empresa y registrada en la Tabla 10; para comprobar que la información tomada fue suficiente, para obtener la muestra se trabajó con un nivel de confianza (NC) del 95%, donde el valor de Z es igual a 1,96 y el porcentaje de error se determinó en el 10%; con lo que se comprobó que el número de muestras tomadas fue el correcto a excepción del termoencogido de los envases de 180g, donde la muestra requerida fue de 33 observaciones, los datos se reflejan en la Tabla 11 para los diferentes tamaños de envases.

Tabla 11***Tamaño de la muestra producción de botellas plásticas***

Presentación	Valores	Paso 1	Paso 2	Paso 3
		Sopladora	Termoencogido	Empacado
Botella de 180 g	Promedio	11,00	1,75	468,23
	Desviación estándar	0,28	0,51	59,65
	Error de estimación	10%	10%	10%
	Intervalo de confianza	95%	95%	95%
	Z	1,96	1,96	1,96
	Muestra	1	33	7
Botella de 1.000 g	Promedio	17,00	6,19	433,0
	Desviación estándar	0,18	1,04	53,49
	Error de estimación	10%	10%	10%
	Intervalo de confianza	95%	95%	95%
	Z	1,96	1,96	1,96
	Muestra	1	11	6
Botella de 1.750 g	Promedio	20,00	6,69	228,83
	Desviación estándar	0,44	1,10	27,50
	Error de estimación	10%	10%	10%
	Intervalo de confianza	95%	95%	95%
	Z	1,96	1,96	1,96
	Muestra	1	11	6

Con la información obtenida anteriormente se procedió a calcular el tiempo estándar de producción para cada paso de elaboración de los envases plásticos, el tiempo está calculado en segundos, el resultado presentado es por botella, la información obtenida se la observa en la Tabla 12 para las diferentes presentaciones de las botellas plásticas; el tiempo estándar fue calculado según la fórmula explicada en el capítulo anterior, dividiendo el tiempo normal para uno menos la tolerancia que corresponde al porcentaje determinado por la holgura de tiempo utilizado por los operarios para sus necesidades personales, demoras inevitables del trabajo y fatigas (Heizer y Rander, 2009); debido a que el paso uno es correspondiente al soplado de las botellas a través de la máquina, no aplica el porcentaje de tolerancias; el tiempo obtenido en segundos fue dividido para el número de botellas que se obtiene en el soplado para el paso uno y por el número de

botellas que se empaacan en el paso tres, obteniendo así el tiempo de fabricación por botella.

Tabla 12

Cálculo de tiempo estándar producción de botellas plásticas

Presentación	Valores	Paso 1	Paso 2	Paso 3
		Soplado	Termoencogido	Empacado
Botella de 180 g	Tiempo normal	2,75	1,76	1,46
	Tolerancia	0%	19%	32%
	Tiempo estándar	2,75	2,17	2,15
Botella de 1.000 g	Tiempo normal	8,50	6,19	4,81
	Tolerancia	0%	19%	32%
	Tiempo estándar	8,50	7,64	7,07
Botella de 1.750 g	Tiempo normal	10,00	6,69	4,58
	Tolerancia	0%	17%	32%
	Tiempo estándar	10,00	8,06	6,73

Para el cálculo de la capacidad nominal se tomó como referencia la producción del pedido de la semana 45 del año 2018, su producción fue realizada en 6 días, del 01 al 08 de noviembre, sin contar el fin de semana, la jornada de trabajo fue de 24 horas con dos turnos de 11 y 13 horas, con dos operarios por turno y por sopladora; participando un total de 8 operarios durante este lote de producción.

La elaboración de envases de 180g tomó un total de 2,23 días para la preparación de máquina y el soplado de botellas y 2,02 días para el termoencogido y empaquetado de los envases, la diferencia de tiempo con el soplado es porque en esta actividad está incluido 5 horas para el calentamiento de máquinas, instalación de moldes y calibración, a más del soplado de las botellas; en la elaboración de este lote se realizó un total de 60.160 botellas.

La producción de envases plásticos en presentación de 1.000g fue de 2,78 días debido a que se aumentan dos horas para el calentamiento, instalación de moldes y calibración de sopladora, el termoencogido y empaquetado fue 2,70 días, produciendo un total de 26.010 botellas.

El tiempo de producción de los envases de 1.750g fue de 1,95 días para el soplado, en la elaboración de este lote se realizó la instalación y desinstalación de moldes dos días pues para cumplir con plazos de entrega solicitados por el cliente, se produce cierta cantidad de botella en presentación de 1.750g, se cambia el molde para producir la presentación de 1.000g y otra vez se reinstala el molde de 1.750g para concluir la producción; en este proceso está incluido dos horas en el calentamiento, instalación de moldes y calibración de la sopladora; para el termoencogido y empaque de las botellas el tiempo de producción fue de 1,784 días, se produjo un total de 15.300 botellas.

En base a la información detallada, en la Tabla 13 se muestra la capacidad nominal obtenida en la producción de las diferentes presentaciones de botellas plásticas, tiempo que se obtuvo en base a la planificación realizada por el área de producción de la empresa; al ser diferentes presentaciones de botellas, el cálculo se realizó según el tiempo que se ocupó por cada producción, el valor de la capacidad nominal se encuentra expresado en horas.

Tabla 13

Capacidad Nominal

Puestos de trabajo	Botellas 180 g	Botellas 1.000 g	Botellas 1.750 g
Soplado	53,52	66,74	46,80
Termoencogido	48,48	64,75	42,80
Conteo y empackado	48,48	64,75	42,80

Otro elemento necesario para el cálculo de la productividad es determinar los tiempos perdidos durante la producción del lote que se ha tomado como referencia, los cuales se detallan a continuación y se resumen en la Tabla 14 para las diferentes presentaciones de las botellas:

- Después del cambio de moldes y preparación de las máquinas se requiere realizar las calibraciones respectivas y retirar los residuos de plástico que salen contaminados, a estos se los llama puntos negros, para esta actividad se requiere de treinta minutos antes de iniciar la producción o cuando la máquina ha sido apagada y prendida nuevamente.

- Una vez finalizada la producción, los operarios deben dejar limpio el puesto de trabajo, por lo que se destina 30 minutos para esta actividad, la realizan los dos operarios que finalizan la producción antes de pasar a otra máquina.
- Los operarios tienen 30 minutos del tiempo de jornada para su almuerzo o cena, también tienen cinco minutos de receso en la media jornada.
- El puesto de trabajo de conteo y empaque debe realizar las pruebas de calidad tres veces al día para garantizar que el producto tenga las especificaciones requeridas, para la presentación de 180g el tiempo de pruebas es de 15 minutos debido a que son cuatro cavidades de la sopladora y las pruebas realizadas son a cuatro botellas, tomando un total de 45 minutos por jornada; para las presentaciones de 1.000g y 1.750g, al ser dos cavidades, las pruebas duran diez minutos, tomando un total de 30 minutos por jornada.
- Durante una de las jornadas nocturnas se presentó un retraso de una hora con treinta minutos en la producción de las botellas de 180g, debido a que la persona encargada de colocar las fajillas en las botellas para el termoencogido era nueva y no recibió la capacitación respectiva para realizar el procedimiento.
- En el puesto de trabajo de conteo y empaque de los envases de 180g se registró atrasos por parte de los operarios de 15,7 minutos al ingreso al turno; durante la producción de los envases de 1.000g y 1.750g se registró atrasos de los operarios en la entrada de su jornada laboral de 72 minutos en el área de termoencogido y 9,75 minutos en el puesto de trabajo de conteo y empaque, este tiempo fue diario.
- En la producción de los envases de 1.000g. se dio una parada de máquina de dos horas y media para revisión de temperaturas en la sopladora, lo que afectó a todos los puestos de trabajo durante esa jornada.
- Para la producción de las botellas de 1.750g se realizó por dos ocasiones la instalación de moldes, por lo que el tiempo de preparación y calibración de máquinas fue de cuatro horas, esto fue debido a la premura de tiempo en la que había que entregarse una parte del producto al cliente, por lo que se produjo una

parte de la presentación de 1.750g, se desinstalo moldes y se procedió a instalar moldes para la producción de 1.000g, una vez terminada esa producción, se reinició la producción de 1.750g tomando nuevamente dos horas para instalación de moldes.

- En la presentación de 1.750g, en el área de conteo y empaque se tomó un minuto treinta para retirar fajillas malas de las botellas y pasarlas nuevamente al termoencogido.

El cálculo de los tiempos pedidos es el resultado del producto entre los puestos de trabajo (PT), el tiempo perdido transformado a horas, el número de días y semanas en que se presentó el tiempo perdido; la información está expresada en horas.

Tabla 14

Tiempos perdidos

Presentación	Actividad	PT	Horas	Días	Semanas	Total
Botellas de 180 g	Soplado					
	Puntos negros	1	1,0	1	1	1,00
	Total desperdicio					1,00
	Termoencogido					
	Limpieza puesto de trabajo	1	0,5	1	1	0,50
	Almuerzo/cena	2	0,5	2,0	1	2,02
	Receso	2	0,083	2,0	1	0,34
	Atraso en producción 1280b	1	1,50	1	1	1,5
	Total desperdicio					4,36
	Conteo y empaque					
	Limpieza puesto de trabajo	1	0,5	1	1	0,50
	Almuerzo/cena	2	0,5	2,0	1	2,02
	Receso	2	0,083	2,0	1	0,34
	Atrasos	1	0,26	2,0	1	0,53
	Pruebas de calidad	2	0,75	2,0	1	3,03
Total desperdicio					6,42	
Botellas de 1.000 g	Sopladora					
	Puntos negros	1	0,5	1	1	0,50
	Para de maquina revisión de temperaturas	1	2,5	1	1	2,50
	Total desperdicio					3,00
	Termoencogido					
	Limpieza puesto de trabajo	1	0,5	1,00	1	0,50
	Almuerzo/cena	2	0,5	2,70	1	2,70
	Receso	2	0,08	2,70	1	0,45
	Atrasos	1	1,2	2,70	1	3,24
	Para de maquina revisión de temperaturas	1	2,5	1,00	1	2,50
	Total desperdicio					9,39
	Conteo y empaque					
	Limpieza puesto de trabajo	1	0,5	1	1	0,50
	Almuerzo y cena	2	0,5	2,70	1	2,70
	Receso	2	0,08	2,70	1	0,45
Atrasos	2	0,16	2,70	1	0,88	
Para de maquina revisión de temperaturas	1	2,5	1	1	2,50	
Pruebas de calidad	1	0,5	2,70	1	1,35	
Total desperdicio					8,37	
Botellas de 1.750 g	Sopladora					
	Instalación de moldes	1	2	1	1	2,00
	Total desperdicio					2,00
	Termoencogido					
	Limpieza puesto de trabajo	1	0,5	1,0	1	0,50
	Almuerzo y cena	1	0,5	1,7833	1	0,89
	Receso	1	0,08	1,7833	1	0,15
	Atrasos	1	1,20	1,7833	1	2,14
	Total desperdicio					3,68
	Conteo y empaque					
	Limpieza puesto de trabajo	1	0,5	1,0	1	0,50
	Almuerzo y cena	1	0,5	1,7833	1	0,89
	Receso	1	0,08	1,7833	1	0,15
	Atrasos	1	0,2	1,7833	1	0,29
	Pruebas de calidad	1	0,5	1,7833	1	0,89
Retiro de fajillas malas de botellas	1	0,02	1,7833	1	0,04	
Total desperdicio					2,76	

Como se puede observar en la Tabla 14, hay tiempos considerados perdidos pero que no se pueden eliminar, pues son un derecho de los operarios para tomar su tiempo de alimentación y de receso en la jornada laboral; sin embargo durante la toma de información de este lote de producción, se observó tiempos perdidos por atrasos de los operadores, paradas de máquina por revisión de fallas o el incumplimiento de producción, como en el caso de las botellas de 180g debido a que el operario encargado de colocar las fajillas en las botellas para el termoencogido era nuevo; estos tiempos sin duda afectan a la productividad de la empresa en su cálculo y se verán reflejados más adelante.

En la Tabla 15 se muestra un resumen de los tiempos perdidos presentados en la producción de envases plásticos para alimentos del pedido de la semana 45 del año 2018, los tiempos están expresados en horas.

Tabla 15

Resumen tiempos perdidos en horas de la producción de botellas plásticas

Puesto de trabajo	Presentación 180 g	Presentación 1.000 g	Presentación 1.750 g
Soplado	1,00	3,00	2,00
Termoencogido	4,36	9,39	3,68
Conteo y empaque	6,42	8,37	2,76

Con la información obtenida en base al lote de producción de la semana 45 del 2018, se procedió a procesar los datos para el cálculo de la productividad actual de la empresa en este producto, mismo que servirá de base para el desarrollo de propuestas que ayuden a su mejora.

3.2.1 Cálculo de la productividad actual mediante el método de Utilización – Eficiencia

Para el cálculo de la productividad a través del presente método, es necesario obtener el valor de la utilización y la eficiencia del proceso de producción de las botellas plásticas; para lo cual se requiere el valor del tiempo real trabajado (TRT), que es el resultado de

la resta de la capacidad nominal (CN) menos los tiempos perdidos que se identificaron en la producción del lote en estudio; con esta información se pudo adquirir la utilización (U) mediante la división del tiempo real trabajado (TRT) para la capacidad nominal (CN), los resultados se presentan en la Tabla 16 para las diferentes presentaciones de las botellas plásticas, los tiempo están expresados en horas y la utilización (U) se expresa en porcentaje.

Tabla 16

Tiempo Real Trabajado (TRT)

Presentación	Puesto de trabajo	CN	Tiempos perdidos	TRT	%U
Botellas de 180 g	Soplado	53,52	1,00	52,52	98%
	Termoencogido	48,48	4,36	44,12	91%
	Conteo y empaque	48,48	6,42	42,06	87%
Botellas de 1.000 g	Soplado	66,74	3,00	63,74	96%
	Termoencogido	64,75	9,39	55,37	86%
	Conteo y empaque	64,75	8,37	56,38	87%
Botellas de 1.500 g	Soplado	46,80	2,00	44,80	96%
	Termoencogido	42,80	3,68	39,12	91%
	Conteo y empaque	42,80	2,76	40,04	94%

La utilización que se observa en la Tabla 16, refleja el grado de aprovechamiento de los recursos con que cuenta la empresa para el procesamiento de las botellas plásticas en cada uno de los puestos de trabajo, el soplado en las tres presentaciones tiene un porcentaje de utilización alto, sin embargo los tiempos perdidos que se registran durante la producción, no permiten tener un mejor resultado; en el puesto de trabajo del termoencogido las botellas de 1.000g tiene el porcentaje más bajo con 86% y el mayor de los tiempos perdidos; en cuanto al conteo y empaque la elaboración de las botellas de 180g y de 1.000g registran mayores tiempos perdidos arrojando una utilización de 87% en los dos casos, con esta información se confirma que mientras menos tiempos perdidos se registren en la producción de los envases plásticos para alimentos, se puede conseguir un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y aumentar su porcentaje de utilización.

El cálculo de la eficiencia (E) se la obtiene multiplicando el tiempo estándar (Ts) por las unidades producidas y dividido para el tiempo real trabajado (TRT); en este caso, el tiempo estándar (Ts) calculado en segundos anteriormente fue transformado a horas debido a que los cálculo se los está realizando en base a esa unidad de tiempo, el valor del índice de eficiencia obtenido se presenta en las Tabla 17 para las diferentes presentaciones de las botellas.

Tabla 17

Cálculo del índice de eficiencia, producción botellas plásticas

Presentación	Puesto de trabajo	Ts (segundos)	Ts (Horas)	Unidades Producidas	TRT	%E
Botellas de 180 g	Soplado	2,75	0,00076	60160	52,52	88%
	Termoencogido	2,17	0,00060	60160	44,12	82%
	Conteo y empaque	2,15	0,000597	60160	42,06	85%
Botellas de 1.000 g	Soplado	8,50	0,00236	26010	63,74	96%
	Termoencogido	7,64	0,00212	26010	55,37	100%
	Conteo y empaque	7,07	0,00196	26010	56,38	91%
Botellas de 1.500 g	Soplado	10,00	0,00278	15300	44,80	95%
	Termoencogido	8,06	0,00224	15300	39,12	88%
	Conteo y empaque	6,73	0,00187	15300	40,04	71%

El índice de eficiencia calculado en la Tabla 17, muestra el porcentaje de cuanto se acerca las sopladoras o los operarios al estándar establecido de tiempo para desempeñar la operación en cada puesto de trabajo; en el caso de las presentaciones de 180g se observa que la eficiencia en los tres puestos de trabajo es por debajo del 90%, lo que muestra que tanto la máquina como los operarios no alcanzan a cumplir con el tiempo estándar preestablecido para esta producción.

En el caso de las botellas de 1.000g se observa que en los tres puestos de trabajo tanto la sopladora como los operarios cumplen con más del 90% de eficiencia, siendo en el termoencogido el que cumple el estándar de tiempo preestablecido para la producción, alcanzando el 100% eficiencia.

Con respecto al porcentaje de eficiencia obtenido en los diferentes puestos de trabajo de las botellas de 1.500g, el soplado es el que más se acerca al estándar de tiempo determinado con el 95%, el termoencogido arroja un porcentaje de eficiencia del 88%, lo que puede ser aceptable para la empresa, pero el 71% de eficiencia en el conteo y empaque del producto, es una clara señal de que hay un bajo grado de comportamientos del operador con respecto al tiempo estándar en el que debe cumplir su trabajo.

Los resultados que se obtuvieron tanto en el cálculo de utilización como el de eficiencia, fueron utilizados para obtener la productividad actual de cada una de las actividades que intervienen en el proceso de elaboración de los envases plásticos; en este caso las botellas para yogurt, el porcentaje de productividad se presenta en la Tabla 18 para las diferentes presentaciones; se recuerda que en este modelo, la productividad es igual a la utilización por la eficiencia, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 18

Cálculo de la productividad

	Puesto de trabajo	%U	%E	%P
Botellas de 180 g	Soplado	98,1%	87,5%	85,9%
	Termoencogido	91,0%	82,2%	74,8%
	Conteo y empaque	86,8%	85,4%	74,1%
Botellas de 1.000 g	Soplado	95,5%	96,3%	92,0%
	Termoencogido	85,5%	100%	85,2%
	Conteo y empaque	87,1%	90,6%	78,9%
Botellas de 1.500 g	Soplado	95,7%	94,9%	90,8%
	Termoencogido	91,4%	87,6%	80,0%
	Conteo y empaque	93,6%	71,4%	66,8%

Con el cálculo de la productividad del lote de la semana 45 del año 2018, ya es posible empezar a tener una idea sobre la situación de la empresa con respecto a su producción, se observa que los inconvenientes presentados durante su fabricación afectan a la productividad del proceso, por lo que para su mejora es necesario tomar acciones para

reducir los tiempos perdidos observados y crear una mejor planificación donde se cumpla la producción en base al tiempo estándar determinado.

Como se observa en la Tabla 18, la productividad del soplado en la elaboración de las botellas de 180g es de 85,9%, resultado que se da como consecuencia del tiempo utilizado en la instalación de los moldes que en si suman cinco horas antes del inicio real de la producción; el termoencogido arrojó una productividad del 74,8%, el cual puede ser por la falta de experiencia del personal nuevo que participó en esa producción y no alcanzo a cumplir con los tiempos establecidos; en cuanto al conteo y empaque, con una productividad de 74,1%, los atrasos de los operarios y otras circunstancias aún no determinadas pueden ser la causa de ese resultado.

La producción de las botellas de 1.000g de igual manera arrojó resultados de productividad que se ven afectados como se observó por tiempos perdidos, para de máquina para revisión de temperaturas y al atraso de los operarios al iniciar su turno de trabajo; el 92% del soplado, 85,2% del termoencogido y 78,9% del conteo y empaque, son cifras que aunque están dentro de rangos aceptables para la empresa, pueden ser mejoradas considerablemente.

En la productividad de las botellas de 1.750g, el conteo y empaque muestra un bajo desempeño con un 66,8%, por lo que es necesario buscar las posibles causas para su mejora, en cuanto al soplado su productividad del 90,8% puede estar afectado por el tiempo perdido en los cambios de moldes en dos ocasiones; el termoencogido con el 80% de productividad, de igual manera se está viendo afectado por el alto índice de atrasos de los operarios.

A pesar de que la empresa mantiene un alto margen de ganancias en la fabricación de este producto, tomando medidas para mejorar su productividad en base a lo observado hasta el momento, es posible que pueda aumentar su utilidad en un gran porcentaje.

Una vez obtenida la productividad del proceso de fabricación de los envases plásticos para alimentos, se puede determinar el cuello de botella de la producción, que es la actividad que toma mayor tiempo en realizarse y por lo tanto determina el tiempo de producción de las botellas; este factor se lo obtiene con el cálculo del Tiempo Real (TR)

de producción, que es el tiempo invertido en lograr una unidad, en base a este se mostrará la actividad que toma mayor tiempo en el proceso, para en base a esa información realizar los cálculos posteriores, que intervienen en el método de utilización y eficiencia; el tiempo real (TR) se lo obtiene con la siguiente fórmula y se presenta en la Tabla 19 para las diferentes presentaciones de las botellas plásticas.

$$\text{Tiempo real} = \frac{\text{Capacidad nominal}}{\text{Unidades producidas}}$$

Tabla 19

Cálculo del tiempo real (TR)

Presentación	Puesto de trabajo	CN	Unidades Producidas	TR (horas)
Botellas de 180 g	Soplado	53,52	60.160	0,00089
	Termoencogido	48,48	60.160	0,00081
	Conteo y empaque	48,48	60.160	0,00081
Botellas de 1.000g	Soplado	66,74	26.010	0,0026
	Termoencogido	64,75	26.010	0,0025
	Conteo y empaque	64,75	26.010	0,0025
Botellas de 1.500g	Soplado	46,80	15.300	0,0031
	Termoencogido	42,80	15.300	0,0028
	Conteo y empaque	42,80	15.300	0,0028

La información detallada en la Tabla 19 es comprobable dividiendo el tiempo estándar para la productividad; puesto que hay una relación entre la productividad, el tiempo real y el tiempo estándar, siendo este afectado por la productividad en la elaboración de cada unidad (Rueda, 2013). De esta manera se determinó que el cuello de botella en el proceso de producción de los envases plásticos es el soplado para las tres presentaciones, pues es la actividad con el mayor tiempo real (TR) y mayor tiempo estándar (TS) de producción por botella y este es el tiempo del cual depende toda la producción, esta información se detalla en la Tabla 20, esta expresada en horas y por unidad.

Tabla 20***Cuello de botella o tiempo de ciclo***

Presentación	TS (horas)	TR (horas)
Presentación 180g	0,00076	0,00089
Presentación 1000g	0,0024	0,0026
Presentación 1750g	0,0028	0,0031

Con esto ha quedado definido que el tiempo de soplado de las botellas para las tres presentaciones es el que pone el ritmo de trabajo del proceso y determina la cantidad de botellas que tendrán que ser producidas en una jornada de trabajo, en este caso de 24 horas; por lo tanto el tiempo de ciclo de producción es establecido por las sopladoras con un tiempo estándar de 0,00076 y tiempo real de 0,00089 para la presentación de 180g, tiempo estándar de 0,0024 y tiempo real de 0,0026 en las presentaciones de 1.000g y tiempo estándar de 0,0028 y tiempo real de 0,0031 para las botellas de 1.750g, este tiempo esta expresado en horas y equivale al tiempo de producción de cada botella.

El cálculo de los elementos de producción como la materia prima directa (MPD), mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF), son necesarios en este método de medición de la productividad para saber cuál fue el costo real de producción por cada botella elaborada; para eso se iniciará con el cálculo de la materia prima directa que fue requerida en la producción de las diferentes presentaciones de botellas en el pedido de la semana 45 del 2018; cabe recordar que para la elaboración de este producto, todos los materiales utilizados en el producto final son considerados como materia prima directa y no aplica la materia prima indirecta.

El costo de la materia prima directa se determina con el porcentaje de desperdicio técnico, información que la empresa no tiene determinada, pues consideran que al moler las botellas que salen en mal estado y mezclarla con la materia prima virgen, no generan ningún desperdicio, sin embargo es necesario considerar el porcentaje de la extracción de los puntos negros de las sopladoras antes de iniciar la producción, pues es un material que no se lo vuelve a utilizar y es eliminado; de igual manera para el resto de materiales directos, no tienen definido un porcentaje de desperdicio técnico; por esta razón el porcentaje de 0%.

En el cálculo de los costos de la materia prima directa (MPD), que se presentan en la Tabla 21 para las diferentes presentaciones de las botellas, el porcentaje de desperdicio real fue considerado en algunos materiales al 1%, pues después de terminada la elaboración de este lote, se observó mediante un análisis de las hojas de trabajo vs las órdenes de trabajo que si se usó más materia prima de la que debía ser utilizada; también por información obtenida en conversaciones con el personal de calidad y de producción, se sabe que al final de cada lote hay restos de otros materiales como retazos de plásticos para las fundas que son eliminados, de igual manera las botellas dañadas y rebaba que es molida, al momento de colocarla en la moledora hay cierta cantidad que se cae al piso y por ende es desechada sin poder determinar ese porcentaje de desecho, por esta razón el cálculo del porcentaje de desperdicio real es estimado para el polietileno de alto soplado, materia prima utilizada para producir las diferentes presentaciones, la información fue determinada con las fichas de trabajo de la empresa.

Tabla 21

Costo de materia prima directa

Presentación	Materia Prima Directa	Cantidad requerida	Costo unitario	Desperdicio técnico	Cantidad estándar	Costo estándar	Desperdicio real	Cantidad real	Costo real	Variación
Botellas de 180 g	Polietileno de alto soplado	782,08	\$ 1,65	0%	782,08	\$ 1.290,43	1,4%	792,98	\$ 1.308,41	\$ 17,98
	Masterbach blanco	9,85	\$ 3,10	0%	9,85	\$ 30,54	1%	9,95	\$ 30,84	\$ 0,31
	Etiquetas	188,00	\$ 0,02	0%	188,00	\$ 3,76	0%	188,00	\$ 3,76	\$ -
	Funda transparente 27	19,74	\$ 1,60	0%	19,74	\$ 31,58	1%	19,94	\$ 31,90	\$ 0,32
	Funda Verde 27	19,74	\$ 1,60	0%	19,74	\$ 31,58	1%	19,94	\$ 31,90	\$ 0,32
	cuerdas plásticas	63,92	\$ 0,013	0%	63,92	\$ 0,83	1%	64,57	\$ 0,84	\$ 0,01
	Cinta adhesiva	2,00	\$ 2,30	0%	2,00	\$ 4,60	0%	2,00	\$ 4,60	\$ -
	Costo total estándar					\$ 1.393,33		Costo total real	\$ 1.412,26	\$ 18,93
Costo unitario					\$ 0,023		Costo unitario		\$ 0,0003	
Botellas de 1.000 g	Polietileno de alto soplado	1118,4 Kg	\$ 1,65	0%	1118,4 Kg	\$ 1.845,41	0,2%	1120,67	\$ 1.849,11	\$ 3,70
	Masterbach blanco	9,2 Kg	\$ 3,10	0%	9,20 Kg	\$ 28,52	1%	9,29	\$ 28,81	\$ 0,29
	Etiquetas	289 u	\$ 0,02	0%	289 u	\$ 5,78	0%	289,0	\$ 5,78	\$ -
	Funda transparente 29	30,35 Kg	\$ 1,60	0%	30,35 Kg	\$ 48,56	1%	30,7	\$ 49,05	\$ 0,49
	Funda Verde 29	30,35 Kg	\$ 1,60	0%	30,35 Kg	\$ 48,56	1%	30,7	\$ 49,05	\$ 0,49
	cuerdas plásticas	98,26 m	\$ 0,01	0%	98,26 m	\$ 1,28	1%	99,3	\$ 1,29	\$ 0,01
	Cinta adhesiva	2 u	\$ 2,30	0%	2 u	\$ 4,60	0%	2	\$ 4,60	\$ -
	Costo total					\$ 1.982,71		Costo total real	\$ 1.987,69	\$ 4,98
Costos unitarios					\$ 0,076		Costos unitarios		\$ 0,0002	
Botellas de 1.750 g	Polietileno de alto soplado	994,5	\$ 1,65	0%	994,5	\$ 1.640,93	0,2%	996,5	\$ 1.644,21	\$ 3,29
	Masterbach blanco	8,6	\$ 3,10	0%	8,6	\$ 26,51	1%	8,6	\$ 26,77	\$ 0,27
	Etiquetas	306	\$ 0,02	0%	306	\$ 6,12	0%	306,0	\$ 6,12	\$ -
	Funda transparente 29	29,68	\$ 1,60	0%	29,68	\$ 47,49	1%	30,0	\$ 47,97	\$ 0,48
	Funda Verde 29	29,68	\$ 1,60	0%	29,68	\$ 47,49	1%	30,0	\$ 47,97	\$ 0,48
	cuerdas plásticas	104	\$ 0,013	0%	104	\$ 1,35	1%	105,1	\$ 1,37	\$ 0,01
	Cinta adhesiva	2	\$ 2,30	0%	2,0	\$ 4,60	0%	2	\$ 4,60	\$ -
	Costo total					\$ 1.774,48		Costo total real	\$ 1.779,01	\$ 4,53
Costos unitarios					\$ 0,12		Costo unitario		\$ 0,0003	

Fuente: Plásticos ABC, 2012

Una vez calculado los costos de la materia prima directa (MPD), se sabe que el costo por unidad de la MPD para la producción de la presentación de 180g es de \$0,023 dólares, el resultado total de la variación entre el costo estándar y el costo real debe ser dividido para el número de botellas producido para tener un resultado por unidad, de esta manera para la presentación de 180g el costo de variación fue de \$ 0,0003 dólares; el costo unitario de MPD para la botella de 1.000g fue de \$ 0,076 con una variación del costos estándar y el costo real de \$0,0002 dólares y el costo por botella para la presentación de 1.750g es de \$0,12 con una variación de \$0,0003 dólares.

Para el cálculo del costo de la mano de obra directa (MOD) que participó en la producción de este lote, se utilizó el tiempo de ciclo o cuello de botella determinado anteriormente en la Tabla 20, que corresponde al tiempo estándar (TS) y el tiempo real (TR), es decir la actividad del proceso que lleva más tiempo en realizarse, en este caso fue del soplado para las tres presentaciones.

El total de obreros que trabajaron durante la elaboración del pedido de la semana 45 del 2018 fue de ocho, dos por turno y por puesto de trabajo; como el sueldo total de los operarios varía según el tiempo de trabajo que llevan en la empresa y las horas extras trabajadas, se realizó el cálculo por operario, para las botellas de 1.000g y 1.750g es el mismo valor de tasa / hora pues participaron los mismo operarios en las dos producciones, la información se detalla a continuación en la Tabla 22 y el detalle de los sueldos se puede observar en el Anexo 2 del presente trabajo.

Tabla 22**Costo de mano de obra directa (MOD)**

Presentación	MOD	Tiempos	Tasa hora*	Total	Variación
Botellas de 180 g	Fajillador AM				
	Costo Estándar	0,00076	\$ 3,07 / hora	\$ 0,002	
	Costo real	0,00089	\$ 3,07 / hora	\$ 0,0027	\$ 0,00039
	Empacador AM				
	Costo Estándar	0,00076	\$ 3,51 / hora	\$ 0,003	
	Costo real	0,00089	\$ 3,51 / hora	\$ 0,0031	\$ 0,00044
	Fajillador PM				
	Costo Estándar	0,00076	\$ 2,90 / hora	\$ 0,002	
	Costo real	0,00089	\$ 2,90 / hora	\$ 0,0026	\$ 0,00036
	Empacador PM				
	Costo Estándar	0,00076	\$ 4,43 / hora	\$ 0,003	
	Costo real	0,00089	\$ 4,43 / hora	\$ 0,0039	\$ 0,00056
Botellas de 1.000 g	Fajillador AM				
	Costo Estándar	0,0024	\$ 2,90 / hora	\$ 0,007	
	Costo real	0,0026	\$ 2,90 / hora	\$ 0,007	\$ 0,0006
	Empacador AM				
	Costo Estándar	0,0024	\$ 4,56 / hora	\$ 0,011	
	Costo real	0,0026	\$ 4,56 / hora	\$ 0,012	\$ 0,0009
	Fajillador PM				
	Costo Estándar	0,0024	\$ 4,11 / hora	\$ 0,010	
	Costo real	0,0026	\$ 4,11 / hora	\$ 0,011	\$ 0,0008
	Empacador PM				
	Costo Estándar	0,0024	\$ 4,66 / hora	\$ 0,011	
	Costo real	0,0026	\$ 4,66 / hora	\$ 0,012	\$ 0,0010
Botellas de 1.750 g	Fajillador AM				
	Costo Estándar	0,0028	\$ 2,90 / hora	\$ 0,008	
	Costo real	0,0031	\$ 2,90 / hora	\$ 0,009	\$ 0,0008
	Empacador AM				
	Costo Estándar	0,0028	\$ 4,56 / hora	\$ 0,013	
	Costo real	0,0031	\$ 4,56 / hora	\$ 0,014	\$ 0,0013
	Fajillador PM				
	Costo Estándar	0,0028	\$ 4,11 / hora	\$ 0,011	
	Costo real	0,0031	\$ 4,11 / hora	\$ 0,0126	\$ 0,0012
	Empacador PM				
	Costo Estándar	0,0028	\$ 4,66 / hora	\$ 0,013	
	Costo real	0,0031	\$ 4,66 / hora	\$ 0,0143	\$ 0,0013

Fuente: Plásticos ABC, 2108

* La tasa hora se obtuvo de la división del salario mensual de cada operario dividido para las 240 horas que representa el trabajo del mes.

En base a la información de la Tabla 22, con la sumatoria total del costo real de MOD y la sumatoria de la variación del costo de MOD, se obtuvo el costo total real unitario y de variación de la mano de obra directa (MOD) que participó en el proceso de producción de las botellas de la semana 45 del 2018, en la Tabla 23 se observa los valores adquiridos.

Tabla 23

Resumen del costo de mano de obra directa (MOP)

Presentación	Botellas de 180g		Botellas de 1.000 g		Botellas de 1.750 g	
	Costo real	Variación	Costo real	Variación	Costo real	Variación
Fajillador AM	\$ 0,003	\$ 0,0004	\$ 0,007	\$ 0,0006	\$ 0,009	\$ 0,0008
Empacador AM	\$ 0,003	\$ 0,0004	\$ 0,012	\$ 0,0009	\$ 0,014	\$ 0,0013
Fajillador PM	\$ 0,003	\$ 0,0004	\$ 0,011	\$ 0,0008	\$ 0,013	\$ 0,0012
Empacador PM	\$ 0,004	\$ 0,0006	\$ 0,012	\$ 0,0010	\$ 0,014	\$ 0,0013
TOTAL	\$ 0,012	\$ 0,0017	\$ 0,042	\$ 0,0033	\$ 0,050	\$ 0,0046

Otro cálculo indispensable a tener en cuenta para el análisis de la productividad en base al método de utilización – eficiencia son los costos indirectos de fabricación (CIF), en este caso de estudio se está considerando dentro de los costos indirectos de fabricación, los salarios de la mano de obra indirecta, la energía eléctrica, el agua potable, la depreciación de la maquinaria, equipos y depreciación de moldes, estos valores se pueden apreciar en la Tabla 24, el total del CIF botellas se lo obtuvo multiplicando el total CIF por el porcentaje de asignación que representa la elaboración de este lote con respecto al total de toda la producción, en este caso es el 25% dividido para las tres presentaciones producidas en el pedido, es decir el 8,3%; el valor de la tasa hora CIF resulta de la división del CIF botellas para el número de días al mes que produce la máquina y por el número de horas de la jornada, para la producción de las botellas plásticas es de 20 días por 24 horas.

Tabla 24***Cálculo de los costos indirectos de fabricación (CIF)***

Detalle	Envase de 180 g	Envase de 1.000 y 1.750 g
Jefe de producción	\$ 1.621,12	\$ 1.621,12
Analista de calidad	\$ 897,61	\$ 897,61
Energía eléctrica	\$ 365,80	\$ 365,80
Agua potable	\$ 5,62	\$ 5,62
Depreciación maquinaria y equipo	\$ 444,66	\$ 313,52
Depreciación moldes	\$ 162,77	\$ 162,77
Total CIF	\$ 3.497,58	\$ 3.366,44
Total CIF botellas	\$ 290,30	\$ 279,41
Tasa hora CIF x botella	\$ 0,60	\$ 0,58

Fuente: Plásticos ABC, 2108, p. 12

Con la información de la Tabla 24 se procedió a realizar el cálculo de la variación del CIF obtenido en base al tiempo de ciclo o cuello de botella calculado anteriormente, información registrada en la Tabla 25.

Tabla 25***Cálculo de la variación de los costos indirectos de fabricación (CIF)***

Presentación	Valor	Tiempos	Tasa hora	Total	Variación
Botellas de 180 g	Costo Estándar	0,00076	\$ 0,60 / hora	\$ 0,00046	
	Costo real	0,00089	\$ 0,60 / hora	\$ 0,00054	\$ 0,00008
Botellas de 1.000 g	Costo Estándar	0,0024	\$ 0,58 / hora	\$ 0,0014	
	Costo real	0,0026	\$ 0,58 / hora	\$ 0,0015	\$ 0,00012
Botellas de 1.750 g	Costo Estándar	0,0028	\$ 0,58 / hora	\$ 0,0016	
	Costo real	0,0031	\$ 0,58 / hora	\$ 0,0018	\$ 0,00016

La información obtenida en la Tabla 25, muestra que los costos indirectos de fabricación (CIF) real por unidad es de \$0,00054 para los envases de 180g, para los envases de 1.000g el CIF real fue de \$0,0015 por unidad y para los envases de 1.750g el CIF real fue de \$0,0018, es decir ningún valor llega a más de un centavo de dólar por botella.

Una vez realizados los cálculos de la materia prima directa (MPD), la mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF) se pudo obtener el costo real

y variable de producción por cada botella elaborada en el lote de producción de la semana 45 del 2018, mismos que se resumen en la Tabla 26; de esta manera se puede obtener el margen de contribución por botella producida y la variación con respecto al costo estándar para el respectivo análisis.

Tabla 26

Costo variable por unidad

Presentación	Envases de 180 g		Envases de 1.000 g		Envases de 1.750 g	
	Costo real	variación	Costo real	variación	Costo real	variación
MPD	\$ 0,023	\$ 0,0003	\$ 0,08	\$ 0,0002	\$ 0,12	\$ 0,0003
MOD	\$ 0,0124	\$ 0,002	\$ 0,042	\$ 0,003	\$ 0,050	\$ 0,005
CIF	\$ 0,00054	\$ 0,00008	\$ 0,0015	\$ 0,0001	\$ 0,0018	\$ 0,0002
TOTAL	\$ 0,0364	\$ 0,0021	\$ 0,120	\$ 0,004	\$ 0,168	\$ 0,005

El cálculo de los elementos de la producción como la materia prima directa (MPD), la mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF), fueron necesarios para obtener el margen de contribución por unidad (MCU) es decir la utilidad que se genera con la producción de cada botella y el margen de contribución por hora (MCH), lo que plásticos ABC genera en una hora de producción de las botellas, esta información se la puede analizar en la Tabla 27, donde en base al precio de venta unitario entregado por la empresa y el costo real por botella calculado se obtuvo la información que servirá como base para el planteamiento de la propuesta de mejora de la productividad.

Tabla 27

Margen de contribución por unidad y por hora

Presentación	Botellas de 180g	Botellas de 1.000g	Botellas de 1.750 g
PVU	\$ 0,06	\$ 0,17	\$ 0,21
MCU	\$ 0,025	\$ 0,048	\$ 0,040
MCH	\$ 28,25	\$ 18,75	\$ 13,18

Como se muestra en la Tabla 27 el precio de venta de cada botella de 180g es de \$0,06, con un costo real de producción de \$0,0364, quedando un margen de contribución por

unidad de \$0,025 centavos de dólar por botella y un margen de contribución por hora de \$28,25 dólares; para los envases de 1.000g el precio de venta unitario es de \$0,17 centavos de dólar menos su costo real de \$0,12 centavos da un margen de contribución por unidad de \$0,048 centavos y un margen de contribución por hora de \$18,75 dólares; las botellas de 1.750 con precio de venta unitario de 0,21 centavos menos el costo real de \$0,168, deja un margen de contribución unitario de \$0,040 centavos y un margen de contribución por hora de \$13,18 dólares; el margen de contribución por hora se lo obtiene de la división del margen de contribución por unidad para el tiempo real que se obtuvo del cuello de botella del proceso.

Con toda la información recabada en base al cálculo de la productividad actual del proceso y los costos obtenidos, se ha identificado que durante la producción de las botellas para el pedido de la semana 45 del 2018, hay varios factores que están afectando la operación y que requieren ser corregidos, para lo cual se ha planteado propuestas de mejora que buscan cambiar los resultados en el cálculo de la productividad y mayores beneficios en la producción.

3.3 Propuesta de mejora para incrementar la productividad en la empresa

Como se observó anteriormente, los tiempos perdidos, son los que han afectado a la productividad obtenida durante la fabricación de este lote, aunque el índice de productividad está dentro de un rango aceptable, se puede observar que mejorando y eliminando esos tiempos, la producción aumentaría y el tiempo empleado en la elaboración del producto reduciría considerablemente, generando así mayor rentabilidad a la operación de la empresa.

Al dar seguimiento al pedido 45 solicitado el 02 de noviembre del año 2018, se constató que no se cumplió con los plazos de entrega al cliente, pues se debía cumplir con el pedido entre el lunes 05 hasta el miércoles 07 de noviembre y este se extendió al jueves 08 de noviembre entregando tarde paquetes de 1.000g y 1.750g y quedó pendientes para la siguiente semana 35 paquetes de 1.750g y 10 paquetes de 1.000g, estas situaciones obviamente generan inconvenientes para la empresa al aumentar el uso de las máquinas, afectando a otras producciones; los problemas detectados que pueden ser la causa de los

retrasos de producción y por ende la baja productividad calculada se describen a continuación:

1. Se identificó una inadecuada planificación de la producción, pues una vez que llega el pedido por parte del cliente, las órdenes de producción se llenan según la cantidad y el sabor que el cliente solicita, estas son entregadas a los operadores sin una organización secuencial de cómo se empezará a producir, ni un control de las horas en que se ejecutará la fabricación de cada orden de producción, tampoco se estima adecuadamente la cantidad de materia prima que se requiere, esta información se la llena una vez producido el lote; esto provoca que se realice una producción desordenada en base a tiempos estimados y no programados, provocando con esto que se extiendan las horas de fabricación que pueden ser utilizadas en otras actividades.

Esta información se cotejó según las órdenes de producción y las hojas de trabajo del pedido que se analizó, verificando que para la producción de 60.160 envases de 180g se utilizó un total de 48,5 horas, cuando realmente debió producirse en 45,96 horas según el tiempo de ciclo obtenido, que es de 2,75 segundos por botella.

De igual forma, la fabricación de 26.010 botellas de 1.000g debió realizarse en 61,49 horas según su tiempo de ciclo de 8,50 segundos por botella y se realizó en 64,75 horas; finalmente la fabricación de 15.300 botellas de 1.750g tomó 42,80 horas, cuando por su tiempo de ciclo de 10 segundos por botella, su elaboración debió ser en 42,50 horas.

2. Cierta cantidad de botellas en presentación de 1.000g y 1.750g se solicitó entregar de forma inmediata, como los dos envases se realizan en la misma sopladora, se produjo 3.600 botellas de 1.750g y posteriormente se paró esa producción para iniciar la fabricación de las botellas de 1.000g; el tiempo de cambio de moldes de una presentación a otra, como se dijo anteriormente es de dos horas, por lo que el tiempo entre instalar y desinstalar los moldes afecta directamente al tiempo de producción, reflejándose en retrasos de entrega y pérdida de tiempo de dos horas por cambio de moldes.

3. Se registró un alto índice de atrasos de los operarios; a pesar de que este tiempo es descontado al final del mes, esto provoca retrasos en la producción, generando el incumplimiento de los tiempos solicitados por el cliente, afectando a la imagen de la empresa y a los tiempos de producción.
4. En la elaboración de los envases de 180g hubo un retraso de producción de una hora con treinta minutos, debido a que personal del puesto de trabajo de termoencogido era nuevo y no tenía la suficiente experticia para desarrollar las actividades pertinentes, al ritmo que se requería.
5. Durante la producción de los envases de 1.000g hubo una para de máquina de dos horas con treinta minutos para revisión de temperaturas, provocando retrasos en la fabricación de las botellas.
6. La instalación de moldes y preparación de máquinas tiene una duración de cuatro horas en la sopladora #5 donde se fabrican los envases de 180g y dos horas en la sopladora #6 donde se produce los envases de 1.000g y 1.750g, durante esta actividad, se observó que una parte significativa del tiempo, los operarios se tardan en buscar las herramientas necesarias, colocar las piezas en los moldes y trasladar los moldes de la bodega hacia la sopladora, pues su ubicación se encuentra distante y el método utilizado para el transporte no es el adecuado, ya que llevan los moldes que pesan más de 200 libras en un montacargas manual, con las uñetas elevadas, corriendo el riesgo de provocar accidentes y tardando demasiado tiempo en el traslado al ir despacio para evitar caídas del molde.

Por otro lado, la bodega de moldes tiene mucho material que ya no es utilizado y la disposición del espacio de muchos moldes es elevada, dificultando el mantener un orden cuando estos no son utilizados; otros moldes están en el piso, obstaculizando su adecuado manejo y accesibilidad, lo que provoca demoras en los tiempos de preparación de máquinas e instalación de moldes.

7. Otro factor que afecta al tiempo de producción es la forma de instalación de los moldes una vez que llegan a la sopladora, pues utilizan una tabla como puente para movilizar el molde desde la entrada de la sopladora hasta donde se instala el molde,

la distancia aproximada es de un metro, este procedimiento de igual manera es lento debido al peso de los moldes, provocando tiempos perdidos en la preparación de máquinas y riesgo de accidentes ocupacionales.

En base a los diferentes problemas de productividad identificados durante la fabricación del pedido de la semana 45 del 2018, se realizó la propuesta de mejora bajo tres escenarios; el primero utilizando técnicas basadas en el estudio del trabajo para eliminar los tiempos improductivos, causados por el uso de métodos ineficaces en la producción; el segundo escenario busca reducir el tiempo de instalación de moldes y preparación de máquinas, utilizando herramientas de calidad como la implementación de las 5S de calidad para la adecuación de la bodega de moldes y la metodología SMED utilizada en las empresas para disminuir drásticamente los tiempos de instalación de máquinas; en un tercer escenario, se muestra la combinación de las dos primeras propuestas y sus beneficios obtenidos.

3.3.1 Propuesta 1. Incremento de la productividad a través de la optimización de los tiempos perdidos durante la producción de los envases plásticos para alimentos

En esta primera propuesta se busca disminuir los tiempos perdidos encontrados en los primeros cinco problemas que se describieron anteriormente, para esto en la Tabla 28 se plantean las acciones a tomar, describiendo el método o herramienta a usar, el responsable, presupuesto y tiempo optimizado con la implementación de cada actividad realizada.

Las acciones descritas, ayudarán a crear una adecuada planificación, organización y mayores controles del tiempo de producción, así como el disminuir los tiempos improductivos, garantizando el cumplimiento de los tiempos de ciclo establecidos y permitiendo que los lotes sean entregados oportunamente al cliente.

Tabla 28***Propuesta 1 para la mejora de la productividad en la empresa Plásticos ABC***

PROBLEMA	ACCIÓN	MÉTODO /HERRAMIENTA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	TIEMPO OPTIMIZADO
1	Implementar un mejor sistema para la planificación de la producción que incluya tiempos de ciclo programados y mayor control de su cumplimiento, incluyendo un control detallado de la materia prima, insumos y materiales a utilizar, crear procedimientos y políticas claras de producción.	Estudio de tiempos y movimientos para la utilización de tiempos de ciclo o tiempos estándar, uso de diagramas de Gantt, gráficas de carga para planificar la producción, formatos para controles periódicos de la producción, uso efectivo de órdenes de producción y hojas de trabajo	Jefe de producción	No aplica	30 min de producción y 30 min limpieza de lugar de trabajo en los envases de 180g.
2	Alinear la producción con el departamento de ventas para mejorar la negociación con el cliente en cuanto a plazos de entrega del producto, evitando así retrasos	Planificación de ventas incluir tiempos de entrega, coordinado con el departamento de producción	Departamento de ventas y Jefe de producción	No aplica	2 horas en cambio de moldes para producir otro producto en presentación de 1.750, un día de retrasos en entregas.

PROBLEMA	ACCIÓN	MÉTODO /HERRAMIENTA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	TIEMPO OPTIMIZADO
3	Crear un sistema efectivo de control de atrasos, como exhibir en carteleras indicadores de atrasos y crear sanciones para quienes reinciden; realizar capacitaciones al personal para concienciar sobre la importancia de iniciar la jornada con puntualidad y cómo afecta el ausentismo en la productividad de la empresa.	Sistemas de control del desempeño, planeación y establecimiento de metas individuales y en grupo para el personal operativo. Control de resultados	Gerencia General, Jefe de producción y RRHH	No aplica	1h45m en atrasos por día, del personal de producción
4	Crear planes de capacitación para operarios nuevos, contemplando el tiempo de inducción y asignando horarios de trabajo donde el personal nuevo tenga supervisión para evitar retrasos en producción durante su periodo de adaptación.	Uso de planes, políticas y procedimientos de producción para capacitar al personal nuevo	Recursos humanos y producción	No aplica	1h30m retraso de producción, presentación de 180g.
5	Implementar planes de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar paras de producción por desperfectos inesperados de máquinas. Crear procedimientos de atención de fallas y manuales de mantenimiento a disposición de operarios.	Cronograma de mantenimientos en base a un historial de daños, bitácoras de reparaciones, planes de mantenimiento preventivo (en base a inspecciones cíclicas) y mantenimiento correctivo según método AMFE (Método de análisis de modo fallo y efectos) evitar mantenimientos correctivos contingentes.	Área de mantenimiento	No aplica	2h30m por para de máquinas para control de temperaturas presentación de 1.000g

La mejora del tiempo implementando un sistema adecuado de planificación y control de producción, basado en el estudio de tiempos y movimientos, así como la adecuada negociación de los plazos de entrega con el cliente, permitirían una considerable optimización de la capacidad nominal (CN) y el tiempo real trabajado (TRT), como se muestra en la Tabla 29, donde se compara el tiempo que se podría ahorrar implementando las primeras dos acciones presentadas en la Tabla 29 de esta propuesta.

Tabla 29

Capacidad Nominal (CN) y Tiempo Real Trabajado (TRT) mejorado

Presentación	Puesto de trabajo	Unidades Producidas	TIEMPO		TIEMPO	
			ACTUAL		MEJORADO	
			CN	TRT (horas)	CN	TRT (horas)
Botellas de 180 g	Soplado	60.160	53,52	52,52	50,96	49,96
	Termoencogido	60.160	48,48	44,12	45,96	41,73
	Conteo y empaque	60.160	48,48	42,06	45,96	39,85
Botellas de 1.000g	Soplado	26.010	66,74	63,74	63,49	60,49
	Termoencogido	26.010	64,75	55,37	61,49	52,42
	Conteo y empaque	26.010	64,75	56,38	61,49	53,39
Botellas de 1.500g	Soplado	15.300	46,80	44,80	44,50	42,50
	Termoencogido	15.300	42,80	39,12	42,50	38,85
	Conteo y empaque	15.300	42,80	40,04	42,50	39,76

La Tabla 29 muestra cómo se optimizó la capacidad nominal (CN) del proceso con una adecuada planificación y control de la operación, al implementar el uso del tiempo estándar, sin embargo se observa que el tiempo real trabajado (TRT) sigue siendo afectado por los tiempos perdidos identificados anteriormente, los cuales serán eliminados con la creación de un sistema efectivo para el control de los atrasos del personal operativo y la implementación de planes de capacitación para inducción del personal nuevo, evitando retrasos de producción como sucedió en la fabricación de los envases de 180g, donde no se pudo cumplir la producción del turno debido a que el nuevo operario en el fajillado no alcanzó el ritmo de trabajo necesario.

De igual manera, se reducirá los tiempos de paras de máquina con la implementación de planes de mantenimiento preventivo y correctivo de las sopladoras, disminuyendo los mantenimientos correctivos contingentes, que provocan paras extendidos de la

producción, como se registró en la elaboración de las botellas de 1.000g; con estas mejoras planteadas, se logrará disminuir los tiempos perdidos que más están afectando a la producción; la Tabla 30 muestra la cantidad de horas que se optimiza al tomar medidas que eviten la pérdida de tiempo que se presentó en la producción.

Tabla 30

Eliminación de tiempos perdidos producción semana 45

Presentación	Puesto de trabajo	Tiempo actual (horas)	Tiempo mejorado (horas)	Tiempo optimizado (horas)
Botellas de 180 g	Soplado	1,00	1,00	0
	Termoencogido	4,36	2,73	1,63
	Conteo y empaque	6,42	5,61	0,81
Botellas de 1.000g	Soplado	3,00	0,50	2,50
	Termoencogido	9,39	3,49	5,90
	Conteo y empaque	8,37	4,77	3,60
Botellas de 1.500g	Soplado	2,00	0,00	2,00
	Termoencogido	3,68	1,53	1,15
	Conteo y empaque	2,76	2,46	0,30

Los tiempos eliminados con las implementaciones sugeridas, mejora considerablemente el tiempo real trabajado (TRT), aumentando la disponibilidad de todos los factores de fabricación para mejorar la productividad del proceso; los tiempos perdidos que no se pueden cambiar son los dispuestos por la empresa para el almuerzo, cena y receso de los operarios, limpieza del lugar de trabajo, eliminación de puntos negros y las pruebas de calidad que se realizan.

En la Tabla 31 se hace una comparación de la optimización que se obtiene del tiempo actual con respecto al tiempo mejorado obtenido al eliminar los tiempos improductivos que más afectan a la operación, consiguiendo así un mejor tiempo real trabajado (TRT).

Tabla 31***Tiempo Real Trabajado (TRT) mejorado con eliminación de tiempos perdidos***

Presentación	Puesto de trabajo	Unidades Producidas	TIEMPO		TIEMPO	
			ACTUAL		MEJORADO	
			CN	TRT (horas)	CN	TRT (horas)
Botellas de 180 g	Soplado	60.160	53,52	52,52	50,96	49,96
	Termoencogido	60.160	48,48	44,12	45,96	43,23
	Conteo y empaque	60.160	48,48	42,06	45,96	40,35
Botellas de 1.000g	Soplado	26.010	66,74	63,74	63,49	62,99
	Termoencogido	26.010	64,75	55,37	61,49	58,00
	Conteo y empaque	26.010	64,75	56,38	61,49	56,72
Botellas de 1.500g	Soplado	15.300	46,80	44,80	44,50	44,50
	Termoencogido	15.300	42,80	39,12	42,50	40,97
	Conteo y empaque	15.300	42,80	40,04	42,50	40,05

La optimización del tiempo real trabajado (TRT) y mejora de la capacidad nominal que muestra la Tabla 31, permitió nuevos resultados en la utilización y eficiencia, con lo que incrementa la productividad, obteniendo así el primer escenario, cuyo cálculo se detalla en la Tabla 32.

Tabla 32***Productividad actual vs mejorada***

Presentación	Puesto de trabajo	Productividad actual			Productividad mejorada			%
		%U	%E	%P	%U	%E	%P	
Botellas de 180 g	Soplado	98,1%	87,5%	85,9%	98,0%	92,0%	90,2%	4,3%
	Termoencogido	91,0%	82,2%	74,8%	94,1%	83,9%	78,9%	4,1%
	Conteo y empaque	86,8%	85,4%	74,1%	87,8%	89,0%	78,2%	4,1%
Botellas de 1.000 g	Soplado	95,5%	96,3%	92,0%	99,2%	97,5%	96,7%	4,7%
	Termoencogido	85,5%	100%	85,2%	94,3%	95,2%	89,8%	4,6%
	Conteo y empaque	87,1%	90,6%	78,9%	92,2%	90,1%	83,1%	4,2%
Botellas de 1.750 g	Soplado	95,7%	94,9%	90,8%	100%	95,5%	95,5%	4,7%
	Termoencogido	91,4%	87,6%	80,0%	96,7%	83,3%	80,6%	0,6%
	Conteo y empaque	93,6%	71,4%	66,8%	94,2%	71,4%	67,3%	0,5%

Los nuevos resultados arrojan una mejora considerable de la productividad en un promedio de 4,2 puntos porcentuales en los diferentes puestos de trabajo para la presentación de 180g, 4,5 puntos porcentuales en las botellas de 1.000g y un promedio de 1,9 puntos porcentuales en la presentación de 1.750g; como se observa, en las tres presentaciones el mayor porcentaje de incremento se da en el puesto de trabajo del soplado, lo que trae mayores beneficios por ser el tiempo de ciclo de la producción; de esta manera se muestra que la mejora en la utilización de los recursos, aporta al incremento de la productividad del proceso.

Con la nueva productividad, también mejoró el tiempo real (TR), sobre todo del cuello de botella, que es el tiempo con el cual se adquiere la variación de los diferentes elementos estudiados en el método de utilización y eficiencia; el tiempo estándar (Ts) no se puede cambiar o mejorar ya que todo el proceso de fabricación depende del tiempo programado de la máquina de soplado para cumplir las especificaciones del producto; en la Tabla 33 se expone el nuevo tiempo real (TR), comparado con el actual.

Tabla 33

Cuello de botella o tiempo de ciclo mejorado

Presentación	TS (horas)	TR Actual (horas)	TR Mejorado (horas)
Botellas de 180g	0,00076	0,00089	0,00085
Botellas de 1000g	0,0024	0,0026	0,0024
Botellas de 1750g	0,0028	0,0031	0,0029

Con la mejora del tiempo real (TR), cambió el costo real y costo variable de la mano de obra directa (MOD) y de los costos indirectos de fabricación (CIF), con los cuales se obtiene un nuevo valor como se indica en la Tabla 34 a continuación.

Tabla 34**Propuesta 1. Costo real por unidad, actual vs mejorado**

Presentación		Costo variable Actual		Costo variable mejorado	
		Costo real	Variación	Costo real	Variación
Botellas de 180 g	MPD	\$ 0,023	\$ 0,0003	\$ 0,023	\$ 0,0003
	MOD	\$ 0,0124	\$ 0,002	\$ 0,0118	\$ 0,001
	CIF	\$ 0,00054	\$ 0,00008	\$ 0,00051	\$ 0,00005
	TOTAL	\$ 0,0364	\$ 0,0021	\$ 0,0358	\$ 0,0015
Botellas de 1.000 g	MPD	\$ 0,08	\$ 0,0002	\$ 0,08	\$ 0,0002
	MOD	\$ 0,042	\$ 0,003	\$ 0,040	\$ 0,001
	CIF	\$ 0,0015	\$ 0,0001	\$ 0,0014	\$ 0,000
	TOTAL	\$ 0,120	\$ 0,004	\$ 0,117	\$ 0,002
Botellas de 1.750 g	MPD	\$ 0,12	\$ 0,0003	\$ 0,12	\$ 0,0003
	MOD	\$ 0,050	\$ 0,005	\$ 0,047	\$ 0,002
	CIF	\$ 0,0018	\$ 0,0002	\$ 0,0017	\$ 0,0001
	TOTAL	\$ 0,168	\$ 0,005	\$ 0,165	\$ 0,002

Como se observa en la Tabla 34, el costo de la materia prima directa (MPD) no tuvo cambios en ninguna de las presentaciones, esto se debe a que aparentemente durante el proceso de producción se utiliza exactamente los materiales requeridos y no se genera desperdicio, más que el necesario para la eliminación de puntos negros en la calibración de las máquinas; sin embargo, se requiere un mejor control de los materiales utilizados para no tener diferencias en inventarios; en cuanto a la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, se refleja un mejor resultado.

La disminución del costo real y costo variable que muestra la Tabla 34, consecuentemente llevo a un nuevo cálculo del margen de contribución unitario (MCU) y margen de contribución por hora (MCH), arrojando de igual manera mejores resultados para la producción de los envases plásticos, el precio de venta unitario (PVU) se mantiene, la variación del margen de contribución entre la productividad actual y la mejorada se refleja en la Tabla 35.

Tabla 35*Margen de contribución por unidad y por hora, actual vs mejorado*

Presentación	Información	Margen de Contribución actual	Margen de Contribución mejorado
Botellas de 180 g	PVU	\$ 0,06	\$ 0,06
	MCU	\$ 0,025	\$ 0,026
	MCH	\$ 28,25	\$ 30,40
Botellas de 1.000 g	PVU	\$ 0,17	\$ 0,17
	MCU	\$ 0,048	\$ 0,050
	MCH	\$ 18,75	\$ 20,57
Botellas de 1.750 g	PVU	\$ 0,21	\$ 0,21
	MCU	\$ 0,040	\$ 0,043
	MCH	\$ 13,18	\$ 14,73

La variación presentada en la Tabla 35, muestra en cuanto aumentaría el margen de contribución por unidad y el margen de contribución por hora de producción si se eliminarán los tiempos perdidos durante la fabricación de las botellas plásticas en sus diferentes presentaciones, aunque se observa que por unidad el incremento es mínimo, en la contribución por hora si representa un valor significativo de mejora, el cual se aprecia al multiplicarlo con el volumen de producción, demostrando así que la mejora de la productividad trae consigo beneficios a la rentabilidad de la empresa, los cuales se verán reflejados en la utilidad generada.

Para conocer la nueva utilidad neta generada con los cambios realizados en esta primera propuesta, se ha detallado en la Tabla 36 los costos fijos en los que incurre la empresa mensualmente, información necesaria para construir el estado de resultados donde se pueda comparar la ganancia obtenida; del total de estos gastos, se ha asignado el 25 % a este lote de producción; dividiendo dicho porcentaje para las tres presentaciones de botellas, le corresponde el 8,3% a cada una.

Tabla 36***Costos fijos de Plásticos ABC***

Gastos	
Costos Administrativos	
Gerente	\$ 2.011,27
Área administrativa	\$ 557,37
Contador	\$ 1.352,46
Depreciación Edificio	\$ 951,21
Impuestos	\$ 1.680,19
Costo de ventas	
Transporte	\$ 105,00
Nomina Comercial	\$ 1.384,76
Total	\$ 8.042,26
Asignación gasto fijo 8,3%	\$ 667,51

Fuente: Plásticos ABC, 2018c

Una vez obtenido el gasto fijo correspondiente a cada presentación, se procede a realizar el estado de resultados actual y mejorado, en base a la información de la Tabla 37 donde se resume el costo de producción actual y el mejorado, con respecto a las unidades producidas.

Tabla 37***Costo Real actual y mejorado con la propuesta 1***

Presentación	Unidades	PVU	Costo actual	Costo mejorado
Botellas de 180 g	60160	\$0,06	\$ 0,0364	\$ 0,0356
Botellas de 1.000 g	26010	\$0,17	\$ 0,120	\$ 0,117
Botellas de 1.750 g	15300	\$0,21	\$ 0,168	\$ 0,165

Con los datos de las Tablas 36 y 37 se procedió a calcular las ventas y costos del estado de resultados que se presenta a continuación en la Tabla 38, el valor de las ventas se sacó de la multiplicación del precio de venta de cada unidad por las unidades producidas; el valor de los costos se obtuvo de la multiplicación del costo total de cada botella por las unidades producidas y finalmente la variación se obtuvo de la multiplicación del costo variable por las unidades producidas.

Tabla 38***Estado de resultados actual del lote de la semana 45 del 2018***

Presentación	botellas de 180 g	botellas de 1.000 g	botellas de 1.750 g
Ventas (unidades producidas x PVU)	\$ 3.700,44	\$ 4.360,94	\$ 3.182,55
Costos (unidades producidas x costo)	\$ 2.188,56	\$ 3.109,68	\$ 2.565,74
Utilidad bruta	\$ 1.511,89	\$ 1.251,26	\$ 616,82
Gastos	\$ 667,51	\$ 667,51	\$ 667,51
Utilidad neta	\$ 844,38	\$ 583,75	\$ -50,69
Variación (unidades producidas x costo de variación)	\$ 128,65	\$ 94,6	\$ 76,81

El estado de resultados actual de la producción del presente pedido, muestra que la fabricación de las botellas de 1.750g con una pérdida de \$50,69 dólares, no genera utilidad; sin embargo la utilidad total neta del lote generada en esa semana de producción fue de \$1.377,44 dólares, lo que indica que este producto aporta favorablemente a la rentabilidad de la empresa; en cuanto a la variación obtenida por cada presentación, indica el valor que la empresa está dejando de ganar por todos los problemas que se encontró durante la fabricación de las botellas; en total con la suma de las tres presentaciones, se puede decir que la empresa podría ganar \$300,07 dólares más semanalmente con la fabricación de este producto, disminuyendo los tiempos improductivos existentes.

Lo dicho anteriormente se corrobora con el nuevo estado de resultados generado en base a los nuevos cálculos de productividad obtenidos, esta información se detalla en la Tabla 39 a continuación.

Tabla 39*Nuevo estado de resultados obtenido con la propuesta 1*

Presentación	botellas de 180 g	botellas de 1.000 g	botellas de 1.750 g
Ventas (unidades producidas x PVU)	\$ 3.700,44	\$ 4.360,94	\$ 3.182,55
Costos (unidades producidas x costo)	\$ 2.151,41	\$ 3.054,97	\$ 2.527,00
Utilidad bruta	\$ 1.549,03	\$ 1.305,97	\$ 655,55
Gastos	\$ 667,51	\$ 667,51	\$ 667,51
Utilidad neta	\$ 881,52	\$ 638,46	\$ -11,96
Variación (unidades producidas x costo de variación)	\$ 91,51	\$ 39,9	\$ 38,08

Con toda la información que se obtuvo anteriormente, a continuación, en la Tabla 40 se observa en resumen, la comparación de la situación actual con respecto a la mejora obtenida en esta primera propuesta; para esto se tomó la productividad del cuello de botella, por ser el tiempo del cual depende toda la producción y con el cual se realiza todos los cálculos.

Tabla 40*Comparación de la situación actual vs situación mejorada propuesta 1.*

Presentación	Variable	Situación Actual	Situación Mejorada	Mejora
Botellas de 180 g	Capacidad nominal	53,52	50,96	2,56
	Productividad	85,9%	90,2%	4,3%
	Tiempo real (TR)	0,00089	0,00085	0,00004
	Costo variable	\$ 0,0364	\$ 0,0358	\$ 0,0006
	MCU	\$ 0,0251	\$ 0,0257	\$ 0,0006
	MCH	\$ 28,25	\$ 30,40	\$ 2,15
	Utilidad neta	\$ 844,38	\$ 881,52	\$ 37,14
	Variación	\$ 128,65	\$ 91,51	
Botellas de 1.000g	Capacidad nominal	66,74	63,49	3,25
	Productividad	92,0%	96,7%	4,7%
	Tiempo real (TR)	0,00257	0,00244	0,00013
	Costo variable	\$ 0,120	\$ 0,117	\$ 0,0021
	MCU	\$0,0481	\$ 0,0502	\$ 0,0021
	MCH	\$ 18,75	\$ 20,57	\$ 1,82
	Utilidad neta	\$ 583,75	\$ 638,46	\$ 54,71
	Variación	\$ 94,61	\$ 39,90	
Botellas de 1.750g	Capacidad nominal	46,80	44,50	2,30
	Productividad	90,8%	95,5%	4,7%
	Tiempo real (TR)	0,00306	0,00291	0,00015
	Costo variable	\$ 0,1677	\$ 0,1652	\$ 0,0025
	MCU	\$ 0,0403	\$ 0,0428	\$ 0,0025
	MCH	\$ 13,18	\$ 14,73	\$ 1,55
	Utilidad neta	\$ -50,69	\$ -11,96	\$ 38,73
	Variación	\$ 76,81	\$ 38,08	

El resumen presentado en la Tabla 40 muestra que en las tres presentaciones la productividad aumenta favorablemente con la implementación de las mejoras de esta primera propuesta, obteniendo un incremento de 4,3 puntos porcentuales en la presentación de 180g y 4,7 puntos porcentuales en las presentaciones de 1.000g y 1.500g, este incremento se aprecia en la representación gráfica de la Figura 13.

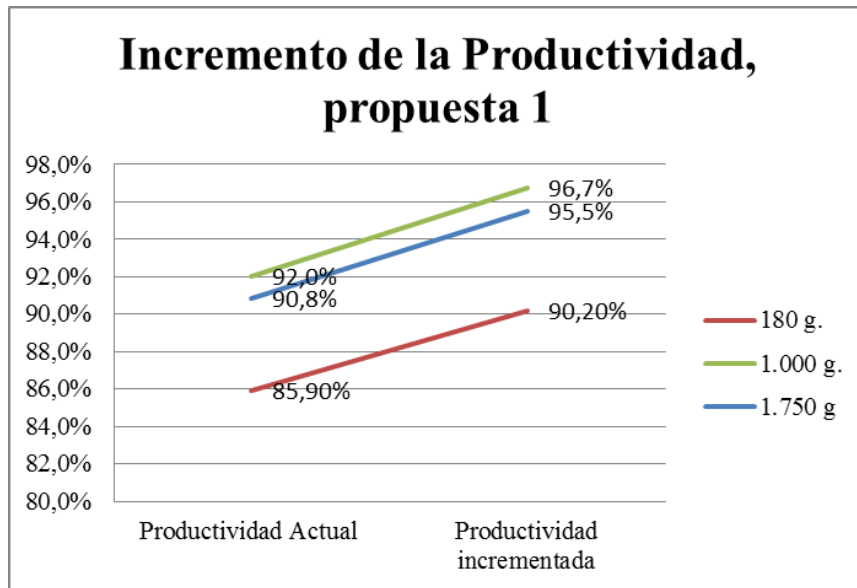


Figura 14: Variación de la productividad propuesta 1

La nueva productividad desencadenó mayores resultados al obtener un mejor tiempo real (TR), que disminuye el costo variable de producción, lo cual permite tener un mayor margen de contribución por botella y por hora, como se muestra en la Figura 15.

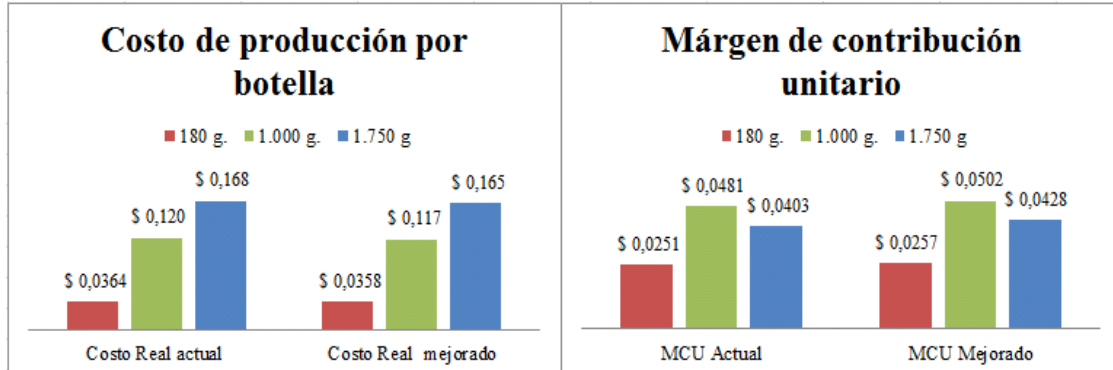


Figura 15: Reducción del costo de producción e incremento de MCU, propuesta 1

En el resumen presentado de la Tabla 40 se muestra que la presentación de 1.750g continúa a pérdida, sin embargo esa pérdida se reduce en \$38,73 dólares, obteniendo un mejor escenario con la producción de este producto; al incrementar la utilidad en las tres presentaciones, la ganancia total del lote asciende a \$130,58 dólares por semana, \$522,32 dólares al mes y anualmente \$6.267,84 dólares líquidos que obtendría la empresa, al no incurrir en gastos para la implementación de esta propuesta.

3.3.2 Propuesta 2. Mejora de la productividad reduciendo el tiempo de instalación de moldes y preparación de máquinas

En esta propuesta se pretende mejorar el tiempo del cuello de botella de la producción, al ser el puesto de trabajo del soplado, se observó durante la instalación de moldes y preparación de máquinas, que al reducir ese tiempo, la producción iniciaría antes de lo previsto habitualmente, favoreciendo a la productividad actual del soplado.

Al igual que la anterior propuesta, se realizó en la Tabla 41 un resumen donde se observa las acciones a tomar de los problemas que se encontraron durante la instalación de moldes y preparación de máquinas para la producción de las botellas plásticas; esta propuesta busca disminuir lo máximo posible el tiempo de instalación de moldes y preparación de máquinas, utilizando herramientas y métodos como las 5S de calidad para el área de bodega de moldes y el método SMED utilizado en manufactura ágil para eliminar tiempos desperdiciados durante estos procesos.

Tabla 41

Propuesta 2 para la mejora de la productividad en la empresa Plásticos ABC

PROBLEMA	ACCIÓN	MÉTODO /HERRAMIENTA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	TIEMPO OPTIMIZADO
6, 7	Reducir el tiempo de instalación de moldes en las sopladoras en al menos 30 minutos, a través de la compra de un carro de herramientas donde se coloque en orden todos los implementos que serán utilizados en la preparación de las máquinas e instalación de moldes. Mejorar el orden y la disposición de la bodega de moldes, cambiar la distribución de almacenamiento de moldes, aproximándolos al área de producción. La instalación de neffos realizarla antes de llevar el molde a la sopladora.	Implementación del método de las 5S de calidad para la readecuación de la bodega de moldes Uso de herramientas que faciliten el procedimiento de cambio de moldes. Sistema SMED para el cambio rápido de máquinas	Gerencia General, Jefe de producción, personal de mantenimiento	\$199 dólares	21 minutos
	Cambiar la tabla que utilizan como soporte del molde por un transportador de rodillos, elaborado especialmente para que entre en la sopladora y facilite su transportación, evitando el uso de la fuerza de los operarios y reduciendo el tiempo de instalación.	Sistema SMED para el cambio rápido de moldes	Gerencia general, Jefe de producción	\$ 450 dólares	7 minutos

La instalación de moldes y preparación de máquinas toma cuatro horas para la sopladora #5 y dos horas para la sopladora #6, de ese tiempo, se observó que aproximadamente 10 minutos toman los operarios en desplazarse para buscar las herramientas de trabajo; también se observó que el tiempo de recorrido para trasladar los moldes de la bodega a la sopladora es de 3,5 minutos para la sopladora #5 y dos minutos para la sopladora #6, debido a la distancia y el peso de los mismos; el ajuste de los neffos en los moldes toma 9 minutos; el tiempo de levantamiento del molde y su desplazamiento dentro de la sopladora con una tabla, tiene una duración de 8 minutos; este tiempo se propone mejorar con la implementación del método de las 5S de calidad y el sistema SMED de manufactura ágil.

Se plantea la readecuación de la bodega de moldes, para ubicarlos más cerca de las sopladoras, basándose en el método de las 5S de calidad, se inicia esta actividad haciendo un inventario de los moldes que más se utilizan para su reubicación y los que ya no se usan darlos de baja y liberar el espacio mal utilizado; los moldes de cambio continuo colocarlos en las primeras perchas, los más pesados ubicarlos en palets a nivel del piso para facilitar su desplazamiento y correcto uso del montacargas manual, un vez dispuestos los espacios para los moldes, se colocará etiquetas para mantener su ubicación, de igual manera crear un espacio para situar todos los accesorios a utilizar en el cambio de moldes.

La limpieza del área tendrá que ser continua según delegación del jefe de producción, se creará políticas y normas para garantizar que el área de moldes se mantenga limpia y ordenada, de igual manera se garantizará la comunicación y estandarización de los cambios efectuados al personal del área para que se mantenga el sistema implantado.

A continuación, en la Figura 15 se observa la situación actual de cómo está distribuida la bodega de moldes, y a través de un plano realizado en AutoCAD, se observa la distancia que se recorre y el tiempo que se tarda en llevar los moldes a las sopladoras para su instalación.

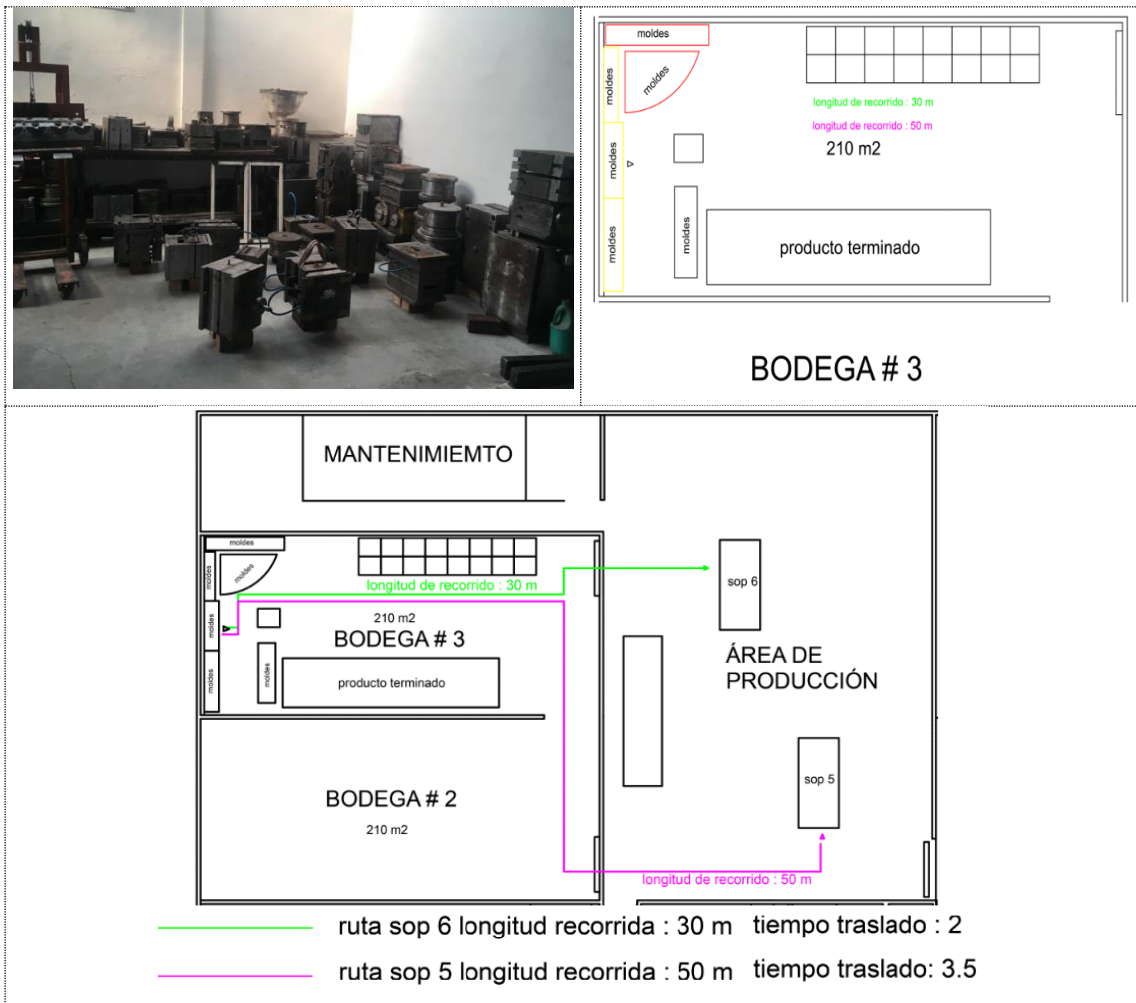


Figura 16: Distribución actual de la bodega de moldes y distancia de recorrido de moldes

Fuente: (Plásticos ABC, 2015)

El tiempo aproximado que tomará llevar los moldes hacia la sopladora con esta implementación es de 2,16 minutos para la sopladora #5 y 0,54 segundos para la sopladora #6, reduciendo significativamente la distancia entre la bodega y la sopladora y mejorando positivamente el ambiente de trabajo; la Figura 16 muestra el nuevo orden planteado de la bodega y la reducción del tiempo y el recorrido hacia las sopladoras.

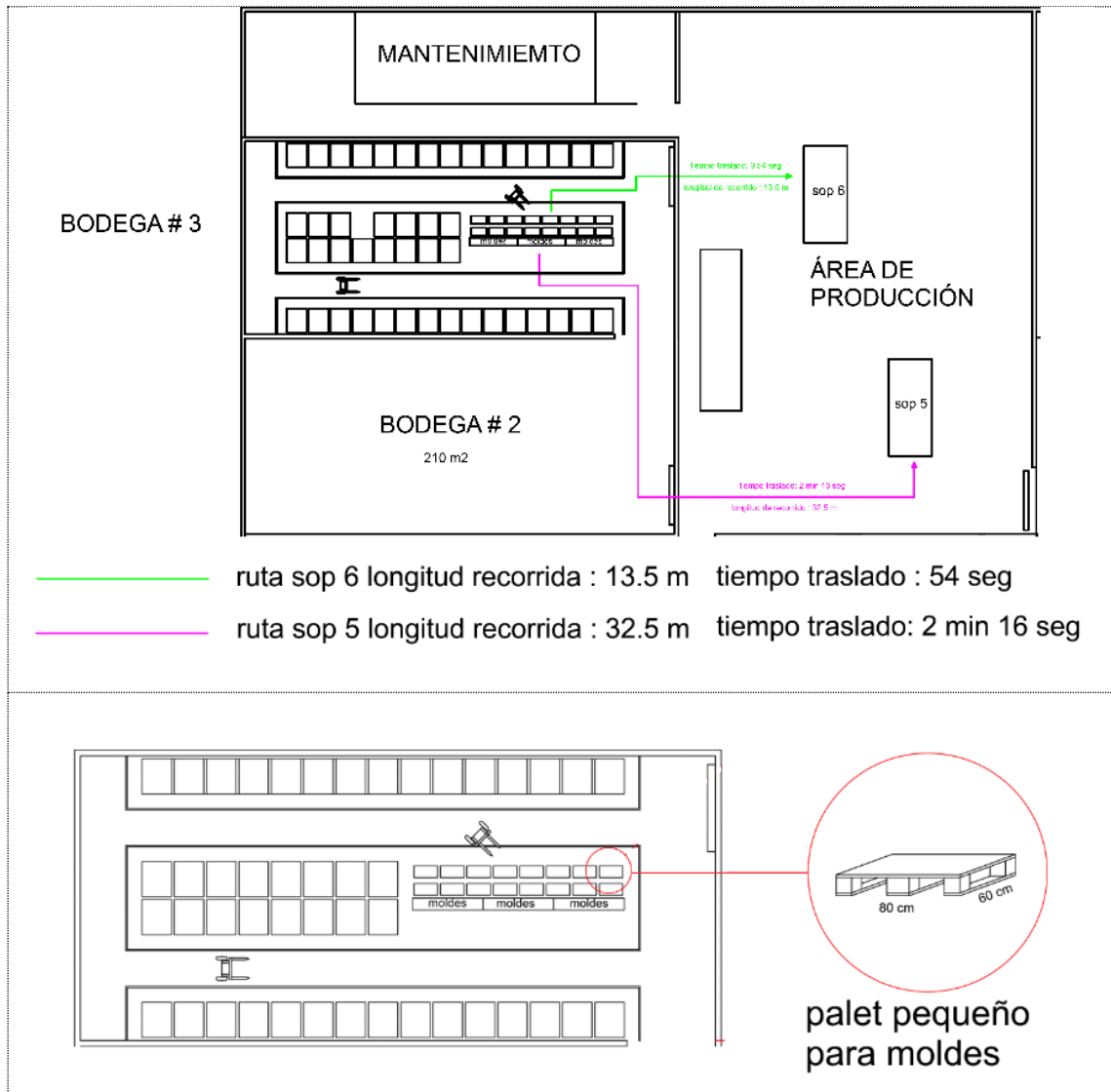


Figura 17: Nuevo orden de bodega de moldes

Basado en el método SMED, se propone la creación de procedimientos claros para la instalación de moldes e implementación de documentos guía donde se separe los pasos de instalación de las máquinas tanto internos como externos, de esta manera identificar los ajustes que se puedan realizar externamente a la sopladora para minimizar tiempos de instalación dentro de esta; el tener los materiales necesarios en la máquina antes de iniciar el proceso, es otra forma de ganar tiempo.

La instalación de los neffos, piezas necesarias para conectar las mangueras de aire y agua a los moldes, antes de iniciar la preparación de las máquinas, ahorraría 9 minutos a los operarios, esta actividad la puede realizar el área de mantenimiento una vez que se conozca la planificación de la siguiente producción.

Para evitar que los operadores pierdan tiempo al desplazarse en búsqueda de las diferentes herramientas para la instalación de moldes, se recomienda la compra de un carro de herramientas para que se organice con divisiones y etiquetas de ubicación cada uno de los materiales utilizados, de esta manera se evitará que estos estén dispersos y se deba buscarlos al momento de la instalación de las máquinas; el tiempo ganado con esta actividad será de 10 minutos.

La Figura 18 muestra la disposición actual de las herramientas necesarias para la preparación de máquinas, al estar sueltas y no tener un lugar apropiado, provoca la pérdida de tiempo en su búsqueda el momento iniciar las actividades de instalación de moldes.



Figura 18: Organización actual de herramientas para preparación de máquinas, empresa Plásticos ABC

También se propone cambiar el tablón para levantar y desplazar el molde dentro de la sopladora por una transportadora de rodillos móvil con anclajes, minimizando el esfuerzo de los trabajadores y el tiempo de esta actividad a 2 minutos.

El tiempo optimizado en la instalación de moldes es de 28 minutos para la sopladora #5 y 22 minutos con seis segundos para la sopladora #6, permitiendo una variación de la capacidad nominal (CN) y el tiempo real trabajado (TRT) del soplado, que al ser el cuello de botella del proceso, influye en el cálculo de todos los elementos de la producción para obtener un incremento de la productividad; en la Tabla 42 se detalla la optimización de los tiempos que se obtiene con la disminución del tiempo preparación de máquinas.

Tabla 42***Capacidad nominal y tiempo real trabajado del cuello de botella propuesta 2***

Presentación	Tiempo actual		Mejora de tiempo propuesta 2	
	CN (Horas)	TRT (Horas)	CN (Horas)	TRT (Horas)
Botellas de 180g	53,52	52,52	53,03	52,03
Botellas de 1000g	66,74	63,74	66,36	63,36
Botellas de 1750g	46,80	44,80	46,43	44,43

El tiempo optimizado en la preparación de máquinas e instalación de moldes aportó para obtener una nueva productividad del cuello de botella, la cual se presenta en la Tabla 43 para las diferentes presentaciones.

Tabla 43***Productividad del cuello de botella actual vs mejorada***

Presentación	Puesto de trabajo	Productividad actual			Productividad mejorada			Incremento %
		%U	%E	%P	%U	%E	%P	
Botellas de 180 g	Soplado	98,1%	87,5%	85,9%	98,1%	88,3%	86,7%	0,8%
Botellas de 1.000 g	Soplado	95,5%	96,3%	92,0%	5,5%	96,9%	92,5%	0,5%
Botellas de 1.750 g	Soplado	95,7%	94,9%	90,8%	95,7%	95,7%	91,5%	0,7%

La Tabla 43, muestra un ligero incremento de la productividad, menos del 1% en el soplado o el tiempo de cuello de botella de las diferentes presentaciones, al disminuir el tiempo en el cambio de moldes y preparación de máquinas, como se observa, en esta segunda propuesta el porcentaje de utilización se mantiene, mientras que el porcentaje de eficiencia incrementa, lo que demuestra que al mejorar las condiciones para que los operarios puedan desarrollar sus actividades, se obtiene mejores resultados en su desempeño.

El resultado obtenido, también aporta a la mejora del tiempo real (TR) del cuello de botella, con el cual se puede obtener un nuevo costo real y margen de contribución unitario en la elaboración de las botellas plásticas.

A continuación, en la Tabla 44 se compara el tiempo real actual con el mejorado en este escenario, que pesar de no ser un cambio significativo, se logra obtener mejores resultados, al igual que en el escenario 1, el tiempo estándar se mantiene ya que depende del tiempo programado en las máquinas.

Tabla 44

Tiempo real mejorado de cuello de botella

Presentación	TS (horas)	TR Actual (horas)	TR Mejorado (horas)
Botellas de 180g	0,00076	0,00089	0,00088
Botellas de 1000g	0,0024	0,0026	0,00255
Botellas de 1750g	0,0028	0,0031	0,0030

Con el nuevo tiempo real (TR) que muestra la Tabla 44, se obtuvo un mejor resultado en el cálculo del costo real de producción, disminuyendo los costos de la mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF), el costo de la materia prima directa (MPD) continua siendo el mismo pues no se realizó cambios en estos rubros; en la Tabla 45 se observa las cifras obtenidas.

Tabla 45

Propuesta 2. Costo real por unidad, actual vs mejorado

Presentación		Costo variable Actual		Costo variable mejorado	
		Costo real	Variación	Costo real	Variación
Botellas de 180 g	MPD	\$ 0,023	\$ 0,0003	\$ 0,023	\$ 0,0003
	MOD	\$ 0,0124	\$ 0,002	\$ 0,0123	\$ 0,002
	CIF	\$ 0,00054	\$ 0,00008	\$ 0,00053	\$ 0,00007
	TOTAL	\$ 0,0364	\$ 0,0021	\$ 0,0363	\$ 0,0020
Botellas de 1.000 g	MPD	\$ 0,08	\$ 0,0002	\$ 0,08	\$ 0,0002
	MOD	\$ 0,042	\$ 0,003	\$ 0,041	\$ 0,003
	CIF	\$ 0,0015	\$ 0,0001	\$ 0,0015	\$ 0,0001
	TOTAL	\$ 0,120	\$ 0,004	\$ 0,119	\$ 0,003
Botellas de 1.750 g	MPD	\$ 0,12	\$ 0,0003	\$ 0,12	\$ 0,0003
	MOD	\$ 0,050	\$ 0,005	\$ 0,049	\$ 0,004
	CIF	\$ 0,0018	\$ 0,0002	\$ 0,0018	\$ 0,0001
	TOTAL	\$ 0,168	\$ 0,005	\$ 0,167	\$ 0,0046

En base al nuevo costo real de producción que muestra la Tabla 45, se realizó el nuevo cálculo del margen de contribución por botella y por hora, cuya variación de ganancia se muestra en la Tabla 46, demostrando que el tiempo disminuido en la instalación de moldes y preparación de máquinas, contribuye a mejorar los tiempos de producción y las ganancias para la empresa.

Tabla 46

Margen de contribución por unidad y por hora, actual vs mejorado, propuesta 2

Presentación	Información	Margen de Contribución actual	Margen de Contribución mejorado	Variación
Botellas de 180 g	PVU	\$ 0,06	\$ 0,06	
	MCU	\$ 0,025	\$ 0,0252	\$ 0,0001
	MCH	\$ 28,25	\$ 28,64	\$ 0,39
Botellas de 1.000 g	PVU	\$ 0,17	\$ 0,17	
	MCU	\$ 0,048	\$ 0,0483	\$ 0,0002
	MCH	\$ 18,75	\$ 18,94	\$ 0,19
Botellas de 1.750 g	PVU	\$ 0,21	\$ 0,21	
	MCU	\$ 0,040	\$ 0,041	\$ 0,001
	MCH	\$ 13,18	\$ 13,42	\$ 0,24

En la Tabla 46 se observa que el margen de contribución en la elaboración de las botellas plásticas, incrementa en centavos con respecto al actual, sin embargo queda demostrado que una pequeña mejora puede contribuir a la rentabilidad de la empresa, generando en este caso un ahorro de \$0,39 centavos de dólar por hora de producción para las botellas de 180g, \$0,19 centavos de dólar para la presentación de 1.000g y \$0,24 centavos de dólar en las botellas de 1.750g.

En la Tabla 47 se detalla una comparación del nuevo costo real obtenido comparado con el actual, para el posterior cálculo de la utilidad neta que arrojaría la mejora de la productividad en base a la implementación de la presente propuesta.

Tabla 47***Costo Real actual y mejorado con la propuesta 2***

Presentación	Unidades	PVU	Costo actual	Costo mejorado
Botellas de 180 g	60160	\$0,06	\$ 0,0364	\$ 0,0363
Botellas de 1.000 g	26010	\$0,17	\$ 0,120	\$ 0,119
Botellas de 1.750 g	15300	\$0,21	\$ 0,168	\$ 0,167

En base a la información obtenida, se realizó el nuevo estado de resultados para comparar la ganancia que se puede incrementar para la empresa, los datos utilizados para esto, como los costos fijos, fueron calculados anteriormente en la propuesta 1; la Tabla 48 detalla el nuevo estado de resultados obtenido.

Tabla 48***Estado de resultados obtenido con la propuesta 2***

Presentación	Botellas de 180 g	Botellas de 1.000 g	Botellas de 1.750 g
Ventas (unidades producidas x PVU)	\$ 3.700,44	\$ 4.360,94	\$ 3.182,55
Costos (unidades producidas x costo)	\$ 2.181,49	\$ 3.103,23	\$ 2.559,56
Utilidad bruta	\$ 1.518,95	\$ 1.257,71	\$ 622,99
Gastos	\$ 667,51	\$ 667,51	\$ 667,51
Utilidad neta	\$ 851,45	\$ 590,21	\$ -44,52
Variación (unidades producidas x costo de variación)	\$ 121,59	\$ 88,1	\$ 70,64

Para tener una adecuada apreciación del incremento de la utilidad neta obtenida en esta propuesta 2, se presenta en la Tabla 49 el resumen de todos los elementos que intervienen en este nuevo cálculo de la productividad, de esta manera se puede hacer una comparación de la situación actual vs la mejorada.

Tabla 49*Comparación de la situación actual vs situación mejorada propuesta 2.*

Presentación	Variable	Situación Actual	Situación Mejorada	Mejora
Botellas de 180 g	Capacidad nominal	53,52	53,0	0,49
	Productividad	85,9%	86,7%	0,8%
	Tiempo real (TR)	0,00089	0,00088	0,00001
	Costo variable	\$ 0,0364	\$ 0,0363	\$ 0,0001
	MCU	\$ 0,0251	\$ 0,0252	\$ 0,0001
	MCH	\$ 28,25	\$ 28,64	\$ 0,39
	Utilidad neta	\$ 844,38	\$ 851,45	\$ 7,07
	Variación	\$ 128,65	\$ 121,59	
Botellas de 1.000g	Capacidad nominal	66,74	66,36	0,38
	Productividad	92,0%	92,5%	0,5%
	Tiempo real (TR)	0,00257	0,00255	0,00001
	Costo variable	\$ 0,120	\$ 0,119	\$ 0,0002
	MCU	\$0,0481	\$ 0,0484	\$ 0,0002
	MCH	\$ 18,75	\$ 18,95	\$ 0,21
	Utilidad neta	\$ 583,75	\$ 590,21	\$ 6,46
	Variación	\$ 94,61	\$ 88,15	
Botellas de 1.750g	Capacidad nominal	46,80	46,43	0,37
	Productividad	90,8%	91,5%	0,7%
	Tiempo real (TR)	0,00306	0,00303	0,00002
	Costo variable	\$ 0,1677	\$ 0,1673	\$ 0,0004
	MCU	\$ 0,0403	\$ 0,0407	\$ 0,0004
	MCH	\$ 13,18	\$ 13,42	\$ 0,24
	Utilidad neta	\$ -50,69	\$ -44,52	\$ 6,17
	Variación	\$ 76,81	\$ 70,64	

Como se aprecia, en la comparación que se realiza en la Tabla 49 de la productividad obtenida con respecto a la actual, el porcentaje de incremento es mínimo en las tres presentaciones, sin embargo, se obtiene de igual manera buenos resultados, la Figura 19, representa gráficamente la variación de la productividad con la propuesta 2.

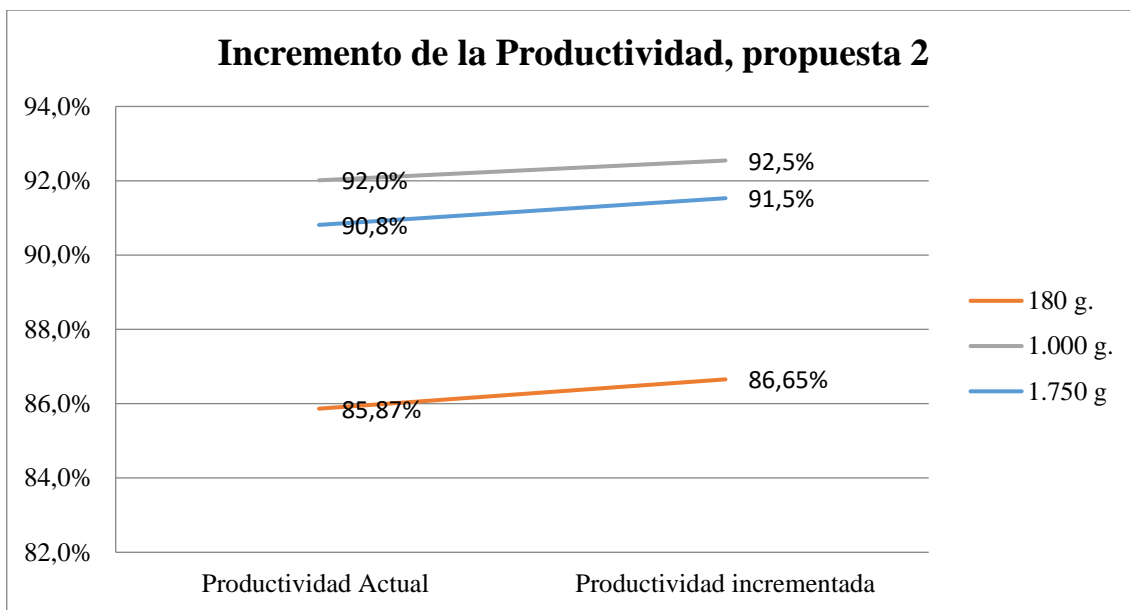


Figura 19: Variación de la productividad, propuesta 2

De igual manera se puede observar gráficamente la disminución del costo real de producción e incremento del margen de contribución unitario en la Figura 20, para su mejor apreciación.

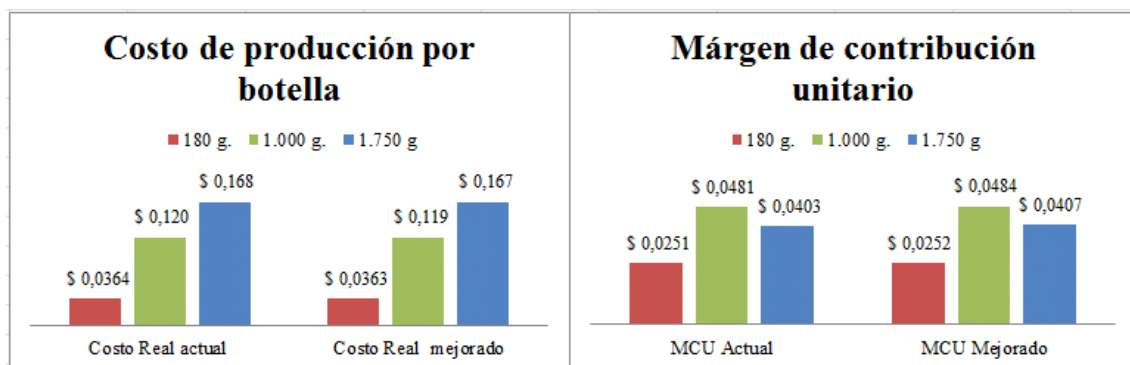


Figura 20: Reducción del costo de producción e incremento de MCU, propuesta 2

En esta propuesta, se plantea la adquisición de un carro de herramientas y una cama de rodillos que tienen un costo de \$199 dólares con el proveedor Hersol y \$450 dólares con el proveedor Proidserv respectivamente, que faciliten la organización de los instrumentos necesarios para el cambio de moldes y preparación de máquinas; para saber si la inversión puede ser recuperada con la utilidad neta generada, se realizó en la Tabla 50, la comparación de la utilidad neta actual y la incrementada, en base a esa información, se hizo un análisis de costo – beneficio.

Tabla 50***Comparación Utilidad actual vs utilidad mejorada***

Presentación	Utilidad actual	Utilidad mejorada
Botellas de 180 g	\$ 844,38	\$ 851,45
Botellas de 1.000 g	\$ 583,75	\$ 590,21
Botellas de 1.750 g	\$ -50,69	\$ -44,52
Total lote	\$ 1.377,44	\$ 1.397,13

La utilidad total del lote incrementaría en \$19,69 dólares por semana de producción, \$78,78 dólares mensuales y una ganancia anual de \$945,34 dólares, valor con el cual la empresa puede cubrir parte de la inversión realizada para mejorar el proceso de instalación de máquinas, como se observa en la Tabla 51.

Tabla 51***Recuperación de la inversión***

Descripción	Rubro
Ganancia anual	\$ 945,34
Costo de inversión	\$ 1.296,61
Costo mensualizado	\$ 108,05

Se observa en la Tabla 51 que la ganancia obtenida con los cambios realizados no alcanza a cubrir el costo total de la inversión en un año, pero considerando que este es un valor que la empresa no toma en cuenta en su utilidad actual, los \$ 351,27 dólares que faltarían cubrir, se obtendrían de la utilidad neta que la empresa percibe por semana de producción de este lote.

Aunque en esta propuesta tanto el incremento de la productividad como el margen de contribución unitario son mínimos, la implementación planteada es necesaria para mejorar el ambiente de trabajo de los operarios y disminuir el esfuerzo que realizan al instalar los moldes de producción, de igual manera el tiempo reducido con las actividades planteadas, permiten a la empresa ir creando nuevas soluciones hasta alcanzar el mínimo tiempo para la preparación de las máquinas.

Se considera que implementar solo esta propuesta, no generaría mayores resultados a la productividad de la empresa, sin embargo, combinada con la propuesta uno, aportaría a una mayor optimización de los tiempos del cuello de botella en las diferentes presentaciones, aumentado aún más los beneficios obtenidos, por lo que es conveniente unir las dos propuestas planteadas en una tercera, para un nuevo cálculo de la productividad en el proceso estudiado y comprar los resultados obtenidos.

3.3.3 Propuesta 3. Incremento de la productividad con la combinación de las dos propuestas planteadas.

Comparando los resultados de los dos escenarios propuestos anteriormente, se observa que al combinar las dos propuestas, la empresa se vería ampliamente beneficiada, obteniendo mayores resultados al combatir todos los problemas identificados.

El tiempo mejorado en la instalación de moldes y preparación de máquinas, sumado a los de la primera propuesta, reduce significativamente la capacidad nominal (CN) y tiempo real trabajado (TRT) del soplado, que es el cuello de botella en las tres presentaciones, este resultado se observa en la Tabla 52, donde se indica la mejora obtenida con la implementación de las dos propuestas, incidiendo positivamente en el nuevo cálculo de la productividad, el tiempo real (TR) y la variación del costo total de cada botella, para los demás puestos de trabajo, se mantiene la productividad mejorada en la propuesta uno.

Tabla 52

Capacidad Nominal (CN) y tiempo real trabajado (TRT) del soplado

Presentación	Tiempo actual		Tiempo propuesta 1		Tiempo propuestas combinadas	
	CN (Horas)	TRT (Horas)	CN (Horas)	TRT (Horas)	CN (Horas)	TRT (Horas)
Botellas de 180g	53,52	52,52	50,96	49,96	50,49	49,49
Botellas de 1000g	66,74	63,74	63,49	62,99	63,12	62,62
Botellas de 1750g	46,80	44,80	44,50	44,50	44,13	44,13

Con el nuevo tiempo de la Tabla 52, se observa una mejora de hasta tres horas y media en el tiempo del soplado de las tres presentaciones con respecto al tiempo actual; este tiempo de producción recuperado es favorable pues, aporta a la disminución del tiempo del cuello de botella de la producción, resultando así un mayor incremento de la productividad actual del proceso, mismo que se refleja en la Tabla 53, la productividad de los puestos de trabajo de termoencogido y empaque, son los mejorados en la propuesta uno.

Tabla 53

Cálculo de la productividad con la combinación de las dos propuestas

Presentación	Puesto de trabajo	Productividad actual			Productividad mejorada		
		%U	%E	%P	%U	%E	%P
Botellas de 180 g	Soplado	98,1%	87,5%	85,9%	98,0%	92,9%	91,0%
	Termoencogido	91,0%	82,2%	74,8%	90,8%	86,9%	78,9%
	Conteo y empaque	86,8%	85,4%	74,1%	87,8%	89,0%	78,2%
Botellas de 1.000 g	Soplado	95,5%	96,3%	92,0%	99,2%	98,1%	97,3%
	Termoencogido	85,5%	100%	85,2%	94,3%	95,2%	89,8%
	Conteo y empaque	87,1%	90,6%	78,9%	92,2%	90,1%	83,1%
Botellas de 1.500 g	Soplado	95,7%	94,9%	90,8%	100%	96,3%	96,3%
	Termoencogido	91,4%	87,6%	80,0%	96,4%	83,6%	80,6%
	Conteo y empaque	93,6%	71,4%	66,8%	94,2%	71,4%	67,3%

La productividad obtenida de la combinación de las dos propuestas, arroja un incremento en promedio de hasta 5,5 puntos porcentuales, en el cuello de botella de las diferentes presentaciones, esto es favorable pues al obtener ese resultado, automáticamente se refleja la mejora de los demás elementos de producción que intervienen en el presente método; se observa también que la productividad en los puestos de trabajo de termoencogido, conteo y empaque a pesar de tener un incremento significativo, se mantienen prácticamente bajos, sin embargo la implementación de las propuestas planteadas, contribuye a que el proceso mejore en su totalidad.

La nueva productividad de la Tabla 53 arrojo un mejor tiempo real, que ayudó a la disminución del costo de producción de las diferentes presentaciones y al incremento del margen de contribución unitario (MCU) y margen de contribución horario (MCO),

con esta nueva información se puede realizar el nuevo estado de resultados para comparar la utilidad neta ganada con la combinación de las dos propuestas planteadas; para elaborar el estado de resultados, se requiere la información resumida en la Tabla 54 a continuación, donde se refleja el costo de producción actual y el mejorado.

Tabla 54

Costo Real actual y mejorado propuesta 3

Presentación	Unidades	PVU	Costo actual	Costo mejorado
Botellas de 180 g	60160	\$0,06	\$ 0,0364	\$ 0,0356
Botellas de 1.000 g	26010	\$0,17	\$ 0,120	\$ 0,117
Botellas de 1.750 g	15300	\$0,21	\$ 0,168	\$ 0,165

La Tabla 55 presenta el nuevo estado de resultados obtenido de la fabricación de las botellas plásticas, reflejando una mejor utilidad neta que la empresa podría generar si se implementara mejores métodos de producción basados en la correcta utilización del tiempo y usando herramientas adecuadas para mejorar la calidad de todo el proceso de producción.

Tabla 55

Estado de resultados obtenido con la combinación de las dos propuestas

Presentación	Botellas de 180 g	Botellas de 1.000 g	Botellas de 1.750 g
Ventas (unidades producidas x PVU)	\$ 3.700,44	\$ 4.360,94	\$ 3.182,55
Costos (unidades producidas x costo)	\$ 2.144,59	\$ 3.048,76	\$ 2.520,87
Utilidad bruta	\$ 1.555,85	\$ 1.312,18	\$ 661,68
Gastos	\$ 667,51	\$ 667,51	\$ 667,51
Utilidad neta	\$ 888,35	\$ 644,67	\$ -5,83
Variación (unidades producidas x costo de variación)	\$ 84,69	\$ 33,7	\$ 31,95

Con la nueva productividad, la utilidad neta generada por este producto aumentó, logrando de esta manera una mejor rentabilidad de la empresa, se puede observar que la presentación de 1.750g continua generando pérdida, sin embargo esta es mucho menor que la que se da en el estado de resultados actual pasando de \$50,69 dólares a \$5,83

dólares; en cuanto a las presentaciones de 180g y de 1.000g la utilidad neta aumentó, mientras que la variación disminuyó casi al doble para las tres presentaciones.

Basado en el tiempo mejorado del cuello de botella o el soplado de la Tabla 52, se realizó una comparación del incremento de la nueva productividad obtenida en esta tercera propuesta, con respecto a la actual, verificando nuevos resultados en el tiempo real (TR), los cuales contribuyen a la disminución del costo variable e incremento del margen de contribución unitario y horario, obteniendo así una mayor utilidad en la producción de las botellas plásticas, información que se observa en la Tabla 56.

Tabla 56

Comparación de la situación actual vs combinación de las dos propuestas

Presentación	Variable	Situación Actual	Situación Mejorada	Mejora
Botellas de 180 g	Capacidad nominal	53,52	50,49	3,03
	Productividad	85,9%	91,0%	5,2%
	Tiempo real (TR)	0,00089	0,00084	0,00005
	Costo variable	\$ 0,0364	\$ 0,0356	\$ 0,0007
	MCU	\$ 0,0251	\$ 0,0259	\$ 0,0007
	MCH	\$ 28,25	\$ 30,82	\$ 2,57
	Utilidad neta	\$ 844,38	\$ 888,35	\$ 43,97
	Variación	\$ 128,65	\$ 84,69	\$ 43,97
Botellas de 1.000g	Capacidad nominal	66,74	63,12	3,62
	Productividad	92,0%	97,3%	5,3%
	Tiempo real (TR)	0,00257	0,00243	0,00014
	Costo variable	\$ 0,120	\$ 0,117	\$ 0,0023
	MCU	\$0,0481	\$ 0,0504	\$ 0,0023
	MCH	\$ 18,75	\$ 20,79	\$ 2,04
	Utilidad neta	\$ 583,75	\$ 644,67	\$ 60,92
	Variación	\$ 94,61	\$ 33,68	\$ 60,92
Botellas de 1.750g	Capacidad nominal	46,80	44,13	2,67
	Productividad	90,8%	96,3%	5,5%
	Tiempo real (TR)	0,00306	0,00288	0,00017
	Costo variable	\$ 0,1677	\$ 0,1648	\$ 0,0029
	MCU	\$ 0,0403	\$ 0,0432	\$ 0,0029
	MCH	\$ 13,18	\$ 14,99	\$ 1,81
	Utilidad Neta	\$ -50,69	\$ -5,83	\$ 44,86
	Variación	\$ 76,81	\$ 31,95	\$ 44,86

La información detallada anteriormente confirma que al optimizar el tiempo de producción en base a la implementación de las dos propuestas planteadas, la productividad se ve ampliamente beneficiada, como se muestra en la Figura 21, se logró un incremento del 5,2 puntos porcentuales en la presentación de los envases de 180g, 5,3 puntos en la producción de las botellas de 1.000g y 5,5 puntos porcentuales en los envases de 1.750g.

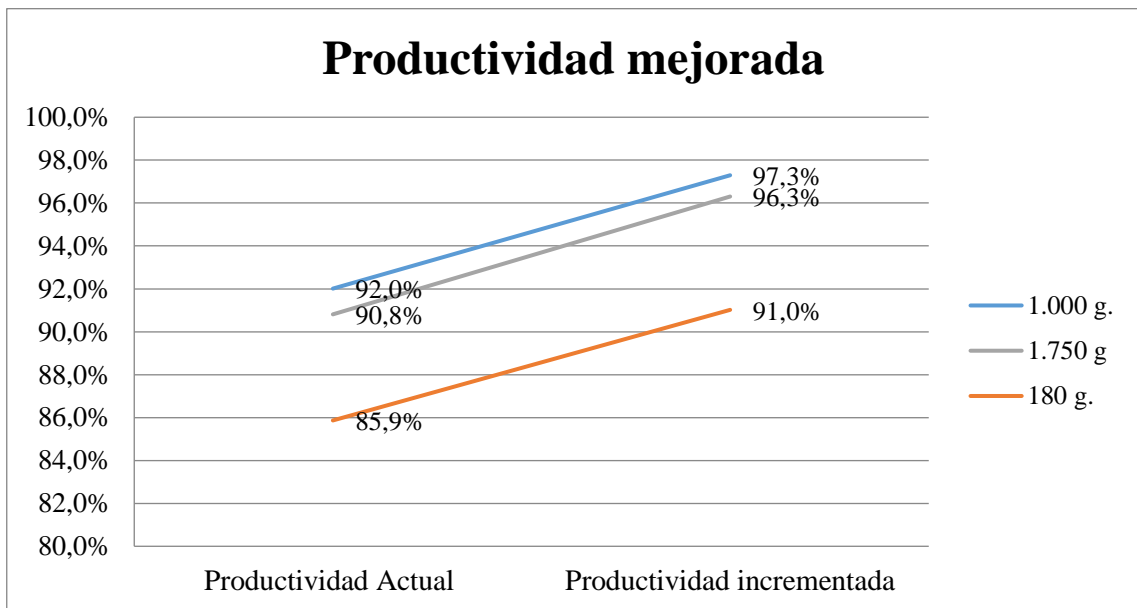


Figura 21: Variación del porcentaje de productividad propuesta 3

Con la nueva productividad el costo de producción por botella disminuyó y el margen de contribución por unidad y por hora incrementó favorablemente para la empresa, como se muestra en la Figura 22, cuyos beneficios se vieron reflejados con el aumento de la utilidad en la producción de este lote.

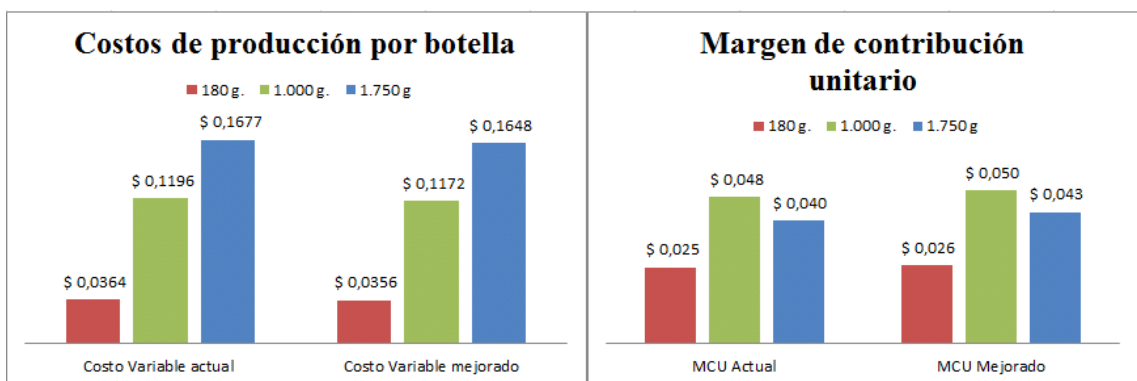


Figura 22: Reducción del costo de producción e incremento del MCU

Con los resultados obtenidos de la nueva productividad, se observa que el costo real de los diferentes elementos de la producción, disminuye considerablemente, aumentando el margen de contribución en la producción de las botellas, generando una utilidad \$43,97 dólares en las presentaciones de 180g; \$60,92 en las botellas de 1.000g y \$44,86 dólares en los envases de 1.750g como se indica en la Tabla 56.

Lo expuesto anteriormente, demuestra que el uso de tiempos estándar en el proceso de fabricación de las botellas, permite planificar adecuadamente la producción y tener un mayor control del tiempo para cumplir oportunamente con las entregas al cliente; la fabricación de este lote pudo tomar menos tiempo del que tomó y se pudo evitar retrasos en su entrega con la adecuada planificación y utilización de los tiempos de ciclo; la Tabla 57 indica los días y horas en que se debió fabricar las botellas.

Tabla 57

Tiempos de producción mejorados

Presentación	Puesto de trabajo	Unidades	Tiempo Actual		Tiempo mejorado	
			Horas	Días	Horas	Días
Botellas de 180 g	Soplado	60.160	53,5	2,23	50,49	2,10
	Termoencogido		48,5	2,02	45,96	1,92
	Conteo y empaque		48,5	2,02	45,96	1,92
Botellas de 1.000 g	Soplado	26.010	66,74	2,78	63,12	2,63
	Termoencogido		64,75	2,70	61,49	2,56
	Conteo y empaque		64,75	2,70	61,49	2,56
Botellas de 1.750 g	Soplado	15.300	46,80	1,95	44,13	1,84
	Termoencogido		42,80	1,78	42,50	1,77
	Conteo y empaque		42,80	1,78	42,50	1,77

Con el tiempo optimizado que muestra la Tabla 57, el número de unidades producidas se pudo fabricar en menos tiempo, pudiendo disponer de esas horas para la fabricación de otro producto, o producir más unidades, 63.486 en el caso de las botellas de 180g; 27.389 unidades de botellas de 1.000g y 15.408 botellas de 1.750g.

En esta tercera propuesta, que es la combinación de las dos primeras, se debe contemplar la recuperación de la inversión que la empresa realizaría para la disminución del tiempo de preparación de máquinas, por lo que a continuación se realiza un análisis de costo – beneficio obtenido con el incremento de la productividad de este escenario; la Tabla 58 muestra la utilidad total actual y mejorada del lote con las optimizaciones planteadas.

Tabla 58

Comparación Utilidad actual vs utilidad mejorada

Presentación	Utilidad actual	Utilidad mejorada
botellas de 180 g	\$ 844,38	\$ 888,35
botellas de 1.000 g	\$ 583,75	\$ 644,67
botellas de 1.750 g	\$ -50,69	\$ -5,83)
Total lote	\$ 1.377,44	\$ 1.527,19

La utilidad total del lote incrementaría en \$149,75 dólares por semana de producción, teniendo una ganancia mensual de \$599,01 dólares y anual de \$7.188,08 dólares al año, El incremento de la productividad también influye en la variación obtenida, pues el valor que la empresa está dejando de ganar por los tiempos desperdiciados y el mal aprovechamiento de los recursos disponibles, se reduce considerablemente en cada una de las presentaciones, disminuyendo así de \$300,06 dólares a \$150,34 dólares, logrando optimizar la variación en un 50%.

El margen de ganancia obtenido con la nueva productividad, contribuye a cubrir el gasto de la inversión para la adquisición del carro de herramientas y la elaboración de una cama de rodillos para mejorar el proceso de instalación de moldes y preparación de máquinas, como se muestra en la Tabla 59.

Tabla 59

Recuperación de la inversión

Descripción	Rubro
Ganancia anual	\$ 7.188,08
Costo de inversión	\$ 1.296,61
Costo mensualizado	\$ 108,05

La inversión que la empresa debe realizar para la implementación de las propuestas planteadas, es recuperable fácilmente con la utilidad generada en este nuevo escenario, de esta manera, con lo expuesto en este caso de estudio se puede decir que la optimización del tiempo de producción de los envases plástico, combinando tanto las propuestas para eliminar los tiempos de perdidos, como la propuesta para disminuir el tiempo de preparación de máquinas, traen consecuencias favorable para la empresa, lo que conlleva a aumentar su rentabilidad y la calidad de sus procesos productivos.

Como se puede observar el adecuado aprovechamiento de los recursos disponibles para la producción y la eliminación de los tiempos muertos durante el proceso de fabricación, conllevan a obtener un mejor resultado de la productividad, en el caso de la empresa Plásticos ABC, el crear una adecuada administración y control de los recursos utilizados para producir, es suficiente para incrementar el índice de productividad, sin incurrir en una gran inversión para implementar las mejoras propuestas.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El subsector de caucho y plástico en el Ecuador tiene una gran participación en la industria manufacturera, pues al ser un material dócil para tomar cualquier forma y barato para su fabricación, es requerido en las diferentes industrias de producción, constituyendo un aporte a la economía del país al generar fuentes de empleo y rentabilidad para las empresas; sin embargo el sector se ve afectado al no existir políticas claras en cuanto al problema ambiental que genera la utilización de los plásticos de un solo uso, pues los gobiernos seccionales buscan crear estatutos para prohibir la compra de estos productos, sin llegar a convenios con las empresas, esta situación puede vulnerar la economía del sector; en cuanto a la inversión en tecnología para crear productos amigables con el medio ambiente, es una iniciativa que solo queda para las grandes empresas que cuentan con el capital para invertir, pues se requiere cambiar de máquinas y materia prima, por lo que las pequeñas y medianas empresas quedan al margen, pues no están en condiciones para cubrir las adecuaciones requeridas.
- A pesar de que el gobierno ha creado planes de desarrollo para activar la matriz productiva del país, en los cuales se incluyen proyectos de inversión, creación de institutos de capacitación en tecnología y apoyo para las pequeñas y medianas empresas, todavía no se ha visto reflejado en la práctica y las empresas que producen plásticos continúan importando la maquinaria y tecnología que no existe en el país para mantener sus fábricas.
- El método de utilización – eficiencia usado para medir la productividad en la elaboración de los envases plásticos para alimentos, demostró que la administración adecuada de los tiempos durante la producción, favorece al incremento de la productividad, confirmando que el tiempo es el principal recurso que la empresa debe controlar para generar una mayor utilidad y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en el desarrollo del proceso.

- A pesar de que la productividad actual de cada uno de los puestos de trabajo del proceso de elaboración de botellas está entre el 67% y 92%, se detectó muchos factores que no permiten un adecuado desarrollo de la producción, afectando los tiempos de entrega del producto al cliente y en consecuencia la imagen de la empresa; uno de estos factores negativos es la falta de una adecuada planificación de fabricación y control de sus tiempos, así como también la pérdida de tiempo por inactividad parcial de las máquinas o retraso del personal operativo; para lo cual se planteó propuestas que eliminen estos factores para obtener los resultados actuales en la mejora de la productividad del proceso.
- El incremento de la productividad en una empresa debe contemplar la optimización de todos los recursos que intervienen en el proceso, como es el recurso humano, los equipos, máquinas, materias primas; pues al crear un ambiente favorable que mantenga motivados a los trabajadores y el aprovechamiento al máximo del tiempo de producción y los recursos disponibles, da como resultado productos de calidad, haciendo que la empresa tenga las condiciones para competir con el mercado, satisfaciendo lo requerido por el cliente; es mucho mejor cuando la inversión que se debe realizar para alcanzar una mayor productividad es mínima, como las propuestas planteadas en el presente trabajo, que se basan en actividades que no requieren de una gran inversión, sino más bien de la voluntad y el compromiso de todo el personal para tomar acciones basados en la mejora de la calidad, utilizando herramientas que faciliten el trabajo y garanticen resultados en los cuales todos se vean beneficiados.
- De las tres propuestas planteadas, se concluye que a la empresa le conviene la combinación de las dos primeras, pues se obtuvo mejores resultados al incrementar la productividad en un promedio de 5,3 puntos en cada uno de los puestos de trabajo, como se observa la disminución del tiempo en cualquier proceso productivo, sin afectar el producto obtenido, optimiza los recursos, disminuyendo los costos de producción y su variación, aumentando la utilidad neta de este lote de producción.

- Para la propuesta de disminución de los tiempos en la preparación de máquinas e instalación de moldes, se utilizó la metodología SMED para manufactura ágil, aunque es posible para la empresa automatizar el proceso para reducir tiempos, esta herramienta provee de técnicas que no requieren de mayor inversión para ver resultados, como en este caso la compra de un carro móvil de materiales y una cama móvil de rodillos para el desplazamiento de los moldes dentro de la sopladora, demostrando así que muchas veces se requiere cambiar el método de trabajo, más que invertir en costosa tecnología para minimizar los tiempos de preparación de máquinas.

4.2 Recomendaciones

- El incremento de la productividad que se observó en la elaboración de los envases plásticos para alimentos, trajo consigo un aumento de la utilidad en esta línea de producción, por lo que se recomienda realizar la medición de la productividad en los demás procesos productivos de la empresa, para que de esta manera se busquen métodos de mejora e implementación de cambios que aporten a optimizar la rentabilidad en todos los procesos productivos de la empresa.
- Durante el cálculo de la productividad actual, se constató que la empresa requiere de una planificación estratégica donde se establezcan los objetivos institucionales y los planes de acción que se deben llevar a cabo desde la alta gerencia hasta la parte operativa, y de esta manera suscitar el compromiso de cada uno de sus empleados para implementar mejoras que garanticen la calidad del producto y la competitividad de la empresa en el mercado, así como un mejor ambiente de trabajo y por ende la creación de mayores beneficios, resultado del aumento de su rentabilidad.
- Durante el desarrollo del presente trabajo se observó que no hay un debido control de la materia prima a utilizarse en la producción, por lo que se recomienda que se nombre un encargado de bodega que lleve un conteo de los egresos de cada uno de los materiales a utilizarse según las órdenes de producción, en función de los requerimientos reales para optimizar el proceso productivo, de esta manera se

podrá minimizar a futuro el porcentaje de desperdicio de cada material, eliminándose así, las diferencias cuando se realizan inventarios.

- De igual manera se recomienda en base al método de las 5S de calidad utilizado para la reorganización de la bodega de moldes, ordenar la bodega de materia prima, creando espacios adecuados para el tránsito del personal y la disposición del material a una altura adecuada, siguiendo las normas de seguridad ocupacional, evitando de esta manera posibles accidentes, lográndose además, establecer un mayor y mejor control de la materia prima.

REFERENCIAS

1. Al-Darrab, I. A. (2002). Relationships between productivity, efficiency, utilization, and quality. *Work Study*, 49(3), 97–104. <https://doi.org/10.1108/00438020010318073>
2. Álvarez Pinilla, A. (2001). *La medición de la eficiencia y la productividad Economía y empresa*.
3. Andrade Xavier; Quinde, Leonard; Pisco, Iván; Asencio, M. (2018). Estudios sectoriales: Plásticos. Retrieved January 29, 2019, from https://issuu.com/industrias/docs/cig-estudio_sectorial_pl_sticos
4. Bain, D. (1985). *Productividad La solución a los problemas de la empresa* (McGRAW-HILL). Mexico D.F.: McGRAW-HILL. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/reader.action?docID=3192753&query=Productivity>
5. CFN. (2017). Ficha Sectorial: Fabricación de Productos Plásticos. Retrieved July 20, 2018, from <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/12/Ficha-Sectorial-Manufacturas-de-Plástico-dic-2017.pdf>
6. CFN. (2018). Ficha sectorial: Fabricación de Productos de Plástico. Retrieved April 19, 2019, from <https://www.cfn.fin.ec/bibliotecainfo/>
7. Chase, Richard; Jacobs, F.; Aquilano, N. (2005). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. (Mc Graw Hill, Ed.) (Décima edi). México, D.F.
8. Cruelles, J. A. (2013). *Productiidad Industrial Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua* (Primera ed). Barcelona: Marcombo, S.A.
9. Cueva, F. (2013). Modelos de Productividad: Descripción de seis modelos para las organizaciones. *Revista PUCE*, 96, 25–45.
10. Cuevas, C. (2010). *Contabilidad de costos enfoque gerencial y de gestión*. (Editorial Pearson, Ed.) (Tercera Ed). Mexico D.F.
11. De Parra, H. C. (2004). CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COSTOS: ANÁLISIS DE RELACIONES ENTRE ESTOS TRES CONCEPTOS. *FACE: Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 2(2), 46. <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2006.1923>

12. Deming, W. E. (1986). *Calidad, Productividad y Competitividad La salida de la Crisis* (1989th ed.). Madrid: Ediciones Diaz de Santos, S.A.
13. Dominguez, Jose; Alvarez, María; García, Santiago y Ruiz, A. (1995). *Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. (Mc-Graw Hill, Ed.). Madrid.
14. EKOS. (2018). Ecuador Productivo Un Proceso en Construcción. *Ekos*, 42–93.
15. Fombuena B, Vincent; Fenollar, Gimeno y Montañes, N. (2016). *Caracterización de materiales poliméricos. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia*. Retrieved from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/reader.action?docID=4721921&query=polimeros+termoestables+>
16. García C., A. (2011). *Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana industria* (2a ed.). Mexico D.F.: Trillas.
17. García, R. (1998). *Medición del trabajo*. (Mc Graw Hill, Ed.). Mexico D.F.
18. George, T. R. (1971). *Principios de Administración*. (Parson Educación, Ed.) (11 ed.). México. Retrieved from https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39419601/Principios_de_Administracion_Financiera__11va_Edicion_-_Lawrence_J._Gitman_-_FL.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1542564304&Signature=btSkYVdDuIK1jCNTSVNacv6SMK8%3D&response-content-d
19. Gutierrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividas* (Tercera Ed). Mexico D.F.: Mc Craw Hill.
20. Heizer, J; Render, B. (2007). *Dirección de la operación y de operaciones* (8a. ed.). Madrid: Pearson Education, S.A.
21. Heizer, J. y R. B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. (Pearson Educación, Ed.) (7ma Edició). Mexico D.F.
22. Herrera, Alberto; Martínez, Nelda & Villalobos, G. (2010). Medición de la productividad en México: aspectos metodológicos. Retrieved September 11, 2018, from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/reader.action?docID=3186915&query=medición+de+la+productividad>
23. INEC. (2011). *Censo Nacional Económico (CENEC) FASE II: Encuesta Exhaustiva 2011*. Quito. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Exhaustiva/Presentacion_Exhaustiva.pdf

24. INEC. (2014). *Información Ambiental en hogares*. Quito. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/sistema-integrado-de-estadisticas-ambientales-siea/>
25. Jácome, H & Sáenz, M. (2011). *Elaboración de artículos plásticos para el hogar. FLACSO - MIPRO*. Retrieved from <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/1ek76tttdig4y5etomjl ag3t7vqou89.pdf>
26. Jimenez, Jeannethe; Castro, Adrian y Brenes, C. (2009). *Productividad*. (El Cid Editor, Ed.). El Cid Editor. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/reader.action?docID=3181049&query=>
27. Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo. Métodos y movimientos en el lugar de trabajo* (4ed ed.). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
28. Koontz, H., & Weihrich, H. (2008). *Elementos de administración Un enfoque internacional*. (McGraw-Hill Interamericana, Ed.), *Animal Genetics* (7a.ed., Vol. 39). Mexico D.F.: 2007-01-01. Retrieved from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/detail.action?docID=4499040&query=Factores que afectan la productividad>
29. Lefcovich, M. L. (2009). *Gestión total de la productividad*. (El Cid Editor, Ed.). El Cid Editor. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/reader.action?docID=3182348>
30. MAE. Acuerdo Ministerial 19 (2014). Retrieved from www.lexis.com.ec
31. Maldonado, F. (2018). Producción de plásticos: Un pilar para el encadenamiento productivo. *Revista Ekos - Mar 2018*.
32. MCPEC, M. (2016). *Política Industrial del Ecuador*. Quito. Retrieved from <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/PresentacionPoliticaIndustrialOUTOKweb28-09-16.pdf>
33. Medina, J. (2010). *Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación*. *Revista EAN* (Vol. 69). Bogotá.
34. Medrano, Vicente; González, Vi. D. de L. V. (2017). *Mantenimiento Técnicas y Aplicaciones Industriales*. *Grupo Editorial Patria*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/reader.action?docID=5213557>

35. Monsalve, G. (2018). Planificación de operaciones de manufactura y servicios. Retrieved July 31, 2019, from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/pucesp/reader.action?docID=5758780&query=Planificaci%2525C3%2525B3n%252By%252Bcontrol%252Bde%252Bproducci%2525C3%2525B3n>
36. Moreno, J. (2008). *Constitución de la Compañía Plásticos ABC*. Quito.
37. Niebel, B. (2004). *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. (E. Alfaomega, Ed.) (11th ed.). México, D.F.
38. Nieto, N. del C. (2011). Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad. 24 de Marzo, 1. Retrieved from <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>
39. Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.)*. Ecoe Ediciones. Retrieved from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/reader.action?docID=4870547#>
40. Pardo A, J. M. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. (AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación, Ed.). Retrieved from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/reader.action?docID=3214182&query=simbología+para+levantar+procesos&ppg=8>
41. Pastrana, A. (2012). Contabilidad de costos.
42. Plásticos ABC. (2012). *Avance de Actividades Plásticos ABC*. Quito.
43. Plásticos ABC. (2015). *Zonificación áreas Plásticos ABC*. Quito.
44. Plásticos ABC. (2017). *Declaración del impuesto a la renta y presentación de estados financieros formulario único de sociedades y establecimientos permanentes*. Quito.
45. Plásticos ABC. (2018a). *Análisis Estratégico Plásticos ABC*. Quito.
46. Plásticos ABC. (2018b). *Lista de Clientes*. Quito.
47. Plásticos ABC. (2018c). *Máquinas y equipos de producción*. Quito.
48. Plásticos ABC. (2108). *Información Financiera*. Quito.
49. Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad Manual práctico*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

50. Prokopenko, J. (2009). Globalización, competitividad y estrategias de productividad. Retrieved September 8, 2018, from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/reader.action?docID=3184387&query=El+nuevo+escenario%3A+la+cultura+de+calidad+y+productividad+en+las+empresas>
51. PXS school of excellence. (2018). Lean Toolbox for manufacturing SMED. In *Lean Toolbox for manufacturing SMED* (pp. 270–302).
52. Revista EKOS. (2018). Ecuador requiere fomentar la inversión -. Retrieved July 18, 2018, from <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=10176>
53. Revista Líderes. (2018). La industria del plástico se mueve al ritmo de unas 600 empresas. *Revista Líderes*. Retrieved from <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-plastico-inversion-innovacion-ritmo.html>
54. Rueda, I. (2013). *Análisis de un Modelo para medir la Productividad basado en Utilización y Eficiencia*. Revista PUCE. Quito.
55. SRI. (2011). IMPUESTO REDIMIBLE a las Botellas Plásticas no Retornables. Retrieved April 20, 2019, from <https://www.industrias.gob.ec/impuesto-redimible-a-las-botellas-plasticas-no-retornables-pet/>
56. Supercias. (2017). *Estudios Sectoriales: Manufacturas*. Guayaquil. Retrieved from <http://portal.supercias.gob.ec/wps/wcm/connect/1a434eea-5924-47b7-a914-72b03c7004d4/Estudio+Sectorial+Manufacturas+Final.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=1a434eea-5924-47b7-a914-72b03c7004d4>
57. Vigilante, A. (2009). *Trabajo de campo: polímeros*. El Cid Editor. Retrieved from <https://ebookcentral-proquest-com.puce.idm.oclc.org/lib/pucesp/reader.action?docID=3180721&query=termoplásticos>

ANEXOS

Anexo 1: Toma de muestras para cálculo de tiempo estándar

Botellas de 180g.

Medición	Soplado			Termoencogido			Conteo y empaque		
	Tiempo	Ritmo	T x R	Tiempo	Ritmo	T x R	Tiempo	Ritmo	T x R
1	27,29	100%	27,29	35,38	100%	35,38	525	100%	525
2	9,91	100%	9,91	1,47	100%	1,47	554	100%	554
3	9,88	100%	9,88	1,68	100%	1,68	459	100%	459
4	10,03	100%	10,03	1,45	100%	1,45	441	100%	441
5	9,52	100%	9,52	1,62	100%	1,62	537	100%	537
6	10,44	100%	10,44	1,66	100%	1,66	420	100%	420
7	10,17	100%	10,17	2,94	100%	2,94	364	100%	364
8	9,95	100%	9,95	1,4	100%	1,4	360,7	100%	360,7
9	9,51	100%	9,51	1,19	100%	1,19	360	100%	360
10	10,57	100%	10,57	0,98	100%	0,98	420	100%	420
11	9,53	100%	9,53	1,75	100%	1,75	480,3	100%	480,3
12	9,53	100%	9,53	1,46	100%	1,46	600	100%	600
13	10,47	100%	10,47	1,83	100%	1,83	420	100%	420
14	9,91	100%	9,91	1,15	100%	1,15	528	100%	528
15	9,94	100%	9,94	1,32	100%	1,32	504	100%	504
16	10,15	100%	10,15	1,62	100%	1,62	518	100%	518
17	9,95	100%	9,95	1,95	100%	1,95	482	100%	482
18	9,84	100%	9,84	1,62	100%	1,62	451	100%	451
19	10,22	100%	10,22	3,01	100%	3,01	409	100%	409
20	9,81	100%	9,81	1,78	100%	1,78	436	100%	436
21	10,18	100%	10,18	2,39	100%	2,39	459	100%	459
22	10,09	100%	10,09	1,34	100%	1,34	480	100%	480
23	10,42	100%	10,42	1,62	100%	1,62	482	100%	482
24	10	100%	10	1,84	100%	1,84	441	100%	441
25	10,02	100%	10,02	1,13	100%	1,13	528	100%	528
26	10,22	100%	10,22	2,87	100%	2,87	451	100%	451
27	9,78	100%	9,78	1,46	100%	1,46	504	100%	504
28	9,89	100%	9,89	2,12	100%	2,12	554	100%	554
29	10,03	100%	10,03	2,43	100%	2,43	420	100%	420
30	9,78	100%	9,78	1,94	100%	1,94	459	100%	459
				1,26	100%	1,26			
				1,29	100%	1,29			
				2,31	100%	2,31			
				1,72	100%	1,72			
				1,96	100%	1,96			
				1,55	100%	1,55			

Botellas de 1.000g

Medición	Soplado			Termoencogido			Conteo y empaque		
	Tiempo	Ritmo	T x R	Tiempo	Ritmo	T x R	Tiempo	Ritmo	T x R
1	32,62	100%	32,62	45,68	100%	45,68	413	100%	413
2	16,04	100%	16,04	5	100%	5	330	100%	330
3	16,55	100%	16,55	4,47	100%	4,47	384	100%	384
4	16,02	100%	16,02	6,56	100%	6,56	384	100%	384
5	16,02	100%	16,02	5,11	100%	5,11	405	100%	405
6	16,63	100%	16,63	5,21	100%	5,21	412	100%	412
7	16,21	100%	16,21	7	100%	7	435	100%	435
8	16,34	100%	16,34	5,98	100%	5,98	438	100%	438
9	16,21	100%	16,21	5,78	100%	5,78	423	100%	423
10	16,17	100%	16,17	5,59	100%	5,59	519	100%	519
11	16,35	100%	16,35	5,52	100%	5,52	378	100%	378
12	16,56	100%	16,56	6,25	100%	6,25	533	100%	533
13	16,16	100%	16,16	6,51	100%	6,51	422	100%	422
14	16,14	100%	16,14	6,38	100%	6,38	339	100%	339
15	16,39	100%	16,39	4,67	100%	4,67	514	100%	514
16	16,4	100%	16,4	6,65	100%	6,65	365	100%	365
17	16,21	100%	16,21	5,2	100%	5,2	435	100%	435
18	16,37	100%	16,37	7,76	100%	7,76	420,7	100%	420,7
19	16,45	100%	16,45	6,73	100%	6,73	438	100%	438
20	16,04	100%	16,04	7,3	100%	7,3	505	100%	505
21	16,37	100%	16,37	6,43	100%	6,43	480,8	100%	480,8
22	16,1	100%	16,1	5,66	100%	5,66	420,6	100%	420,6
23	16,28	100%	16,28	6	100%	6	422	100%	422
24	16,21	100%	16,21	5,21	100%	5,21	420	100%	420
25	16,12	100%	16,12	6,52	100%	6,52	420	100%	420
26	16,49	100%	16,49	4,73	100%	4,73	435	100%	435
27	16,15	100%	16,15	7,94	100%	7,94	514	100%	514
28	16,56	100%	16,56	7,23	100%	7,23	413	100%	413
29	16,42	100%	16,42	7,98	100%	7,98	533	100%	533
30	16,28	100%	16,28	8	100%	8	438	100%	438

Botellas de 1.750 g

Medición	Soplado			Termoencogido			Conteo y empaque		
	Tiempo Seg	Ritmo	T x R	Tiempo Seg	Ritmo	T x R	Tiempo Seg	Ritmo	T x R
1	39,43	100%	39,43	41,65	100%	41,65	236	100%	236
2	19,8	100%	19,8	8	100%	8	219	100%	219
3	19,23	100%	19,23	6,7	100%	6,7	240	100%	240
4	20,09	100%	20,09	7,62	100%	7,62	230	100%	230
5	19,24	100%	19,24	7,8	100%	7,8	218	100%	218
6	19,76	100%	19,76	4,69	100%	4,69	240	100%	240
7	19,26	100%	19,26	5,12	100%	5,12	235	100%	235
8	19,67	100%	19,67	5,6	100%	5,6	267	100%	267
9	19,51	100%	19,51	6,81	100%	6,81	291	100%	291
10	19,26	100%	19,26	4,47	100%	4,47	279	100%	279
11	19,72	100%	19,72	7,17	100%	7,17	240	100%	240
12	19,2	100%	19,2	8,68	100%	8,68	224	100%	224
13	19,64	100%	19,64	6,45	100%	6,45	208	100%	208
14	19,56	100%	19,56	6,08	100%	6,08	193	100%	193
15	19,58	100%	19,58	6,47	100%	6,47	195	100%	195
16	19,55	100%	19,55	6,51	100%	6,51	240	100%	240
17	19,54	100%	19,54	6,63	100%	6,63	205	100%	205
18	19,66	100%	19,66	7,58	100%	7,58	207	100%	207
19	18	100%	18	5,58	100%	5,58	221	100%	221
20	20,92	100%	20,92	6,62	100%	6,62	225	100%	225
21	19,61	100%	19,61	6,9	100%	6,9	250	100%	250
22	19,53	100%	19,53	7,7	100%	7,7	270	100%	270
23	19,48	100%	19,48	4,99	100%	4,99	174	100%	174
24	19,54	100%	19,54	5,66	100%	5,66	231	100%	231
25	19,69	100%	19,69	5,83	100%	5,83	233	100%	233
26	19,48	100%	19,48	7,96	100%	7,96	223	100%	223
27	19,59	100%	19,59	7,86	100%	7,86	240	100%	240
28	19,8	100%	19,8	7,88	100%	7,88	251	100%	251
29	19,46	100%	19,46	7,36	100%	7,36	205	100%	205
30	19,25	100%	19,25	7,31	100%	7,31	175	100%	175

Anexo 2: Información para cálculo de mano de obra directa

Operario	SUELDO ANUAL	HORAS EXTRAS	XIII SUELDO	XIV SUELDO	APORTE IEES	FONDOS RESERVA	VACACIONES	TOTAL	Total mensualizado
1	4.632,0 0	2.504,4 6	829,9 6	386,0 0	867,08	594,4 7	297,35	10.111,3 2	842,61
2	1.672,6 7	1.739,8 0	284,3 7	160,8 3	414,62	-	142,19	4.414,48	735,75
3	4.632,0 0	4.668,1 5	775,0 1	386,0 0	1.129,9 7	774,7 0	387,51	12.753,3 4	1.062,78
4	1.672,6 7	1.543,0 3	267,9 7	160,8 3	390,71	-	133,99	4.169,20	694,87
5	1.158,0 0	1.594,2 2	229,3 5	96,50	334,39		114,68	3.527,14	881,78
6	4.632,0 0	5.169,8 7	816,8 2	386,0 0	1.190,9 3	816,5 0	408,41	13.420,5 3	1.118,38
7	4.632,0 0	4.951,5 1	798,6 3	386,0 0	1.164,4 0	798,3 1	399,31	13.130,1 5	1.094,18
8	1.672,6 7	1.543,0 3	267,9 7	160,8 3	390,71	-	133,99	4.169,20	694,87

Fuente: Plásticos ABC, 2108