

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EXTRUSIÓN SOPLADO  
PARA ENVASES PLÁSTICOS EN LA EMPRESA EMPAQPLAST Y SU  
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD.**

---

**Proyecto de grado previo a la obtención al título de Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Juan Gabriel Morales Segovia

**Tutor:**

Ing. MSc. Wilson Edmundo Chancusig Espín

Quito-Ecuador

2017

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de titulación sobre el tema: ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EXTRUSIÓN SOPLADO PARA ENVASES PLÁSTICOS EN LA EMPRESA EMPAQPLAST Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, presentado por el estudiante Juan Gabriel Morales Segovia, de la Universidad Tecnológica Indoamérica, considero que dicho informe de investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y evaluación respectiva por parte del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Superior designe.

Quito, marzo de 2017

TUTOR:

---

Ing. MSc. Wilson Edmundo Chancusig Espín

C.I: 0501400618

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 15 de marzo de 2017

AUTOR:

Juan Gabriel Morales Segovia  
CI: 1720191053

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Juan Gabriel Morales Segovia, declaro ser autor del Proyecto de Tesis “Análisis del proceso de producción de extrusión soplado para envases plásticos en la empresa Empaqplast y su incidencia en la productividad.”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de, Quito, a los 15 días del mes de marzo de 2017, firmo conforme:

Autor: Juan Morales

Firma

Número de Cédula: 1720191053

Dirección: Conocoto, calle Olmedo N3-60 y Bolívar

Correo Electrónico: juan\_85ms@hotmail.com

Teléfono: 2344251



## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EXTRUSIÓN SOPLADO PARA ENVASES PLÁSTICOS EN LA EMPRESA EMPAQPLAST Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”, del estudiante Juan Gabriel Morales Segovia, de la Facultad de Ingeniería Industrial

Quito,.....

### **EL TRIBUNAL**

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

VOCAL 1

---

VOCAL 2

## **DEDICATORIA**

A mis padres que con su ejemplo de perseverancia, consejos y apoyo me han incentivado en el cumplimiento de mis objetivos.

A mis hermanos por su ayuda y respaldo incondicional.

Juan

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Indoamérica, a sus docentes y al Tutor del presente trabajo, por su apoyo brindado.

Expreso mi gratitud a la empresa Empaqplast por el apoyo brindado, en especial a aquellos compañeros y amigos que me han brindado su ayuda y motivación.

De igual manera agradezco a aquella niña que con su forma de ver la vida diferente, me ha incentivado a asumir retos.

Juan

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO.....	iii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
EXECUTIVE SUMMARY.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
Línea de investigación.....	3
Planteamiento del Problema.....	4
Contextualización.....	4
Macro.....	4
Meso.....	5
Micro.....	6
Árbol de problemas.....	7
Análisis Crítico.....	8
Prognosis.....	9
Formulación del problema.....	9
Interrogantes de la investigación.....	9
Delimitación del objeto de la investigación.....	10

Delimitación de Contenidos.....	10
Delimitación Espacial.....	10
Delimitación temporal.....	10
Unidades de observación.....	10
Justificación de la investigación.....	10
Objetivos.....	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
CAPÍTULO II.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
Antecedentes Investigativos.....	12
Fundamentación.....	15
Fundamentación Filosófica.....	15
Fundamentación Técnica.....	15
Fundamentación Legal.....	15
Organizador Lógico de Variables.....	17
Constelación de la variable independiente.....	18
Constelación de la variable dependiente.....	19
MARCO CONCEPTUAL.....	20
Desarrollo de las categorías fundamentales de la variable independiente.....	20
Ingeniería Industrial.....	20
Producción de envases plásticos.....	21
Proceso de extrusión soplado.....	23
Planeación de requerimientos de materiales.....	25
Materia prima.....	25
Montaje de molde y herramientas.....	27

Calibración y setup de parámetros.....	27
Producción de envases.....	28
Control de calidad.....	30
Empaque.....	31
Desarrollo de las categorías fundamentales de la variable dependiente.....	32
Ingeniería de Métodos.....	32
Estudio del trabajo.....	33
Productividad.....	34
Estudio de los métodos de trabajo.....	36
Objetivos del estudio de métodos.....	36
Selección del trabajo a mejorar.....	37
Medición del trabajo.....	37
Tiempo estándar.....	38
Aplicaciones del tiempo estándar.....	38
Estudio de Tiempos.....	39
Pasos para la realización del estudio de tiempos.....	39
Diagrama de flujo del proceso.....	40
Eficiencia y eficacia.....	42
Mantenimiento.....	42
Mantenimiento Correctivo.....	43
Mantenimiento Preventivo.....	43
Mantenimiento Predictivo.....	43
Mantenimiento Proactivo.....	43
Hipótesis.....	44
Señalamiento de Variables.....	44
Variable Independiente.....	44

Variable Dependiente.....	44
Términos Técnicos.....	44
CAPÍTULO III.....	45
METODOLOGÍA.....	45
Enfoque de la modalidad.....	45
Modalidad básica de la investigación.....	45
De Campo.....	45
Bibliográfica Documental.....	45
Nivel o tipo de investigación.....	45
Exploratoria.....	45
Población y Muestra.....	46
Población.....	46
Muestra.....	46
Operacionalización de variables.....	48
Variable Independiente: Proceso de extrusión soplado.....	48
Variable Dependiente: Productividad.....	49
Plan de recolección de la información.....	50
Aplicación de instrumentos de recolección de la información.....	50
Selección del trabajo.....	50
Desde el punto de vista humano.....	51
Desde el punto de vista económico.....	51
Desde el punto de vista funcional del trabajo.....	51
Selección de los operarios.....	51
Operarios representativos.....	52
Operarios Calificados.....	52
Analista del trabajo.....	52

CAPÍTULO IV.....	53
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	53
Procesamiento y análisis del proceso actual.....	53
Problemas de Calidad.....	53
Proceso actual de rebabeo y cambio / limpieza del cabezal.....	55
Diagrama de flujo de la limpieza del cabezal actual.....	56
Diagrama de Flujo del rebabeo actual.....	57
Diagrama de flujo del proceso actual.....	58
Selección del trabajo.....	60
Estudio del ambiente / entorno del trabajo.....	60
Punto de vista humano.....	60
Desde el punto de vista económico.....	60
Desde el punto de vista funcional del trabajo.....	60
Estudio del trabajo.....	62
Medición de tiempos actuales utilizados en el proceso.....	65
Método de estudio de tiempos continuo con calificación global.....	65
Calificación Sistema Westinghouse.....	65
Estudio de tiempos con calificación global.....	67
Valoración del ritmo del trabajo y suplementos del estudio actual.....	68
Cálculo de la productividad.....	68
Varios.....	73
Energía.....	73
Capital.....	73
Productividad actual del proceso.....	74
Correlación de variables.....	75
Julio 2016.....	76



Agosto 2016.....	77
Septiembre 2016.....	78
Octubre 2016.....	79
Noviembre 2016.....	80
Diciembre 2016.....	81
Interpretación de la correlación de variables.....	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	83
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES.....	84
CAPÍTULO V.....	85
PROPUESTA.....	85
Tema.....	85
Datos Informativos.....	85
Antecedentes.....	86
Objetivos.....	87
Objetivo General.....	87
Objetivos Específicos.....	87
Justificación.....	87
Factibilidad.....	88
Factibilidad técnica.....	88
Factibilidad operativa.....	89
Factibilidad económica.....	89
Desarrollo de la propuesta.....	89
Metodología de mejoramiento.....	89
Programa de mantenimiento preventivo.....	90
Mejora del entorno de trabajo.....	94

Movimientos.....	94
Ergonomía.....	95
Estudio del trabajo método propuesto.....	95
Diagrama de flujo del nuevo proceso general.....	95
Diagrama de flujo limpieza de cabezal método propuesto.....	97
Diagrama de flujo del rebabeo propuesto.....	99
Diagrama de flujo del método propuesto.....	101
Valoración del trabajo propuesto.....	106
Cálculo de la Productividad propuesta.....	107
Capital.....	109
Productividad actual del proceso propuesto.....	109
Comparación de resultados.....	110
Comparación de productividad.....	110
Análisis financiero de la propuesta.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS.....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Relación Causa Efecto.....	7
Figura N° 2: Organizador lógico de variables.....	17
Figura N° 3: Constelación de ideas conceptuales de la variable independiente.....	18
Figura N°4: Constelación de ideas conceptuales de la variable dependiente.....	19
Figura N°5: Plásticos comunes y su aplicación.....	22
Figura N°6: Ciclo extrusión soplado.....	24
Figura N°7: Esquema del proceso de extrusión soplado.....	24
Figura N° 8: Codificación plásticos.....	26
Figura N°9: Sectores de aplicación de los productos plásticos.....	29
Figura N°10: Ciclo del tiempo de trabajo.....	34
Figura N° 11: Símbolos del diagrama de flujo del proceso.....	41
Figura N° 12: Diagrama pareto.....	54
Figura N° 13: Diagrama de flujo del proceso general.....	55
Figura N° 14: Diagrama de flujo de la limpieza del cabezal actual.....	56
Figura N° 15 : Diagrama de flujo del rebabeo actual.....	57
Figura N°16: Correlación mes julio 2016.....	76
Figura N° 17: Correlación mes agosto 2016.....	77
Figura N° 18: Correlación mes septiembre 2016.....	79
Figura N° 19: Correlación mes octubre 2016.....	80
Figura N° 20: Correlación mes noviembre 2016.....	81
Figura N° 21: Correlación mes DICIEMBRE 2016.....	82
Figura N° 22: Ubicación Empaqplast.....	85
Figura N° 23: Silla giratoria ergonómica.....	94
Figura N° 24: Soporte para cajas.....	95
Figura N°25: Diagrama de flujo del nuevo proceso general.....	96
Figura N° 26: Diagrama de flujo limpieza de cabezal método propuesto.....	97
Figura N° 27: Diagrama de flujo del rebabeo propuesto.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Población julio – diciembre 2016.....	46
Tabla N° 2: Operacionalización de Variable Independiente.....	48
Tabla N° 3: Operacionalización de Variable Dependiente.....	49
Tabla N° 4: Plan de recolección de información.....	50
Tabla N° 5: Problemas de calidad período julio – diciembre 2016.....	53
Tabla N° 6: Diagrama de flujo del proceso para cambio del cabezal.....	58
Tabla N° 7: Diagrama de flujo del proceso de soplado y rebabeo.....	59
Tabla N° 8: Datos de producción julio – diciembre 2016.....	62
Tabla N° 9: Muestra datos de producción julio – diciembre 2016.....	65
Tabla N° 10: Calificación Sistema Westinghouse.....	66
Tabla N° 11 : Calificación Sistema Westinghouse proceso actual.....	66
Tabla N° 12: Estudio de tiempos con calificación global del proceso actual.....	67
Tabla N° 13: Unidades producidas y materia prima período julio – diciembre 2016.....	69
Tabla N° 14: Costo mano de obra julio – diciembre 2016.....	71
Tabla N° 15: Costos de entrega.....	73
Tabla N° 16: Costos de entrega.....	73
Tabla N° 17: Capital.....	73
Tabla N° 18: Productividad actual del proceso.....	74
Tabla N° 19: Producción período julio – diciembre 2016.....	75
Tabla N° 20: Correlación julio 2016.....	76
Tabla N° 21: Correlación agosto 2016.....	77
Tabla N° 22: Correlación septiembre 2016.....	78
Tabla N° 23: Correlación octubre 2016.....	79
Tabla N° 24: Correlación noviembre 2016.....	80
Tabla N° 25: Correlación diciembre 2016.....	81
Tabla N° 26: Actividades y frecuencia para el mantenimiento.....	90
Tabla N° 27: Descripción de actividades de mantenimiento.....	91
Tabla N° 28: Mantenimiento cabezal.....	92
Tabla N° 29: Plan de mantenimiento preventivo.....	93
Tabla N° 30: Comparativo proceso de limpieza del cabezal.....	98

Tabla N° 31: Comparativo proceso de rebabeo.....	100
Tabla N° 32: Diagrama de flujo del método propuesto para cambio del cabezal.....	101
Tabla N° 33: Diagrama de flujo del proceso proceso de soplado y rebabeo.....	102
Tabla N° 34: Medición de tiempos y balanceo de línea del método propuesto.....	103
Tabla N° 35: Calificación Sistema Westinghouse proceso propuesto.....	104
Tabla N° 36: Estudio de tiempos con calificación global del proceso propuesto.....	105
Tabla N° 37: Unidades producidas y materia prima método propuesto.....	107
Tabla N° 38: Unidades producidas y materia prima método propuesto.....	108
Tabla N° 39: Capital.....	109
Tabla N° 40: Productividad del proceso propuesto.....	109
Tabla N° 41: Comparación de resultados.....	110
Tabla N° 42: Comparación de productividad.....	110
Tabla N° 43: Cuadro comparativo producción actual y producción propuesta.....	111
Tabla N° 44: Análisis financiero de la propuesta.....	112
Tabla N° 45: Comparativo situación actual y situación propuesta.....	113
Tabla N° 46: Comparativo estudio de trabajo análisis de métodos y movimientos.....	114
Tabla N° 47: Comparativo historial de paras método actual y método propuesto.....	115

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EXTRUSIÓN SOPLADO PARA ENVASES PLÁSTICOS EN LA EMPRESA EMPAQPLAST Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD.

**AUTOR:**

Juan Gabiel Morales Segovia

**TUTOR**

Ing. MSc. Wilson Chancusig

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo se refiere al análisis del proceso de extrusión soplado para envases plásticos de la empresa Empaqplast S.A., el propósito del estudio es determinar el problema de la baja productividad, tomando en cuenta el enfoque a la modalidad cuantitativa y cualitativa ya que se utiliza aspectos numéricos y aspectos bibliográficos. Se plantea como propuesta un programa de mejoramiento del proceso de rebabeo del envase e implementación de un plan de mantenimiento preventivo del cabezal de la máquina de extrusión soplado con lo cual se mejorará significativamente la productividad del proceso de extrusión soplado

**Descriptores:** Proceso de extrusión soplado, productividad, estudio del trabajo programa de mantenimiento preventivo

**TECHNOLOGICAL INDOAMERICA UNIVERSITY**

**SCHOOL OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

**SUBJECT:** ANALYSIS OF THE PRODUCTION PROCESS OF BLASTED EXTRUSION FOR PLASTIC CONTAINERS IN THE EMPAQPLAST COMPANY AND ITS INCIDENCE IN PRODUCTIVITY.

**AUTHOR**

Juan Gabel Morales Segovia

**TUTOR**

Ing. MSc. Wilson Chancusig

**EXECUTIVE SUMMARY**

This paper refers to the analysis of the blown extrusion process for plastic containers in the Empaqplast S.A. Company. The purpose of this study is to determine the problem of low productivity, taking into consideration the approach to the quantitative and qualitative modality as it uses numerical and bibliographic aspects. A program is proposed to improve the containers deburring process and implement a preventive maintenance plan for the head of the blown extrusion machine, thereby significantly improving the productivity in the blown extrusion process.

**Descriptors:** Blowing extrusion process, productivity, work-study, preventive maintenance program.

## INTRODUCCIÓN

En presente trabajo de investigación “Análisis del proceso de producción de extrusión soplado para envases plásticos en la empresa Empaqplast y su incidencia en la productividad”, El tema en mención trata sobre el estado actual del proceso y su productividad, la cual presenta niveles no adecuados debido a la falta de un estudio de métodos y tiempos, dando como consecuencia tiempos de ciclo altos, actividades no estandarizadas, retrasos en los tiempos de entrega.

Con los resultados de la investigación se planteará una propuesta de mejora y se calculará la productividad tanto del proceso actual como del proceso mejorado.

La estructura del trabajo de investigación está contemplada en cinco capítulos que se resumen a continuación

El Capítulo I, que contiene: el tema, el problema, contextualización, árbol de problemas, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, interrogantes de la investigación, delimitación del objeto de investigación, justificación, objetivo general y específicos.

El Capítulo II, se desarrolla el marco teórico, que contiene los antecedentes de la investigación, organizador lógico de variables, constelación de ideas, desarrollo de las variables, la hipótesis, el señalamiento de las variables: independiente y dependiente.

El Capítulo III, consta de la metodología, donde se describe el enfoque de la modalidad, la modalidad básica de investigación, el nivel o tipo de investigación, la población, la muestra, la operacionalización de variables: independiente y dependiente, plan de recolección de la información y la Aplicación de instrumentos de recolección de la información

El Capítulo IV, corresponde al Análisis e interpretación los resultados, haciendo uso de figuras y tablas, analizando la correlación del proceso y la productividad acompañados



por un análisis respectivo, con las conclusiones y recomendaciones de esta etapa de la investigación.

En el Capítulo V, se presenta la propuesta como un aporte de esta investigación, que contiene el tema, datos informativos, antecedentes, factibilidad y el desarrollo de la propuesta.

Finalmente se presentan las: conclusiones, recomendaciones y se incluye la bibliografía y los anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

**Tema:**

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE EXTRUSIÓN SOPLADO PARA ENVASES PLÁSTICOS EN LA EMPRESA EMPAQPLAST Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”.

**Línea de investigación**

La línea de investigación se orienta al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico empresarial; es decir la repotenciación o creación de nuevos negocios en las industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, al estudiar las empresas existentes en un mercado, siempre se enmarca la importancia de la productividad, lo cual también se relaciona con la gestión de calidad que permite que las empresas crezcan.

El tema de la presente investigación se orienta en el análisis del proceso de producción de extrusión soplado para envases plásticos en la empresa Empaqplast y su incidencia en la productividad, su importancia radica en que se conocerá el estado actual del proceso y como mejorarlo sustancialmente.

Por lo tanto, de acuerdo con los lineamientos de la Universidad Tecnológica Indoamérica el presente tema de investigación corresponde a la línea Empresarial y Productividad

## **Planteamiento del Problema**

### **Contextualización**

#### **Macro**

En la actualidad gran parte de los productos que se utiliza diariamente, son fabricados con materiales plásticos. En el Ecuador la industria del procesamiento de plásticos ha tomado un impulso significativo debido al aumento de la demanda de productos para las distintas industrias; tales como alimenticias, cosméticas, farmacéuticas, etc.

La restricción por parte del gobierno del Ecuador hacia el ingreso de productos importados, obliga a las industrias buscar proveedores locales que puedan abastecerlos de los diferentes insumos para la producción, ya que de lo contrario perderían su participación en el mercado.

Los costos actuales de la materia prima son bajos debido al precio del petróleo, siendo éste un factor que de cierta manera ha permitido mantener los precios del producto terminado que generan las industrias dedicadas al procesamiento del plástico.

Por lo cual la coyuntura actual obliga a que empresas fabricantes de productos plásticos, desarrollen e implementación de estrategias encaminadas en optimizar de una manera eficiente el uso de sus recursos.

A nivel mundial la industria plástica es uno de los sectores más dinámico e innovadores, ya que toda la infraestructura y tecnologías que se desarrollan serían inimaginables sin el plástico, por lo cual la perspectiva de crecimiento del sector a futuro es alto.

Las empresas que procesan plásticos deben mejorar sus procesos para ser más competitivas dentro del mercado nacional y poder cubrir la demanda interna del mercado, también se proyecta al aumento de las exportaciones de productos fabricados en Ecuador que requieran empaques o envases cumpliendo los estándares de calidad requeridos por los clientes extranjeros.

## **Meso**

En la provincia de Pichincha están ubicadas grandes y pequeñas empresas procesadoras de plásticos, mismas que facilitan el abastecimiento y la logística de la demanda local (región sierra). Es de suma importancia el aporte de la industria plástica como proveedor de otros sectores lo cual permite diversificación en varias actividades de la industria.

El crecimiento de la industria plástica se presenta como una oportunidad para empresas que buscan posicionarse en el mercado, ya que se puede aprovechar la cercanía que se tiene con la ubicación de otras industrias permitiendo bajar los costos de transporte, almacenamiento y entrega de producción a tiempo.

En la coyuntura actual, por las restricciones de las salvaguardias que impiden la comercialización de productos importados, varias empresas para no perder el mercado han optado por producir directamente en el país, siendo una oportunidad para los proveedores de productos plásticos de abastecer a las industrias.

La industria de los plásticos, se mantiene en constante innovación debido a las exigencias del mercado la tendencia actual es la reducción de peso en los productos, pero sin decaer en la funcionabilidad y propiedades del producto, con lo cual se maneja a la par el tema de costos para no encarecer los productos.

Las empresas fabricantes de productos plásticos deben cumplir con normativas exigidas por el gobierno y por los clientes, tales como: Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Sistema Básico de Calidad (QSB) con el fin de garantizar la calidad del producto.

Bajo este antecedente, las empresas para ser competitivas deben tener un manejo eficiente de sus recursos, con el fin de no encarecer sus costos de producción y mejorar su margen de utilidad.

El mercado actual requiere cumplimiento de estándares de calidad y servicio lo cual no significa el aumento del costo final de los productos, lo que se debe hacer es enfocarse en la productividad de la empresa.

## **Micro**

El presente estudio se va a realizar en la empresa Empaqplast, misma que se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, en el cantón Rumiñahui.

El proceso de extrusión soplado utiliza máquinas que transforman las materias primas (polietileno, polipropileno, policarbonato) en un parison el cual ingresa en un molde y por medio de aire a presión se obtiene el envase requerido.

El proceso de extrusión soplado presenta varios problemas en cuanto al uso de recursos; tales como mano de obra, tiempos de ciclo, uso de equipos, los cuales están incidiendo en el cumplimiento de la producción planificada y por ende en una baja productividad.

Los altos costos de producción son generados en el área de extrusión soplado debido a tiempos largos de arranque de los equipos, parte de este problema es la no estandarización del proceso. Tampoco está establecido el porcentaje de mezcla de las materias primas, parte de los equipos se encuentran en mal estado, fallas en los envases producidos y aprobaciones por parte del área de calidad sin criterios definidos o con demasiadas muestras para comprobación.

La mano de obra juega un papel muy importante en los costos de producción, debido a que se desperdicia tiempo en los cambios de turno, existen paros por operaciones no adecuadas, no se prepara adecuadamente la materia prima, también existe fatiga debido a problemas de ergonomía.

A su vez la jefatura de producción tiene la necesidad de emplear de manera eficiente el esfuerzo de los trabajadores, de conocer si cada una de las tareas realizadas por estos son ejecutadas en el tiempo correcto y con los movimientos necesarios y precisar si la administración se apoya en bases sólidas para elaborar los programas de producción; factores importantes que influyen en la disminución o incremento de la productividad.

### Árbol de problemas

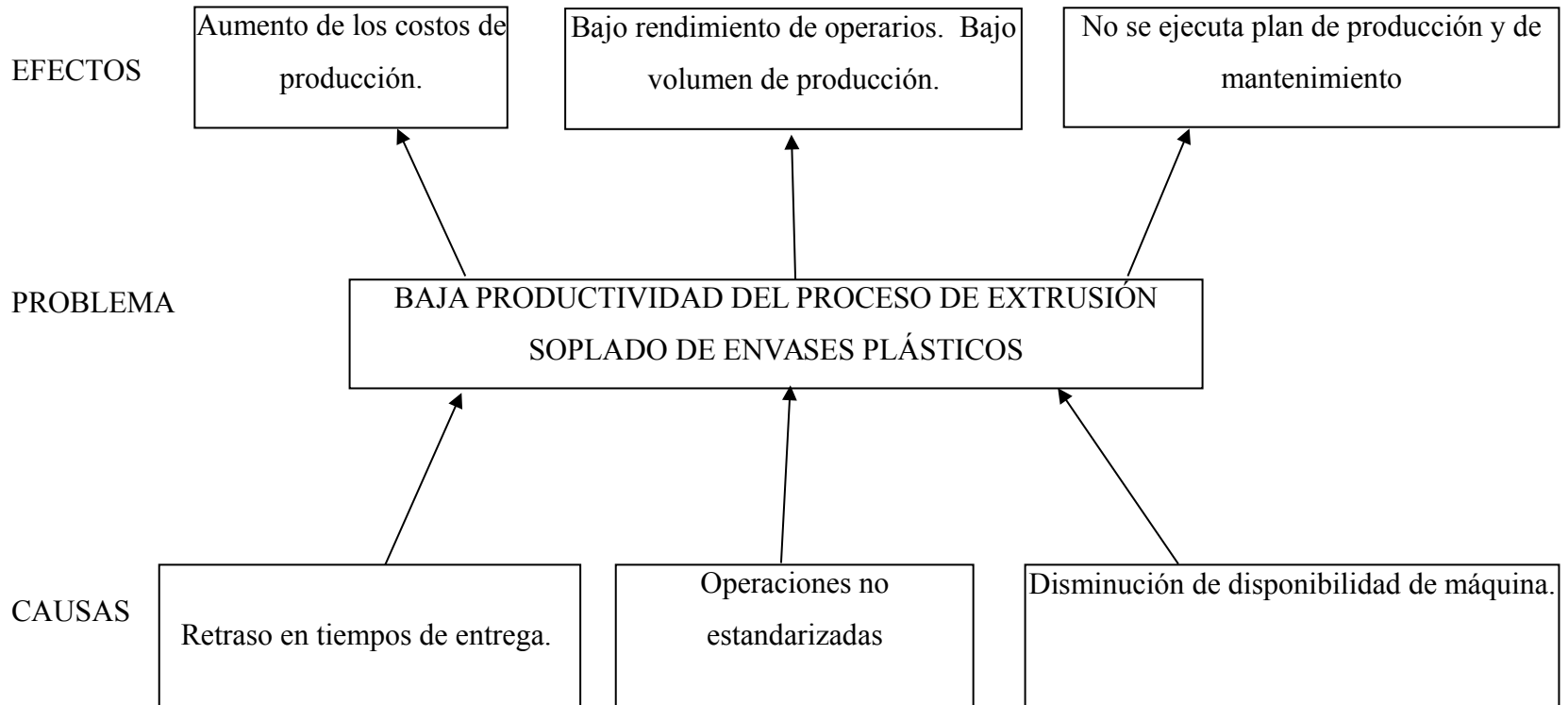


Figura N° 1: Relación Causa Efecto

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

## **Análisis Crítico**

Como en todo proyecto, lo que motiva el emprendimiento es el cambio y la mejora. El mismo se ve impulsado por la mejora continua de las empresas y la necesidad de tener líneas eficientes y mejor controladas del accionar diario.

Por tales motivos se realizan estudios de trabajo donde en primera instancia se presenta la situación actual de los procesos y luego de proponer las ideas, en su implementación se reflejan los resultados con mayor eficiencia y productividad.

El retraso en los tiempos de entrega se debe a que las operaciones de rebabado se las realiza de forma manual, lo cual genera un cuello de botella ya que esta actividad se limita a la rapidez con la que una persona pueda trabajar, la misma que disminuye en el transcurso del turno con lo cual se disminuye la cantidad producida o a su vez es necesario aumentar la mano de obra para igual la producción de envases, lo cual incide en los costos de producción.

Al no existir diagramas detallados en el proceso, las operaciones no están estandarizadas por lo que en cada turno de trabajo las cantidades producidas varían ya que cada operador realiza las actividades en tiempos diferentes, que incluso no coinciden con producciones realizadas por el mismo operador en ocasiones anteriores, por lo cual el rendimiento es bajo.

La disponibilidad de máquina se ve afectada: debido a la inestabilidad en el proceso, al momento de realizar los cambios de moldes y el arranque de la máquina, genera producto defectuoso (mermas) y por ende reprocesos. En el lapso que transcurre hasta estabilizar la máquina y que el producto sea validado para arrancar con la producción el criterio del operador es muy subjetivo, lo cual no es una manera eficiente ya que cada operador maneja criterios diferentes sobre una misma producción, como consecuencia no se ejecutan los planes de producción y de mantenimiento.

Los tiempos de cambio de formatos para la producción varían por lo que no se tiene un control adecuado tampoco existe un balance adecuado de las líneas.

### **Prognosis**

En las condiciones actuales del proceso, no se puede cumplir con los tiempos establecidos de entrega de la producción, lo cual está generando retrasos, aumento de los costos de producción y disminución de la disponibilidad de máquina para que se ejecuten los planes de mantenimiento y producción.

Las actividades no están estandarizadas, como consecuencia se observa un bajo rendimiento por parte de los operadores y operarios lo cual no permite mejorar el volumen de producción.

El área de extrusión soplado le está restando competitividad a la empresa.

De no corregirse los problemas planteados, esto puede repercutir en los clientes externos ya que al no ser atendidos en sus requerimientos de productos o se les postergue los tiempos de entrega puede dar como consecuencia que salgan del portafolio de la empresa, lo cual afectaría el volumen de producción y las ventas de la empresa.

### **Formulación del problema**

¿Empaqplast S.A. tiene definidos los métodos y tiempos de los procesos los cuales permitan mejorar la productividad en el área de extrusión soplado de envases plásticos?

### **Interrogantes de la investigación**

- ¿Se encuentran establecidos los métodos y tiempos del proceso?
- ¿Se han propuesto alternativas de mejora para el proceso?
- ¿Se han reducido o eliminado los factores que restringen el incremento de la productividad?



## **Delimitación del objeto de la investigación**

### **Delimitación de Contenidos**

**Campo:** Empresarial y Productividad.

**Área:** Producción.

**Aspecto:** Baja productividad del proceso de extrusión soplado de envases plásticos.

### **Delimitación Espacial**

La investigación se desarrollará en la empresa Empaqplast, ubicada en el cantón Rumiñahui.

### **Delimitación temporal**

El presente trabajo de investigación se desarrollará desde el mes de julio 2016 a diciembre 2016.

### **Unidades de observación**

Supervisores de producción, operarios y operadores del área de extrusión soplado.

### **Justificación de la investigación**

Existen empresas que dependen de su volumen de producción y donde su principal ventaja competitiva es la productividad, por lo que es importante incrementarla para que financieramente los resultados sean los mejores.

El crecimiento de una empresa y el aumento de sus utilidades se deben al incremento de la productividad. La productividad mejora con el incremento de unidades producidas por hora.

El estudio de tiempos y métodos reduce o elimina los factores que restringen la productividad, permite crear nuevos métodos y optimizar el uso de equipos y materiales, lo cual incrementa la productividad de la empresa.

Por tales razones es necesario y de suma urgencia para la empresa Empaqplast, la realización de un estudio que involucre propuestas e implementación de las mejoras de métodos y tiempos de los procesos, los cuales permitirán mejorar condiciones del puesto de trabajo, aumentar el desempeño del trabajador, optimizar recursos y reducir costos de fabricación para la empresa.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el proceso de producción de extrusión soplado para envases plásticos en la empresa Empaqplast S.A. y su incidencia en la productividad.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los métodos y medir los tiempos actuales utilizados en el proceso.
- Calcular la productividad del proceso actual.
- Proponer una mejora para el incremento de la productividad del área de extrusión soplado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes Investigativos**

En el tema: “Propuesta para mejorar la productividad en las áreas de inyección y soplado de la empresa Tecnoplast Ltda., utilizando la técnica del estudio del trabajo”; cuyo autor es Néstor Iván Ocampo Mena (2013) utiliza una metodología de investigación descriptiva, aplicada y de campo; y concluye:

- Con la propuesta de las diferentes mejoras presentadas en este proyecto, la empresa Tecnoplast Ltda., podría incrementar el valor del indicador de su productividad, disminuyendo los tiempos del proceso, disminuyendo el flujo de material, volviendo estables los procesos con la inversión de dinero en tecnología adecuada en las áreas y con éste eliminar la cultura del reproceso que hoy en día es el indicador principal con el que se evalúa a ésta empresa, en aras de ser más competitivos y garantizar la calidad en sus productos.
- De acuerdo al Estudio del Trabajo realizado, se concluye que la mano de obra requerida en el área de Inyección, se encuentra sobredimensionada ya que, de acuerdo a los datos sobre la orden de producción de los productos, se logra determinar así el número de operarios reales por cada máquina para cumplir con la demanda estipulada por el cliente. Actualmente cuenta con un total de 69 operarios, pero según el cálculo teórico y de acuerdo al porcentaje de ausentismo en la

empresa, se necesitan 61 operarios, el cual por cada turno se necesitarían 20 operarios.

En la tesis consultada, el investigador realizó un diagnóstico de las áreas de extrusión y soplado, mediante un estudio de trabajo con la observación de sitio de trabajo y el análisis de las cartas de proceso.

De acuerdo a las mejoras que se plantean en la propuesta, el indicador de productividad se podría incrementar, siempre y cuando se disminuyan los tiempos de proceso, los tiempos inactivos de las máquinas, eliminando los reprocesos, optimizando la mano de obra, lo que permitirá mejorar la competitividad y la calidad de sus productos.

En el tema: “Propuesta para mejorar el proceso de Soplado convencional de la sección Rígidos de la empresa Agricominsa en Base a las normas ISO 9001:2000”; cuyo autor es Jhonny Rafael Cevallos Toala (2011) utiliza una metodología de investigación basada en la tabulación de información histórica, entrevistas dirigida a los colaboradores y jefes de área de la organización, y concluye:

- La empresa muestra gran interés en mejorar continuamente e invertir en cambios a favor de los clientes y la producción con calidad.
- Con la implementación del proyecto se tendrá una estructura organizativa más eficiente y con mayor productividad, lo cual hace que se eleven los niveles de calidad.
- La inversión a realizar de la propuesta ayudará a disminuir paralizaciones y daños de máquina, así como la relación del personal con los administradores y disminuir la cantidad de productos no conformes.
- El resumen de criterios financieros muestran la conveniencia de realizar la inversión sin afectar a la economía de la empresa.

En la tesis consultada, el investigador realizó una propuesta para la mejora del proceso de soplado convencional, la empresa no cuenta con procedimientos de las actividades que se realizan. Para lo cual el investigador propone una estructura organizativa más eficiente basada en las normas ISO 9001:2000 que permita mejorar la productividad.

En el tema: “Estudio para el mejoramiento de la productividad en la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A.”; cuyo autor es Luis Enrique Chávez Soto (2009) utiliza una metodología de investigación basada en la recolección de la información y evaluación interna bajo los lineamientos de todos los puntos relacionados con los procesos de producción; y concluye:

- Los costos o gastos generados por las diversas paradas de máquinas, equipos, y una incorrecta gestión para la capacitación de operarios y mecánicos, han demostrado ser una de las causas que representan pérdidas en la empresa debido a la paralización de las actividades parciales o totales de las máquinas.
- Todo esto nos demuestra que por falta de métodos de trabajo, la preparación inadecuada del personal, la falta de un programa de soporte informático, entorpece los trabajos de reparación y el almacenamiento de la información, cada vez que se generan los diversos mantenimientos que se les brindan a las máquinas y equipos.
- La alternativa propuesta tiene como objetivo principal el aumento de la producción y el mantenimiento de todas las máquinas con que cuenta la empresa, con lo cual se aspira tener un incremento en todas las actividades pertinentes a la parte operativa de la empresa.

En la tesis consultada, el investigador analiza la importancia de un plan de mantenimiento lo cual reducirá el número de horas de paro en máquinas.

La propuesta se basa en la utilización de herramientas informáticas, aplicar un mantenimiento total productivo (TPM), la capacitación al personal operativo, con lo cual se optimizará la producción.

## **Fundamentación**

### **Fundamentación Filosófica**

El presente trabajo de investigación, Análisis del proceso de producción de extrusión soplado para envases plásticos en la empresa Empaqplast y su incidencia en la productividad, tiene el propósito conocer el estado actual del proceso para posteriormente plantear la propuesta de mejora.

### **Fundamentación Técnica**

La norma ISO 9001 que trata sobre la Gestión de Calidad, permite estandarizar los procesos con lo cual se evitan retrasos en la entrega del producto, y a la vez permite cumplir con los requerimientos del producto.

De esta norma se aplicara los literales: 6.2 Recursos Humanos, 7.1 Planificación de la realización del producto y 7.2 Procesos relacionados con el cliente.

### **Fundamentación Legal**

De acuerdo al Código orgánico de la producción, Comercio e inversiones

Título preliminar

Del objetivo y ámbito de aplicación

Art. 2.- Actividad Productiva.- Se considerará actividad productiva al proceso mediante el cual la actividad humana transforma insumos en bienes y servicios lícitos, socialmente necesarios y ambientalmente sustentables, incluyendo actividades comerciales y otras que generen valor agregado.

Capítulo sexto

## Trabajo y producción

### Sección primera

#### Formas de organización de la producción y su gestión

Art. 320.- En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social.

### Sección octava

#### Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

## Organizador Lógico de Variables

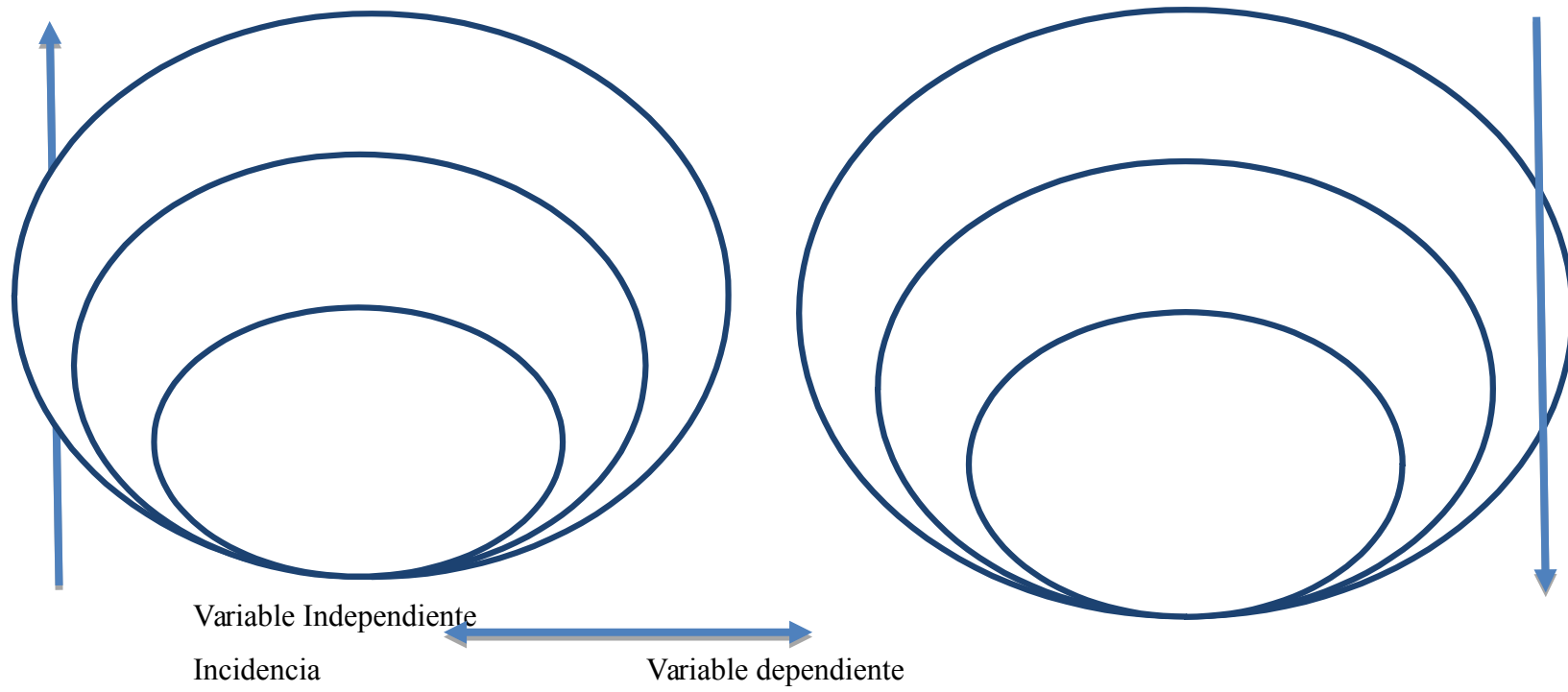


Figura N° 2: Organizador lógico de variables

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador



### Constelación de la variable independiente

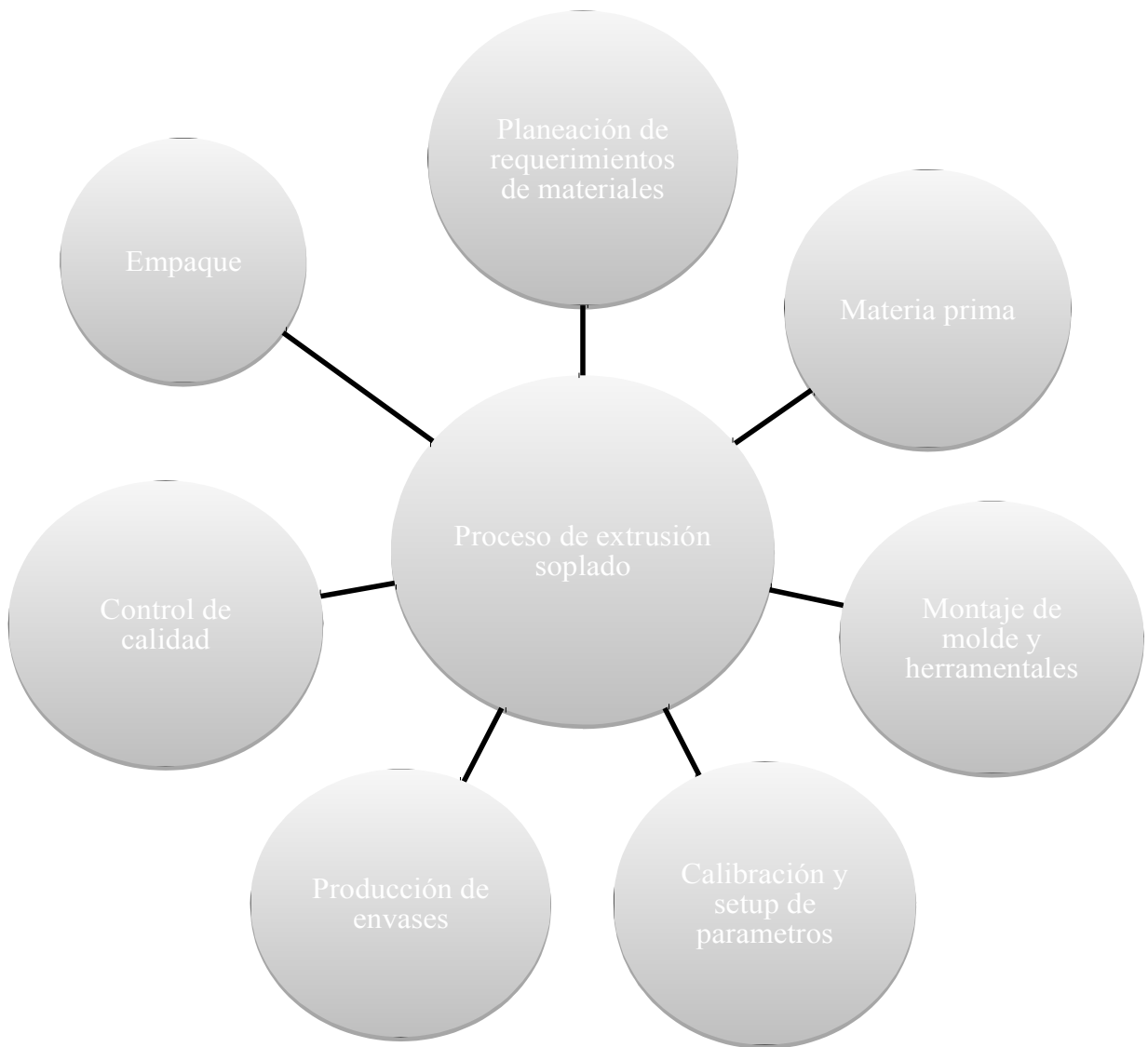


Figura N° 3: Constelación de ideas conceptuales de la variable independiente  
Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## Constelación de la variable dependiente

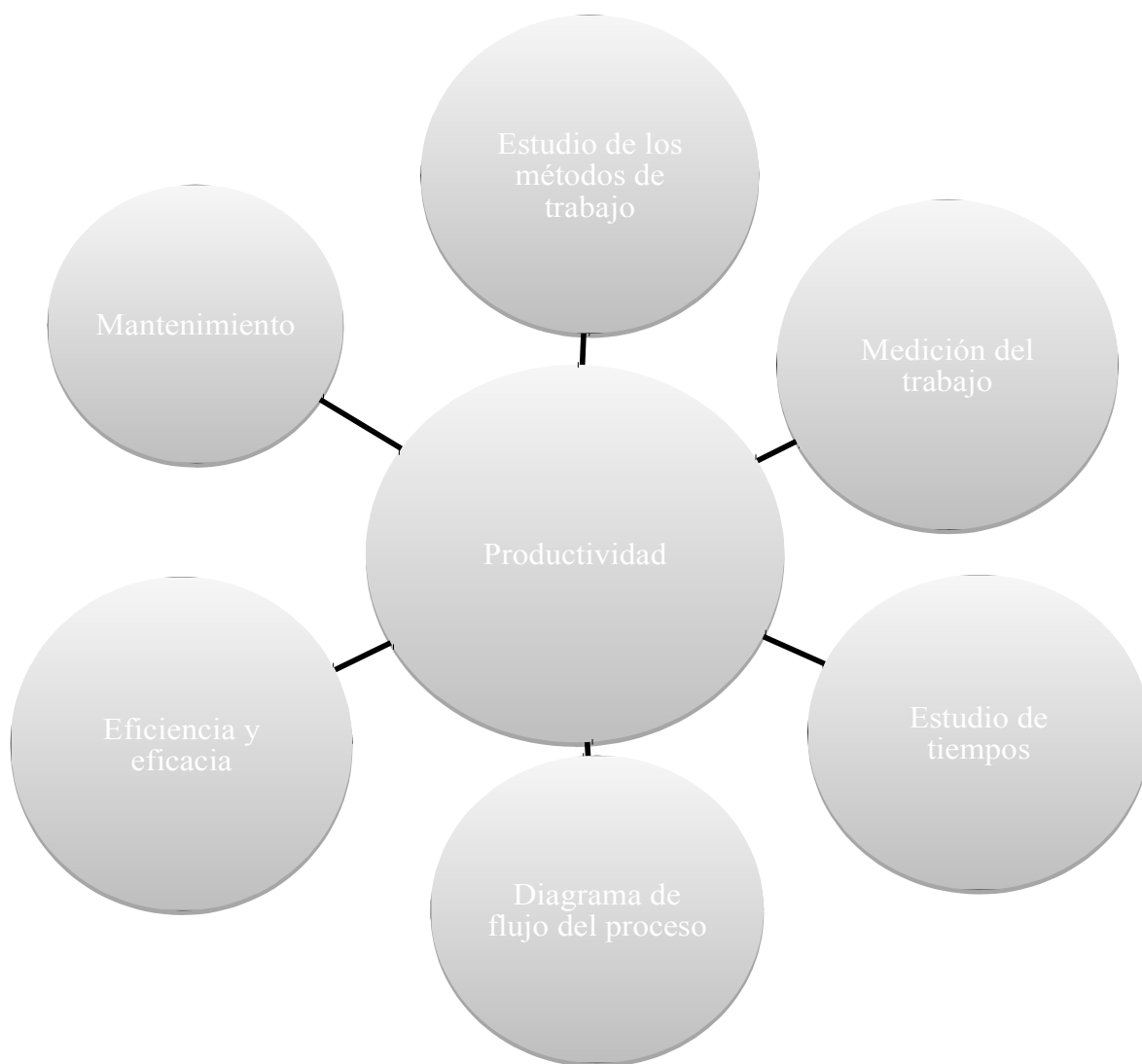


Figura N°4: Constelación de ideas conceptuales de la variable dependiente  
Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## MARCO CONCEPTUAL

### Desarrollo de las categorías fundamentales de la variable independiente

#### Ingeniería Industrial

**La Ingeniería Industrial es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.**

**La Ingeniería Industrial es por convicción una herramienta interdisciplinar de conocimientos cuyo propósito es la integración de técnicas y tecnologías con miras a una producción y/o gestión competente, segura y calificada.**

**(<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingeniería-industrial>)**

La Ingeniería Industrial permite complementar las técnicas y conocimientos de varios campos de la industria para diseñar procesos que satisfagan las necesidades del mercado, dando una solución adecuada a los requerimientos de la sociedad.

Dentro del desarrollo diario de las empresas, la interacción entre los distintos procesos productivos y la aplicación de las ciencias tales como: matemáticas, físicas y sociales, junto con la planificación, el diseño y el análisis son los pilares fundamentales para el desarrollo de la Industria.

En la industria de los plásticos la mejora es una constante en sus procesos, un buen uso de las técnicas de la ingeniería industrial optimiza los recursos, permitiendo ser competitivos e innovando en el mercado.

A la hora de mejorar e innovar procesos, los estudios y análisis de resultados buscan la optimización de los recursos, es decir hacer más productos con la utilización de menos recursos y también se busca que las empresas produzcan o presten sus servicios justo a tiempo con los requerimientos del cliente.

La ingeniería Industrial también está inmersa en el desarrollo de nuevos productos que cumplan y satisfagan las necesidades del consumidor.

## **Producción de envases plásticos**

**Los plásticos se derivan de productos orgánicos. Los materiales utilizados en la producción de plásticos son naturales, como la celulosa, el carbón, el gas natural, la sal y, por supuesto, el petróleo bruto.**

**El petróleo bruto es una mezcla compleja de miles de componentes. La producción de plásticos comienza con un proceso de destilación en una refinería de petróleo.**

**<http://www.plasticseurope.es/que-es-el-plastico/procesos.aspx>**

Los plásticos son de fácil procesamiento con respecto a otros materiales (metal, cerámica, madera) ya que sus propiedades permiten moldearlos y darles formas complejas.

Los plásticos pueden clasificarse de manera general en tres tipos:

- Termoplástico
- Termoestable
- Elastometro

Dependiendo del tipo de producto que se desea producir, los plásticos se los puede procesar mediante la extrusión, soplado, extrusión soplado, termoformado, rotomoldeo, por compresión, calandrado e inyecto soplado.

Dentro de la producción de envases para productos de consumo masivo, por el proceso de extrusión soplado los materiales más utilizados son: los polietilenos de alta y baja densidad respectivamente y el polipropileno los cuales corresponden a los termoplásticos.

A continuación, se presenta la figura de los plásticos y su aplicación.

<b><i>Amorfos</i></b>	<b><i>Termoplásticos</i></b>
Poliestireno	Artículos transparentes producidos en masa, empaques termoformados, aislamiento térmico (espumado), etc.
Polimetilmetacrilato	Tragaluces, ventanillas de aviones, lentes, ventanas a prueba de balas, semáforos, etc.
Policarbonato	Cascos, máscaras para hockey, ventanas a prueba de balas, semáforos, etc.
Policloruro de vinilo sin plastificar	Tubos, marcos de ventanas, revestimientos, canaletas para aguas lluvias, botellas, empaques termoformados, etc.
Policloruro de vinilo plastificado	Zapatos, mangueras, artículos huecos rotomoldeados como pelotas y otros juguetes, películas calandreadas para impermeables y manteles, etc.
<b><i>Semicristalinos</i></b>	
Poliétileno de alta densidad	Botellas de leche y jabón, artículos de hogar producidos en masa de alta calidad, tuberías, recubrimientos de papel, etc.
Poliétileno de baja densidad	Artículos de hogar producidos en masa, bolsas plásticas, etc.
Polipropileno	Artículos como maletas, tubos, aplicaciones en ingeniería (fibra de vidrio reforzada), cubiertas de artículos eléctricos, etc.
Politetrafluoretileno	Recubrimientos de cacerolas, cojinetes autolubricados, etc.
Poliamida	Cojinetes, piñones, tornillos, ruedas de patines, tuberías, cuerdas de pescar, tejidos, sogas, etc.
	<b><i>Termoestables</i></b>
Epóxica	Adhesivos, amortiguadores para automóviles (con fibra de vidrio), marcos de bicicletas (con fibra de vidrio), etc.
Melamina	Superficies decorativas resistentes al calor para cocinas y muebles, platos, etc.
Fenólica	Mangos resistentes al calor para cacerolas, planchas y tostadores, tomacorrientes, etc.
Poliéster insaturado	Cubierta de tostadoras, asas de planchas, platos satelitales, cajas de interruptores (con fibra de vidrio), carrocería (con fibra de vidrio), etc.
	<b><i>Elastómeros</i></b>
Polibutadieno	Llantas de automóviles (mezcladas con caucho natural y caucho de estireno-butadieno), piel de bolas de golf, etc.
Caucho de etileno-propileno	Sellos de puertas y mangueras de radiadores de automóviles, cubiertas para techo, etc.
Caucho natural (polisopreno)	Llantas de automóviles, soportes de motor, etc.
Elastómero de poliuretano	Llantas de patines, pisos de arenas deportivas, botas de esquiar, asientos de automóviles (espumados), suelas de zapatos (espumado), etc.
Caucho de silicona	Sellos, mangueras flexibles para aplicaciones médicas, etc.
Caucho de estireno-butadieno	Bandas de rodamiento de llantas para automóviles, etc.

Figura N°5: Plásticos comunes y su aplicación

Fuente: Ciencia de polímeros para ingenieros

Elaborado por: El investigador

## Proceso de extrusión soplado

**La técnica de extrusión soplado es un proceso que se utiliza para la fabricación de artículos destinados al envasado y almacenamiento, transporte o bien para llevar líquidos u otras sustancias a granel, ya sean, botellas, bidones, contenedores, tanques industriales para combustible. En principio, se puede moldear todo tipo de termoplásticos por medio del proceso de moldeo por soplado pero en la práctica, no todos los materiales termoplásticos se usan en este proceso. Los materiales más utilizados son los termoplásticos amorfos como el policloruro de vinilo (PVC), el policarbonato (PC) o las mezclas ABC/PC y los termoplásticos semicristalinos como el polietileno (PE), el polipropileno (PP) y la poliamida (PA).  
<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/11027-Introduccion-en-el-Proceso-de-Extrusion-Soplado.html>**

En el proceso de extrusión soplado, se utiliza una máquina extrusora constituida por: un túnel, un tornillo plastificador y un cabezal por los cuales sale el plástico fundido, tomando la forma de un perfil tubular o parison.

Una vez que el parison sale del cabezal, es ingresado en la cavidad del molde para posteriormente ingrese el aire a presión haciendo que el material se infle y adquiera la geometría de la cavidad del molde.

El molde que esta refrigerado enfría el envase, luego el envase es expulsado del molde. El envase obtenido en el proceso de extrusión soplado tiene rebabas, las cuales se las corta para obtener el envase con la forma deseada

El ciclo del proceso de extrusión soplado, se esquematiza a continuación:

Figura N°6: Ciclo extrusión soplado  
 Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

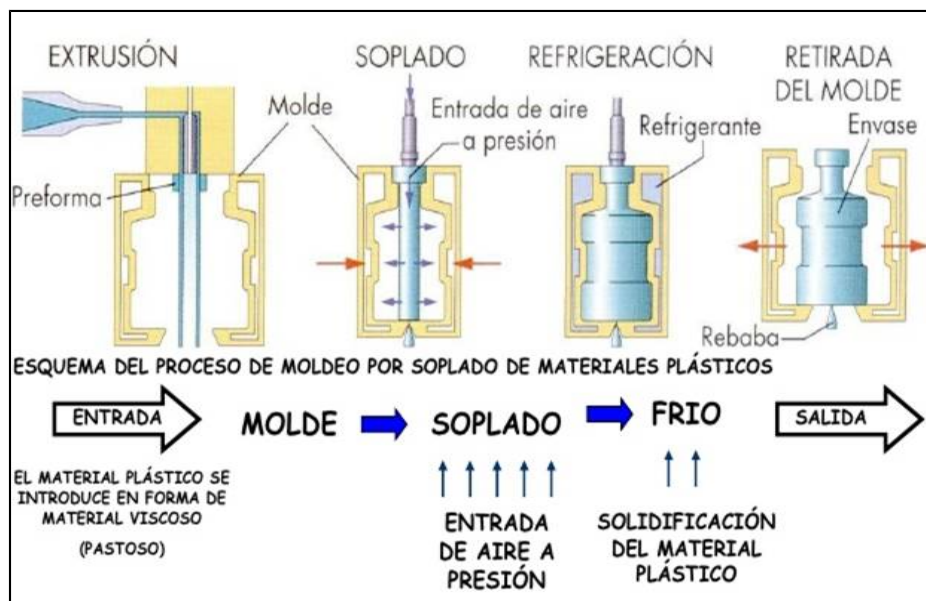


Figura N°7: Esquema del proceso de extrusión soplado  
 Fuente: <http://moldeoxsoplado.blogspot.com/2015/11/un-poco-de-historia.html>

Elaborado por: El investigador

### Planeación de requerimientos de materiales

**La planeación de requerimientos de materiales es una técnica de planeamiento de prioridades coordinada en el tiempo que calcula los requerimientos y programaciones de materiales para lograr la demanda en todos los productos y partes en una o más plantas.**  
<http://www.revistavirtualpro.com/revista/planeacion-de-la-produccion/12>

Dentro de un proceso productivo, la planeación es muy importante ya que proporciona la información necesaria para organizar y planificar la producción. La Planeación de requerimientos de materiales (MRP) permite un manejo adecuado del inventario y ayuda en el cálculo de los requerimientos de materiales para optimizar las producciones futuras.

En la actualidad los usos de herramientas informáticas facilitan el diseño y la implementación de la planificación de requerimientos de materiales, ya que se toma en cuenta todas las entradas del proceso productivo. Para determinar el material y cuando debe ser requerido, el MRP se basa en cuatro aspectos que son:

- Plan maestro de producción
- Lista de materiales que detalla las partes necesarias para cada producto
- Tiempos de ciclo de producción
- Tiempos principales del proveedor

## **Materia prima**

**En tanto, la materia prima es cada una de las materias que empleará la industria para la conversión de productos elaborados. Generalmente, las materias primas son extraídas de la mismísima naturaleza, sometiéndolas luego a un proceso de transformación que desembocará en la elaboración de productos de consumo.**

**Las materias primas son sustancias que nos acerca la naturaleza y que pueden ser intervenidas por los seres humanos para elaborar otros productos como bien decíamos, en tanto, en este punto es clave la creatividad de cada persona, dado que la misma sumada a la materia prima permitirá crear esos nuevos productos.**

<http://www.definicionabc.com/general/materia-prima.php>

En los procesos de producción de extrusión soplado el plástico es un compuesto que se moldea mediante la presión o el calor.



Los plásticos se obtienen a partir de un proceso de polimerización de resinas y sustancias obtenidas a base del petróleo.

Los plásticos que se usan en los distintos procesos, vienen en forma de pellets los cuales se los ingresa en las tolvas de carga de las máquinas para que sean fundidos en la unidad de plastificación.

Los plásticos que se utilizan en los distintos procesos para obtener los productos, se los identifica mediante símbolos, los cuales se detallan a continuación:








Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Poliétileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champús, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, imitación de piel, y material de uso médico como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Poliétileno de baja densidad	Bolsas para basura.
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, materiales para la industria automotriz, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, envolturas para protección de alimentos, pañales desechables, etc.
	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
	Otros	Resinas epoxídicas	Adhesivos e industria plástica; industria de la madera y la carpintería; elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc., espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Figura N° 8: Codificación plásticos

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/info/18162014/Que-significan-las-siglas-en-las-botellas-de-plastico.html>

Elaborado por: El investigador

### Montaje de molde y herramientas

**El primer paso para poder reducir sustancialmente los tiempos de cambio de molde es el compromiso de la administración de la planta.**

**El aumento en el número de cambios implica que hay que ser muy eficientes para poder tener las máquinas en producción el mayor tiempo posible y, de esta manera, lograr precios competitivos y una buena rentabilidad de planta.**

**<http://www.plastico.com/temas/Como-cambiar-rapido-de-moldes,-una-estrategia-de-planeacion+3077342>**

En los cambios que se realizan para la producción de envases en el proceso de extrusión soplado se realiza cambio de moldes y los herramientales tales como núcleos, cabezales, boquillas y demás accesorios necesarios para la puesta a punto de la máquina.

A la hora de realizar los cambios de formato, es necesario que se tenga cerca del área de trabajo el molde, los herramientales y las herramientas listas y no en el momento que se termina la producción empezar recién a buscar los elementos a cambiar, con lo cual se minimiza el tiempo de cambio.

Mediante esta práctica se mejora sustancialmente los tiempos de para máquina y por ende se aumenta el tiempo de disponibilidad.

Prever con antelación el montaje del molde y herramientales también es de ayuda para poder detectar futuras fallas y reportarlas para su respectiva reparación.

De igual manera una vez que se termina el montaje del molde y herramientales, se puede aprovechar para realizar un chequeo de los elementos cambiados, con objetivo de revisarlos, repararlos de ser el caso y tenerlos funcionales para un próximo cambio de formato.

### **Calibración y setup de parámetros**

**Obtener el máximo rendimiento de una máquina queda cada día más supeditado a la calidad y universalidad del control de cada uno de los elementos que la integran. Cada elemento interacciona con los demás, por lo que se precisan controles para coordinarlos y detectar con rapidez y seguridad cualquier nivel de deficiencia.**

**<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3629-Moldeo-por-soplado-equipos-y-accesorios.html>**

La calibración y setup de parámetros en el proceso de extrusión soplado, se refiere a las actividades que se realizan para iniciar la producción de un determinado producto.

Estas actividades conllevan ingresar los parámetros en maquina tales como las temperaturas para las distintas zonas, la regulación del núcleo y boquilla.

Es recomendable llevar una hoja de proceso con lo cual se registra los datos de producciones anteriores, siendo una herramienta útil para estandarizar el proceso, es decir manejar los mismos parámetros en los distintos turnos de trabajo.

El registro también nos sirve como una herramienta estadística para determinar si existió alguna falla en el proceso debido a una mala calibración

Al estandarizar la calibración y setup de parámetros, los tiempos de arranque de producción se disminuyen y se tiene un mejor control del proceso.

## **Producción de envases**

**El envase se entiende el material que contiene o guarda a un producto y que forma parte integral del mismo; sirve para proteger la mercancía y distinguirla de otros artículos. En forma más estricta, el envase es cualquier recipiente, lata, caja o envoltura propia para contener alguna materia o artículo. También se le conoce como “Embalaje Primario”.**

**<http://www.packsys.com/blog/envase-empaque-embalaje/>**

Los envases plásticos son aquellos materiales que están en contacto directo con el producto, su finalidad es guardar el producto, protegerlo y conservarlo.

El envase también forma parte integral producto, los diseños de cada envase van de acuerdo a la aplicación que tendrá cada producto que lo contenga y servirá para distinguirlo de otros artículos.

Un buen envase presta un mejor manejo, almacenamiento, transporte y distribución.

Dentro de la producción de envases plásticos, las formas y materiales de los envases varían de acuerdo al tipo de aplicación para el cual son fabricados.

Por envase se entiende el material que contiene o guarda a un producto y que forma parte integral del mismo; sirve para proteger la mercancía y distinguirla de otros artículos.

Los envases producidos en el proceso de extrusión soplado se aplican en diferentes sectores, los cuales se ilustran en la siguiente figura.

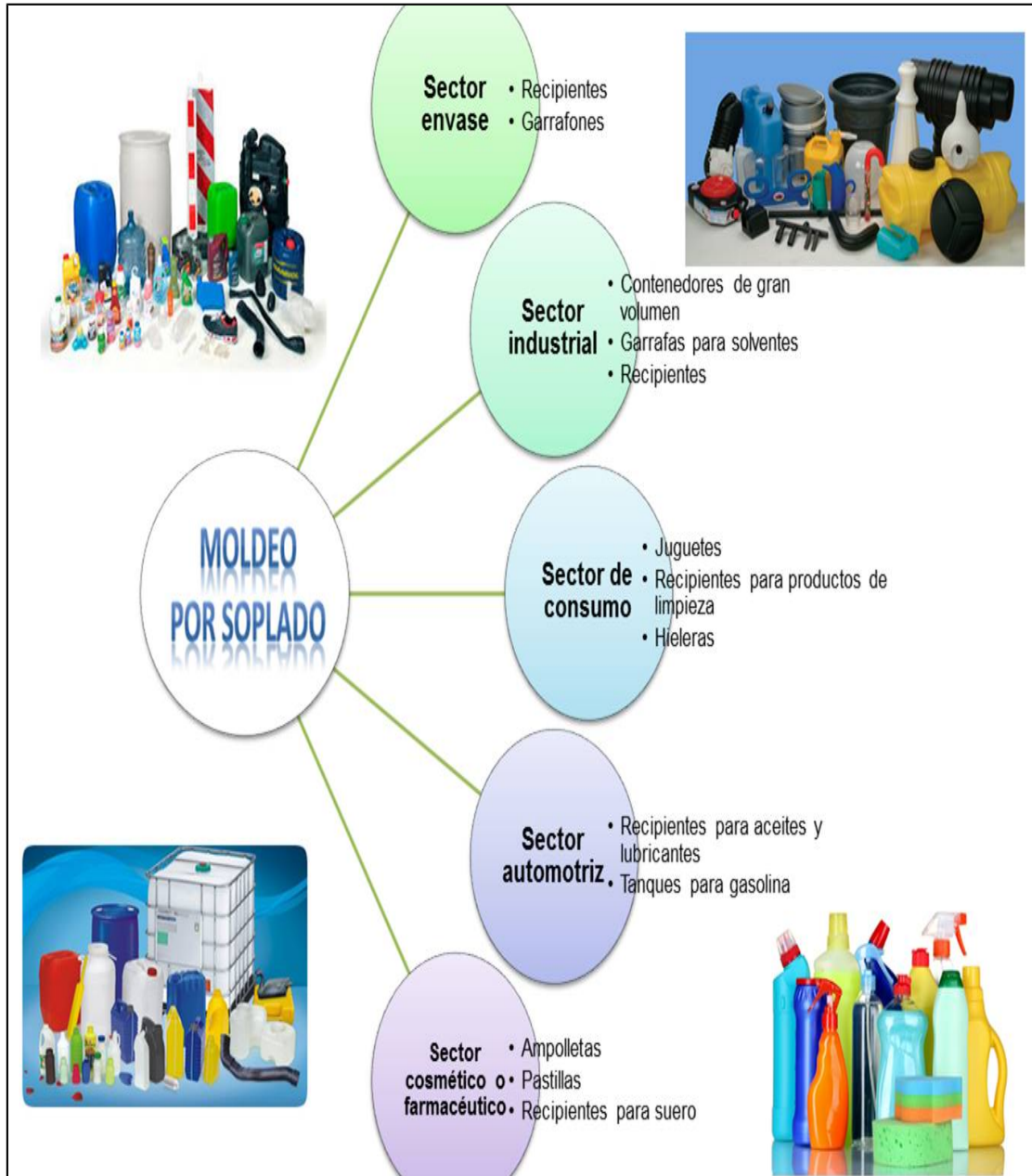


Figura N°9: Sectores de aplicación de los productos plásticos

Fuente: <http://moldeoxsoplado.blogspot.com/2015/11/un-poco-de-historia.html>

Elaborado por: El investigador

### Control de calidad

Según Salazar López, define que:

**La Gestión de Calidad tal cual como se conoce hoy ha ido evolucionando, ha desarrollado sus conceptos y ha incorporado nuevas filosofías, del mismo modo que ha excluido aquellos principios que por el paso del tiempo han quedado obsoletos.**

**Sin embargo, en esencia el significado de Calidad como el cumplimiento de la totalidad de las características y herramientas de un producto o servicio que tienen importancia en relación con su capacidad de satisfacer ciertas necesidades dadas, permanece como pilar de cualquier modelo de gestión que busque su total cumplimiento.**

**<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/>**

El control de calidad se aplica para dar cumplimiento con las características del producto y proceso, con lo cual se satisface las necesidades que requiere el cliente.

Las características que se controlan deben cumplir con normas, requisitos de la empresa, especificaciones del cliente con el objetivo de garantizar un buen producto sin encarecer los costos y evitando los reprocesos.

En la producción de envases plásticos el producto debe cumplir con determinadas variables como son: peso, material, color, medidas entre otras que son requerimientos específicos del cliente y se deben controlar.

Dentro del proceso de producción de envases se controla: la temperatura, el enfriamiento, el material, la dosificación, las velocidades, con lo cual se garantiza la estabilidad del proceso.

Un control adecuado de la calidad permite realizar el sistema de medición y llevar un control estadístico del proceso, con lo cual se lleva un mejor registro y sirve para la toma de decisiones sustanciales de la producción.

Para el cliente la primera percepción es la calidad y la confianza en el producto que adquiere, por lo que el control de calidad en la etapa de producción busca cumplir con las características de producto y proceso.

El control de calidad engloba tanto al producto como al proceso ya en función del cumplimiento de los dos factores, se garantiza el nivel de satisfacción del cliente.

## **Empaque**

**Es cualquier material que encierra o protege un artículo con o sin envase con el fin de preservarlo y facilitar su entrega al consumidor. También se le conoce como “Embalaje Secundario”.  
<http://www.packsys.com/blog/envase-empaque-embalaje/>**

El empaque de los envases juega un papel importante en la producción de envases ya que además de ayudar a proteger a los envases o producto primario, facilita el transporte del producto, la manipulación y el almacenamiento hasta antes de llegar a los canales de distribución.

Para el empaque generalmente se utilizan: cajas, fundas, big bags que son elaboradas en uno varios materiales las mismas que son útiles para promocionar y diferenciar la marca.

Un buen empaque es flexible y de fácil manipulación, lleva etiquetas informativas lo cual es indispensable a la hora de realizar registros y controles, también ayuda en la trazabilidad de la producción.

**Desarrollo de las categorías fundamentales de la variable dependiente**

## **Ingeniería de Métodos**

Según Freivalds y Niebel (2014), mencionan que:

**Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño de trabajo, simplificación de trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos. En la mayoría de casos todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción; en otras palabras, a la mejora de la productividad. (p.3)**

En las empresas, siempre se busca oportunidades de ahorro para lo cual la Ingeniería de Métodos permite analizar de una forma sistemática los centros de trabajo tomando en cuenta las operaciones directas e indirectas con el fin de mejorar la rentabilidad.

La investigación y el desarrollo son fundamentales en la Ingeniería de Métodos, para lo cual se debe dar énfasis en la etapa de planeación ya que se minimizarán los cambios durante la vida el producto.

Mediante la Ingeniería de métodos se puede determinar la optimización de los recursos, es decir mejorando el proceso mediante la eliminación de desperdicios de material, optimizando tiempos, con lo cual las actividades se hacen más fáciles, pero sin disminuir la calidad del producto. Para lo cual se aplican estudios, análisis métodos, procedimientos y medición de trabajo que dan como resultado el incremento de la productividad del proceso.

Aplicando la Ingeniería de Métodos, da como resultado el estudio de los métodos el cual si está bien elaborado permite iniciar con las fases de un producto, con lo cual los cambios en las etapas de implementación serán mínimos y evitará realizar estudios de métodos adicionales que implican retrasos.

## **Estudio del trabajo**

Según Kanawaty (1996), define que:

**El estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. La relación entre productividad y estudio del trabajo es, pues, evidente. (p.9)**

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan.

Por medio del estudio de trabajo se evalúa metódicamente los métodos que se utilizan en un determinado proceso para realizar las actividades, de esta manera se busca: optimizar el uso de los recursos y establecer el rendimiento estándar de las actividades del proceso

Cuando una empresa requiere realizar un estudio del trabajo, recurre a un especialista el cual mediante el uso de instrumentos y análisis determina la mejora a aplicar para aumentar la productividad.

Mediante el estudio del trabajo se pueden: reducir los tiempos y costos que conllevan el realizar una actividad determinada, con lo cual se cumplen los objetivos propios del estudio de trabajo.

El estudio del trabajo analiza los datos y determina el tiempo para cada tarea, utilizando un método de ejecución establecido.

A la hora de optimizar un proceso productivo, uno de los factores fundamentales es el tiempo. Una actividad o un conjunto de actividades que las realizan ya sea: un operario o una máquina requieren de un tiempo de cada recurso, en la siguiente figura se indica el ciclo del tiempo de trabajo



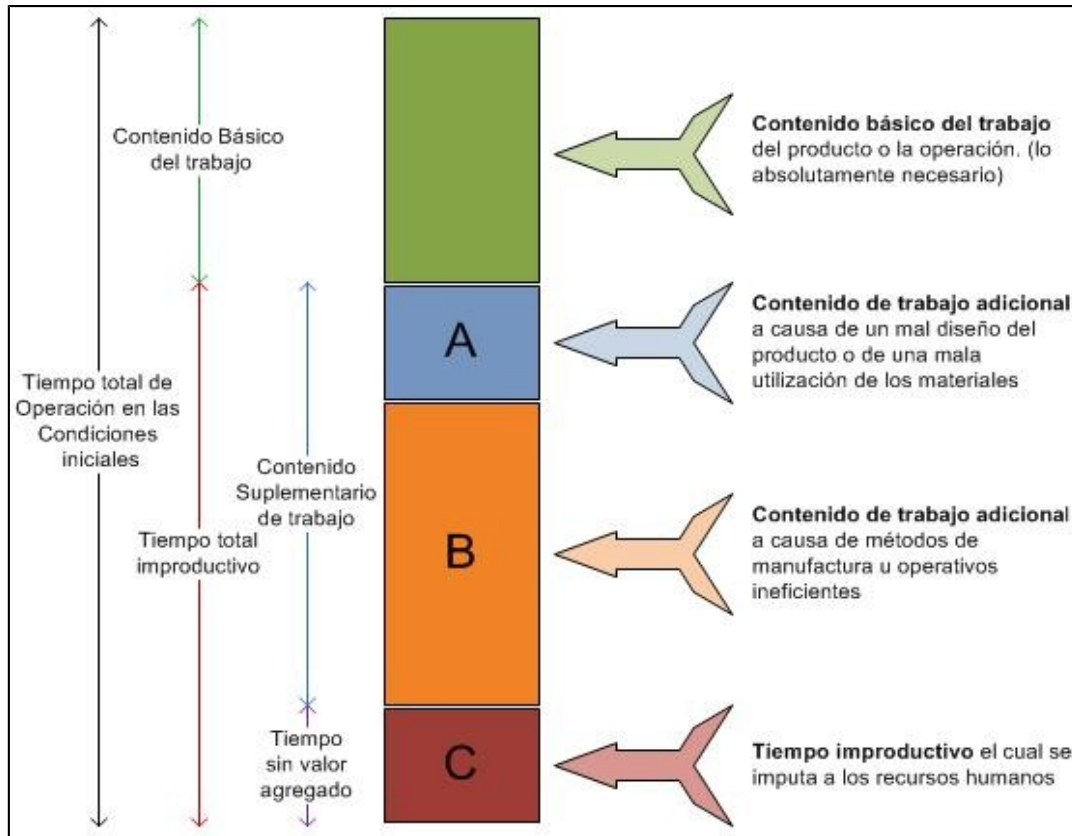


Figura N°10: Ciclo del tiempo de trabajo

Fuente: Manual OIT

Elaborado por: El investigador

## Productividad

Según García (2005), menciona que:

**El principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran y, una vez conocidas, establecer las bases para incrementarlas. Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. (p. 9)**

La productividad es una medición que permite conocer el desempeño de un proceso productivo. La productividad es el resultado entre el valor de un producto ya sea bienes o servicios, dividido entre los valores de los recursos que se han utilizado como insumos

en un determinado periodo de tiempo, por lo que la productividad se mide de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Productos}{Insumos}$$

La productividad nos indica qué tan eficientemente se están utilizando los recursos para la producción de un determinado producto.

La productividad se determina mediante la relación producto insumo y se la incrementa de la siguiente manera:

- Aumentando la cantidad de producto y manteniendo el mismo insumo.
- Reduciendo el insumo y manteniendo la misma cantidad de producto.
- Aumentando la cantidad de producto y reduciendo el insumo proporcionalmente.

La productividad es una medida de la eficiencia con la que se combinan y utilizan los recursos para lograr los resultados deseados, la productividad puede ser medida de la siguiente forma:

$$Productividad = \frac{Resultados\logrados}{InsumosRecursos\empleados}$$

La productividad está relacionada con la eficiencia técnica y económica de la empresa. En la producción de envases la productividad está dada entre los envases producidos y la relación que existe con los recursos utilizados. Con el fin de aumentar las ganancias la productividad es un indicador en base al cual se busca producir más con menos recursos, pero manteniendo la calidad del producto

## **Estudio de los métodos de trabajo**

Según García (2005), menciona que:

**En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incremento de productividad. Con base en la premisa de que todo proceso se encuentran mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos. (p. 33)**

El estudio de los métodos de trabajo se basa en el análisis de las operaciones, con lo cual se determina los elementos productivos e improductivos de la operación que se estudia. Además de dar la pauta de cómo se debe ejecutar correctamente la actividad, se puede mejorar la productividad mediante la reducción de costos y la mejora de la calidad dentro del proceso productivo.

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

El aporte de un estudio de los métodos de trabajo, consiste en el seguimiento de siete objetivos, que se describen a continuación:

- Minimizar el esfuerzo del trabajador y reducir la fatiga.
- Economizar el uso de materia prima, equipos y mano de obra.
- Mejorar los métodos y procesos.
- Mejorar la disponibilidad áreas más amplias, equipos más eficientes y lugar de trabajo adecuado.
- Incrementar la seguridad de los trabajadores.
- Hacer más rápido y sencillo el trabajo.
- Crear mejores condiciones de trabajo
- 

El estudio de los métodos de trabajo proporciona datos e información precisa sobre los modos o formas utilizadas para realizar las tareas, con la finalidad de proporcionar ideas de mejora de los procesos.

### **Selección del trabajo a mejorar**

En una empresa no se pueden mejorar al mismo tiempo todos los aspectos del trabajo, para iniciar es recomendable resolver con qué criterio debe seleccionarse el trabajo que se va a mejorar.

La selección se la realiza bajo tres aspectos que son:

1. Desde el punto de vista humano  
En este punto se analiza los trabajos que mayores riesgos de accidentes conlleven su ejecución.
2. Desde el punto de vista económico  
Es prioritario tomar como referencia a los trabajos que representan un alto costo en producto terminado, ya que en estos trabajos generalmente están incluidos operadores mejores pagados o maquinaria de un alto valor.
3. Desde el punto de vista funcional del trabajo  
En este punto se debe dar prioridad a trabajos que son dependientes de otro, que puedan retrasar la producción o aquellos trabajos que generen cuellos de botella en proceso.

### **Medición del trabajo**

Según García (2005), define que:

**La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarlo a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. (p. 177)**

Para la medición del trabajo se aplican técnicas que permiten determinar el tiempo que un trabajador calificado se demora en ejecutar una tarea determinada, siguiendo un ritmo normal y bajo un método predeterminado.

Con la medición del trabajo se dilucida las causas de tiempos improductivos, se lo considera como la medición cuantitativa del estudio del trabajo lo cual nos indica el resultado del esfuerzo físico en función del tiempo permitido con el cual el operador debe ejecutar la tarea asignada.

La medición del trabajo tiene como objetivo determinar el tiempo estándar, es decir medir la cantidad de trabajo que una persona necesita para producir un artículo en un tiempo determinado.

### **Tiempo estándar**

Se considera al tiempo estándar como el patrón que mide el tiempo necesario para terminar una unidad de trabajo mediante el uso de un método y equipo estándar, lo ejecuta un trabajador con habilidad requerida para desarrollar su trabajo a una velocidad normal y que pueda mantenerla diariamente sin mostrar fatiga.

### **Aplicaciones del tiempo estándar**

Varias son las aplicaciones que se le pueden dar al tiempo estándar, a continuación se describe las principales.

1. Salario devengable por tarea específica  
Para lo cual se convierte el tiempo en valor monetario
2. Planeación de producción  
Conociendo el tiempo estándar, se puede proyectar la duración de la producción y por ende la fecha de culminación y entrega del producto.
3. Mejora la supervisión  
Ayuda para que por ejemplo un supervisor de producción coordine con todos los elementos del proceso y mida la eficiencia del proceso.
4. Estándares de producción justos y precisos.  
Con los datos de la producción normal se pueden establecer estándares de calidad.
5. Cargas de trabajo  
Ayuda a coordinar el trabajo del obrero en una determinada máquina
6. Sistema de costos estándar  
Multiplicando el tiempo estándar por un valor fijo por hora, se obtiene el costo de mano de obra de cada pieza.
7. Costos estimados  
Sirven para proyectar un presupuesto de un producto que se desea producir.
8. Sistema de incentivos y control

Ayuda en la implementación de políticas de incentivos para los trabajadores en función de la cantidad producida en un determinado tiempo.

9. Entrenamiento y capacitación a nuevos trabajadores.

Basado en el tiempo estándar, se capacita a los trabajadores hasta que adquieran la habilidad en los métodos de trabajo.

## **Estudio de Tiempos**

Según Kanawaty (1996), define que:

**El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (p. 177)**

El estudio de tiempos es una técnica mediante la cual se establece un estándar de tiempo aceptable para realizar una tarea determinada, la cual se basa en la medición del trabajo del método preestablecido, en el cual se consideran la fatiga y las demoras del trabajador y también se toman en cuenta los retrasos inevitables.

Existen varias técnicas para establecer un estándar, para lo cual se basa en los datos de movimientos, en el muestreo del trabajo y en los datos históricos.

Existen varios equipos utilizados en el estudio de tiempos, los más usuales son: los cronómetros, cámaras de video, tableros portátiles.

## **Pasos para la realización del estudio de tiempos**

Un estudio de tiempos conlleva cinco pasos, los cuales se describen a continuación:

1. Preparación

En esta etapa se selecciona la operación y al trabajador, también se toma en cuenta la actitud frente al trabajador y el análisis del método de trabajo

2. Ejecución

En esta etapa se obtiene y registra la información, se descompone la tarea en elementos, se realiza el cronometraje y se calcula el tiempo observado.

### 3. Valoración

En esta etapa se define el promedio del ritmo normal de trabajo, se aplica la técnica de valoración y se calcula el tiempo base.

### 4. Suplementos

En esta etapa se analiza: las demoras y el estudio de fatiga, también se realiza el cálculo de suplementos y tolerancias.

### 5. Tiempo estándar

En esta etapa se analiza: el error y el cálculo del tiempo estándar, se calcula la frecuencia de elementos y se determina los tiempos de interferencia.

## **Diagrama de flujo del proceso**

Según Freivalds y Niebel (2014), mencionan que:

**El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para reducirlos y, por ende, reducir también los costos. (p.26)**

El diagrama de flujo del proceso es una representación gráfica en donde se detalla la secuencia de todas las operaciones de un proceso, para lo cual se emplean diversos símbolos que representan las operaciones específicas.

Básicamente el diagrama de flujo de proceso facilita de una forma esquemática, el estado de todas las secuencias y acontecimientos de un proceso productivo.

Mediante el diagrama de flujo del proceso se puede comparar los métodos, disminuir o eliminar tiempos improductivos y también permite escoger operaciones que se requieran para estudios detallados.

Los símbolos del diagrama de flujo del proceso representan una actividad determinada, los cuales se detallan en la siguiente figura.


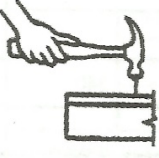


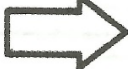
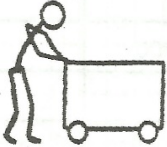



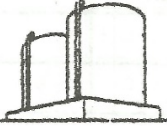
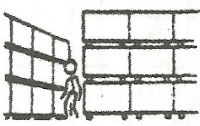
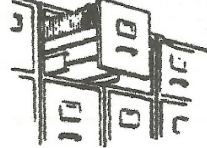

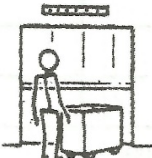

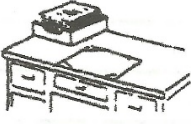




<p><b>Operación</b></p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p><b>Transporte</b></p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Trasladar material (mediante un mensajero)</p>
<p><b>Almacenamiento</b></p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p><b>Retrasos</b></p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p><b>Inspección</b></p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Figura N° 11: Símbolos del diagrama de flujo del proceso

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador



## **Eficiencia y eficacia**

Según García (2005), define que:

**Desde el punto de vista sistémico se sabe que para que una empresa trabaje bien, todas sus áreas y personal, sin importa sus jerarquías, deben funcionar adecuadamente, pues la productividad es el punto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran una empresa. (p. 19)**

La eficacia es el cumplimiento de metas, objetivos o estándares.

La eficiencia es la forma en la que se usan los recursos de una empresa

La eficacia se la relaciona con la obtención de resultados, mientras que la eficiencia aparte de obtener los resultados deseados busca que el uso de los recursos sea optimizado. Se puede decir que la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer lo correcto, pero con el uso mínimo de los recursos.

La eficiencia y eficacia se relacionan directamente con la productividad.

## **Mantenimiento**

Según Salazar López, define que:

**El mantenimiento se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.**  
**<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>**

El mantenimiento conlleva acciones o actividades que se realizan sobre un determinado bien o activo, con el fin de que sea funcional y cumpla con las condiciones requeridas en un proceso productivo.

En una empresa de producción el mantenimiento es parte fundamental de los procesos productivos ya que de las actividades que se realizan, dependerá el prevenir fallas o corregir los equipos con la finalidad de que presten el servicio para el cual fueron diseñados.

El mantenimiento se clasifica en: correctivo, preventivo, predictivo y proactivo, los cuales se describen a continuación:

### **Mantenimiento Correctivo**

Al mantenimiento correctivo también se lo conoce como reactivo ya que se lo aplica cuando existe una falla en el equipo, debido a una avería o rotura. En este tipo de mantenimiento el proceso de producción se detiene para poder ejecutar las tareas de reparación, por lo que genera retrasos y en la producción.

### **Mantenimiento Preventivo**

Al mantenimiento preventivo también se lo conoce como planificado, se lo realiza antes de que ocurra una falla, se toma como referencia las recomendaciones del fabricante y a los datos históricos del equipo. El mantenimiento preventivo se lo ejecuta cuando los equipos no están en producción con lo cual no se afecta al proceso productivo, en este tipo de mantenimiento se tiene claro el tiempo que demandará su ejecución.

### **Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo permite determinar las condiciones técnicas, eléctricas y mecánicas del equipo mientras este está en funcionamiento. Para lo cual se realizan análisis sobre el equipo mediante el uso de instrumentos tecnológicos, lo cual permite disminuir las paras que generan los mantenimientos correctivos.

### **Mantenimiento Proactivo**

El mantenimiento proactivo está relacionado básicamente al trabajo en equipo de las personas, ya que son ellos quienes están directamente involucrados con el funcionamiento de las maquinas dentro del proceso productivo. En este tipo de mantenimiento no solo se espera la intervención del personal capacitado específicamente como mecánico, sino que los operadores, operarios o personas afines al proceso, ejecutan tareas que previenen o advierten fallas en las máquinas.

## **Hipótesis**

El estudio de tiempos y métodos ayuda a identificar los factores que restringen la productividad el proceso de extrusión soplado en la empresa Empaqplast.

## **Señalamiento de Variables**

### **Variable Independiente**

Proceso de extrusión soplado

### **Variable Dependiente**

Productividad

## **Términos Técnicos**

Big bags: Medio de envase para transportar productos a granel.

Cabezal: En extrusión soplado, el cabezal es un elemento que distribuye el material con el fin de formar el parison para las cavidades.

Parison: Tubo o manga plástica hueca.

Pellets: Pequeña porción de material plástico, el cual está comprimido o aglomerado.

Polietileno: Polímero utilizado en la industria plástica para la producción de envases.

Rebabeo: Acción de mover o quitar los excesos de material o merma de un envase.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **Enfoque de la modalidad**

La modalidad del presente trabajo está enfocada a la modalidad cuantitativa y cualitativa; la modalidad cuantitativa se basa en la aplicación de técnicas de recolección e interpretación de datos numéricos y la aplicación de mejoramiento de procesos con variables numéricas, a partir de un muestreo a un grupo de operarios de la empresa Empaqplast S.A.

La parte cualitativa se basa en la recolección de información para el marco teórico, la cual será seleccionada de libros, tesis, información de la empresa e internet.

### **Modalidad básica de la investigación**

#### **De Campo**

Empaqplast S.A. es el lugar donde se realizará el trabajo de investigación, al estar en contacto directo con los operarios se obtendrá o recolectará la información necesaria para identificar los principales problemas del proceso y proponer métodos de mejora.

### **Bibliográfica Documental**

Es bibliográfica documental porque recolectará información de carácter documental y teórico de libros, tesis e internet, con el fin de ampliar o expandir los conocimientos, los cuales ayudarán en el presente trabajo de investigación.

### **Nivel o tipo de investigación**

#### **Exploratoria**

La investigación busca solucionar los problemas de baja productividad del proceso de extrusión soplado en el área de producción.

Este tipo de investigación muestra la manera con la cual se debe abordar el problema para que de esta manera se logre optimizar el uso de recursos, tales como, tiempo,

dinero, mano de obra y uso de equipos. Además, que permite encontrar problemas no identificados a simple vista por el investigador.

Se podrá estudiar el problema de baja productividad del área de soplado convencional, para así poder entenderlo y aplicar el método necesario para su posterior mejora.

## **Población y Muestra**

### **Población**

La población hace referencia a todo el conjunto de unidades de observación, en este caso existe una política establecida por producción en la cual se toman tres mediciones por turno de trabajo para el proceso de extrusión soplado, los datos de la población se detallan en la tabla 1.

Tabla N° 1: Población julio – diciembre 2016

Turnos de trabajo diarios	Medición por turno	Meses	Población julio - diciembre
3	3	6	1620

Fuente: EMPAQPLAST S.A.

Elaborado por: El investigador

### **Muestra**

La muestra es una parte de la población, la cual es representativa y por ende puede ser proyectada a la población o universo.

Para determinar la muestra se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2(N-1) + Z^2 \times p \times q}$$

En donde:

N = Población

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad de que ocurra el tiempo de ciclo

q = Probabilidad de que no ocurra el tiempo de ciclo

d = Precisión o límite aceptable de error muestra

Reemplazando los valores tenemos:

N = 1620

Z = 1,6 (al 95% de confiabilidad)

p = 50% (equivalente al 0,5)

q = 50% (equivalente al 0,5)

d = 3% (equivalente al 0,03)

$$N = \frac{64 \times 1,6^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,03^2(1620-1) + 1,6^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

N=21

De acuerdo al resultado obtenido que es 21 se debe proceder al análisis de datos para el capítulo cuatro.

## Operacionalización de variables

### Variable Independiente: Proceso de extrusión soplado

Tabla N° 2: Operacionalización de Variable Independiente

Conceptualización	Categorización / Dimensión	Indicador	Ítems básicos	Técnicas e instrumentos
Método o proceso de producción del envase Avon 1 l : Este proceso de producción consiste en fundir a alta temperatura el polietileno de alta densidad, fluido que sale en	Tiempo de entrega de fabricación (tiempo	Tiempo de ciclo	¿Se ha medido el tiempo de ciclo?	Estudio del trabajo
	Procedimientos o métodos	Eficiencia $\frac{1}{\text{tasa de producción}} \times \frac{\text{tiempo}}{\text{unidad}}$	¿El método utilizado para la producción es	
		Eficacia $\frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}}$	¿El método utilizado para la producción es	
		Capacidad usada $\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}}$	¿El método utilizado para la producción es	

Fuente: Propia

$\text{Capacidad disponible} - \text{Tiempo muerto}$

Elaborado por: El investigador

### Variable Dependiente: Productividad

Tabla N° 3: Operacionalización de Variable Dependiente

Conceptualización	Categorización / Dimensión	Indicador	Ítems básicos	Técnicas e instrumentos
Sistema de Producción del	Mano de Obra	Índice de productividad MO	¿Está siendo sub-utilizada la MO?	Recolección de datos

$$\frac{\text{Precio de venta unitario} \cdot \text{Nivel de producción}}{\text{Costo hora de mano de obra} \cdot \text{N}^\circ \text{ de horas empleada}}$$

envase Avon 11. Inicia con la entrada de materia prima	Materia Prima	Índice de productividad MP	¿Existen problemas en la MP utilizada para
	Producto terminado	Índice de productividad $\frac{\text{Productividad Total}}{\text{Costo total de materia prima}}$	¿Cómo se encuentra la productividad del
	Máquina	Capacidad $\frac{\text{Ventas}}{\text{Recurso utilizado}}$	¿Está siendo sub-utilizada la Máquina?

*Especificaciones superiores – Especificaciones Inferiores*

*6 veces la desviación estándar*

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador



### Plan de recolección de la información

Para el plan de recolección de información, se debe observar la situación del proceso actual de fabricación del envase Avon 1l y poder aumentar la productividad con los mismos o menor uso de recursos, entendiendo al trabajo como la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria.

Los costos se establecen cuando los recursos invertidos se utilizan a un nivel determinado de productividad; entonces, cuando la productividad crece, los costos disminuyen.

En la siguiente tabla se detalla el plan de recolección de la información.

Tabla N° 4: Plan de recolección de información

ACTIVIDADES	TIEMPO DE DURACIÓN																							
	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección del trabajo	■	■																						
Selección de los operarios			■	■	■																			
Análisis del proceso mediante tablas de listas de verificación					■	■	■	■	■															
Cálculo del número de observaciones									■															
Delimitación y cronometraje del trabajo									■	■			■	■										
Valoración del ritmo del trabajo													■	■	■									
Suplementos del estudio																	■	■	■	■				
Cálculo de tiempos estándar																					■			
Cálculo de la productividad																						■	■	■

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Aplicación de instrumentos de recolección de la información

#### Selección del trabajo

La selección del trabajo se la hace bajo tres criterios los cuales son: punto de vista humano, económico y funcional del trabajo

### **Desde el punto de vista humano**

- Existen riesgos de accidentes.
- Existe un instrumento de corte que es la navaja, que con un inadecuado uso podría ocasionar cortes.
- El producto sale caliente del equipo, lo que puede ocasionar fatiga térmica.
- La posición en la que trabaja el operario es incómoda.
- El operario realiza movimientos incorrectos y otros innecesarios en el puesto de trabajo.

### **Desde el punto de vista económico**

- El producto terminado tiene un alto costo de producción, debido a las mermas, tiempos ociosos y daños en máquina ocurridos durante el proceso.
- El producto va dirigido a un cliente importante para la empresa.
- Los pedidos de este producto son en grandes cantidades.

### **Desde el punto de vista funcional del trabajo**

- Tiempos demorados de producción por paros no planificados.
- Tiempos perdidos por daños repetitivos de máquina.
- Materias primas que no presentan el mismo comportamiento durante el proceso.
- Método de refilado complicado.

Por estas razones se ha seleccionado el proceso de elaboración del envase Avon 1 l color natural por ser un producto de alta importancia y porque presenta muchos problemas en el arranque de producción, estabilidad del proceso y calidad final del producto.

Para ayudarnos a conocer de mejor manera el proceso que se seleccionó es necesario levantar información rápida directamente en planta.

### **Selección de los operarios**

Para seleccionar a los operarios a los que se va a realizar el estudio se tomará en cuenta que sean representativos y calificados.

### **Operarios representativos**

Se ha analizado cuidadosamente a los operarios de los diferentes grupos y se seleccionará al trabajador promedio de dichos grupos.

### **Operarios Calificados**

Los operarios seleccionados tienen la experiencia, conocimientos y otras características que son necesarias para efectuar el presente estudio.

Antes de empezar el estudio se le expondrá cual es el objetivo del estudio y lo que tiene que hacer, es decir, se le pedirá:

- Que realice el trabajo de manera y a ritmo normal o habitual.
- Que realice las para o pausas que comúnmente realiza.

### **Analista del trabajo**

- El analista se deberá situar o ubicar de tal manera que pueda observar todo los movimientos que hace el operario.
- Su ubicación no deberá obstaculizar ni interferir al operario para no entorpecer sus movimientos, mucho menos llamar su atención.
- No agobiarlo.
- Asegurarse que el operario sepa que está ahí.
- Hacerles sentir que los dos realizan el trabajo, generar una sinergia.

## **CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

## Procesamiento y análisis del proceso actual

### Problemas de Calidad

Basados en los registros de producción del período julio a diciembre 2016, se registraron problemas en los productos, los cuales se observan en la tabla 5.

Tabla N° 5: Problemas de calidad período julio – diciembre 2016

FECHA	LOTE	PROBLEMAS DE CALIDAD			
		Rebabas	Rayas en el cuerpo	Fragilidad	Manchas
vie, 01-jul-16	903	1,00			
sáb, 02-jul-16	903	1,00			
dom, 03-jul-16	903	3,00			
mar, 30-ago-16	1222		2,00		
mié, 31-ago-16	1222		3,00	1,00	
jue, 01-sep-16	1222	4,00			
lun, 05-sep-16	1222		3,00		
mar, 06-sep-16	1222			1,00	
mié, 07-sep-16	1222	1,00			
sáb, 10-sep-16	1222			1,00	
dom, 11-sep-16	1268	8,00			
lun, 12-sep-16	1268			1,00	
mié, 14-sep-16	1268				1,00
jue, 15-sep-16	1268	1,00			
sáb, 17-sep-16	1268		2,00		
lun, 19-sep-16	1268				1,00
mié, 21-sep-16	1332		1,00		
jue, 22-sep-16	1332			1,00	
vie, 23-sep-16	1332		1,00		
dom, 25-sep-16	1332	6,00	1,00		
mar, 27-sep-16	1332	1,00			
mié, 28-sep-16	1332			1,00	1,00
lun, 03-oct-16	1332	1,00		1,00	
lun, 10-oct-16	1332	1,00		1,00	
jue, 17-nov-16	1669		1,00		
dom, 20-nov-16	1669		2,00	1,00	
lun, 21-nov-16	1693	2,00			
mar, 22-nov-16	1693				1,00
vie, 25-nov-16	1693	1,00			
mié, 14-dic-16	1427	1,00			
jue, 15-dic-16	1427				1,00
vie, 16-dic-16	1427	1,00			
dom, 18-dic-16	1427	2,00			
lun, 26-dic-16	1867				1,00
mar, 27-dic-16	1867		1,00		
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>6</b>

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

De acuerdo al reporte de los problemas de calidad, se realiza el diagrama Pareto de la figura 12.

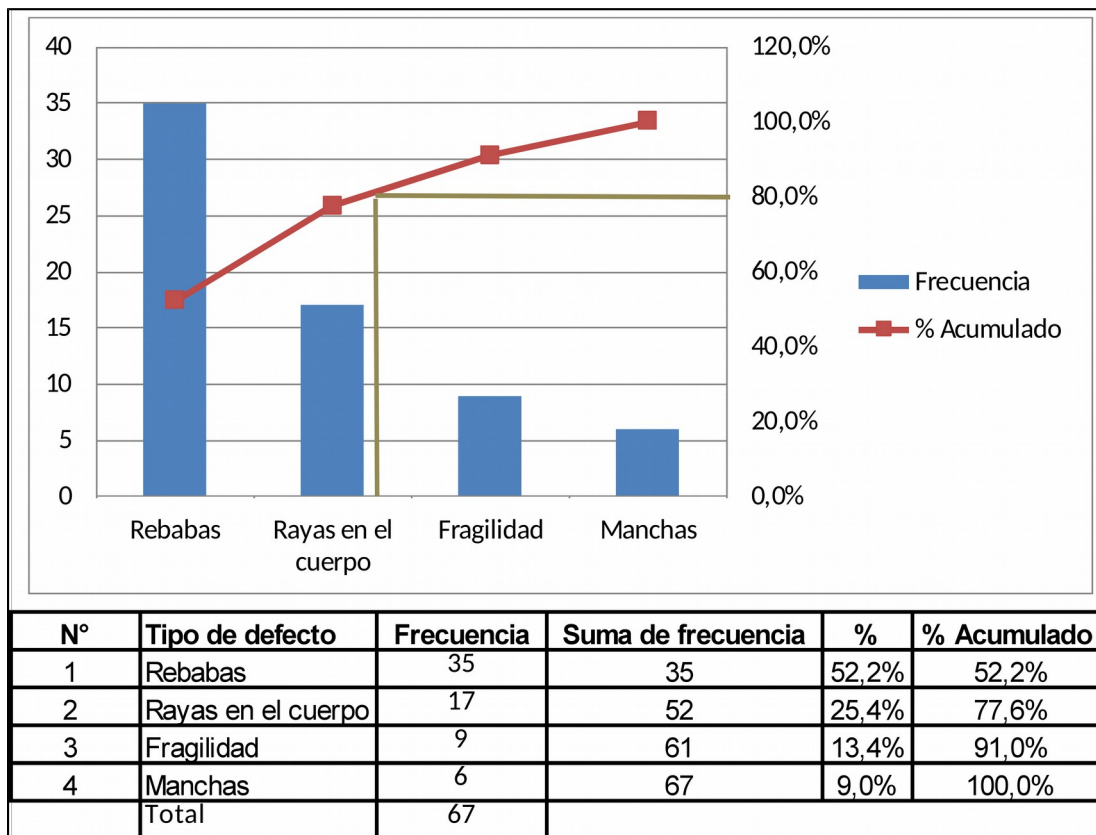


Figura N° 12: Diagrama Pareto

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

El diagrama Pareto nos indica que los problemas de calidad del proceso de producción se encuentran enfocados en el Rebabeo/Rebabas y Rayas en el cuerpo provocados directamente por el recurso humano (operarios) y por el cabezal de la máquina.

#### **Proceso actual de rebabeo y cambio / limpieza del cabezal**

#### **Diagrama de Flujo del Proceso General**

En la figura N° 13 se muestra el diagrama del proceso general del arranque de producción del envase, desde el montaje y calibración del equipo hasta la aprobación de las primeras muestras por parte del Área de Calidad. Con la aprobación se inicia la producción.

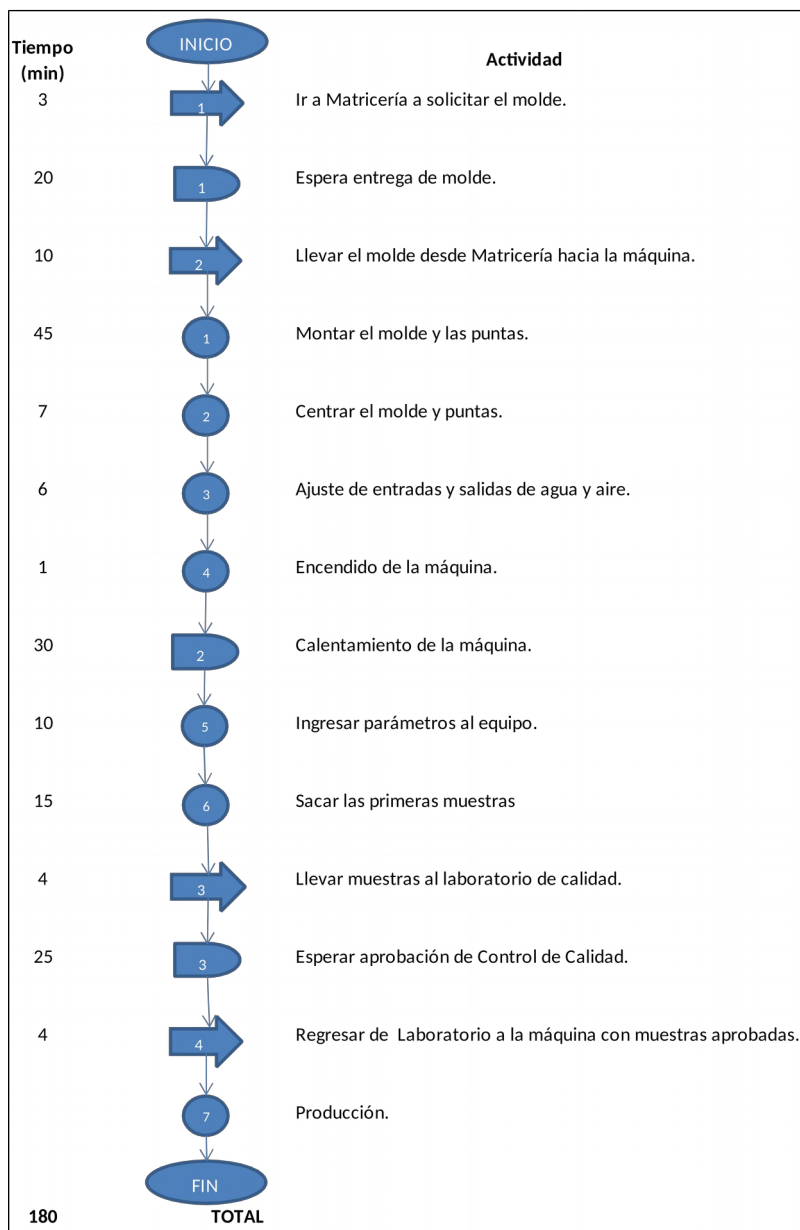


Figura N° 13: Diagrama de flujo del proceso general

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Diagrama de flujo de la limpieza del cabezal actual

La figura N° 14 muestra el proceso mediante el cual se procede con la limpieza del cabezal cuando hay daño inesperado en el mismo o para no programada.

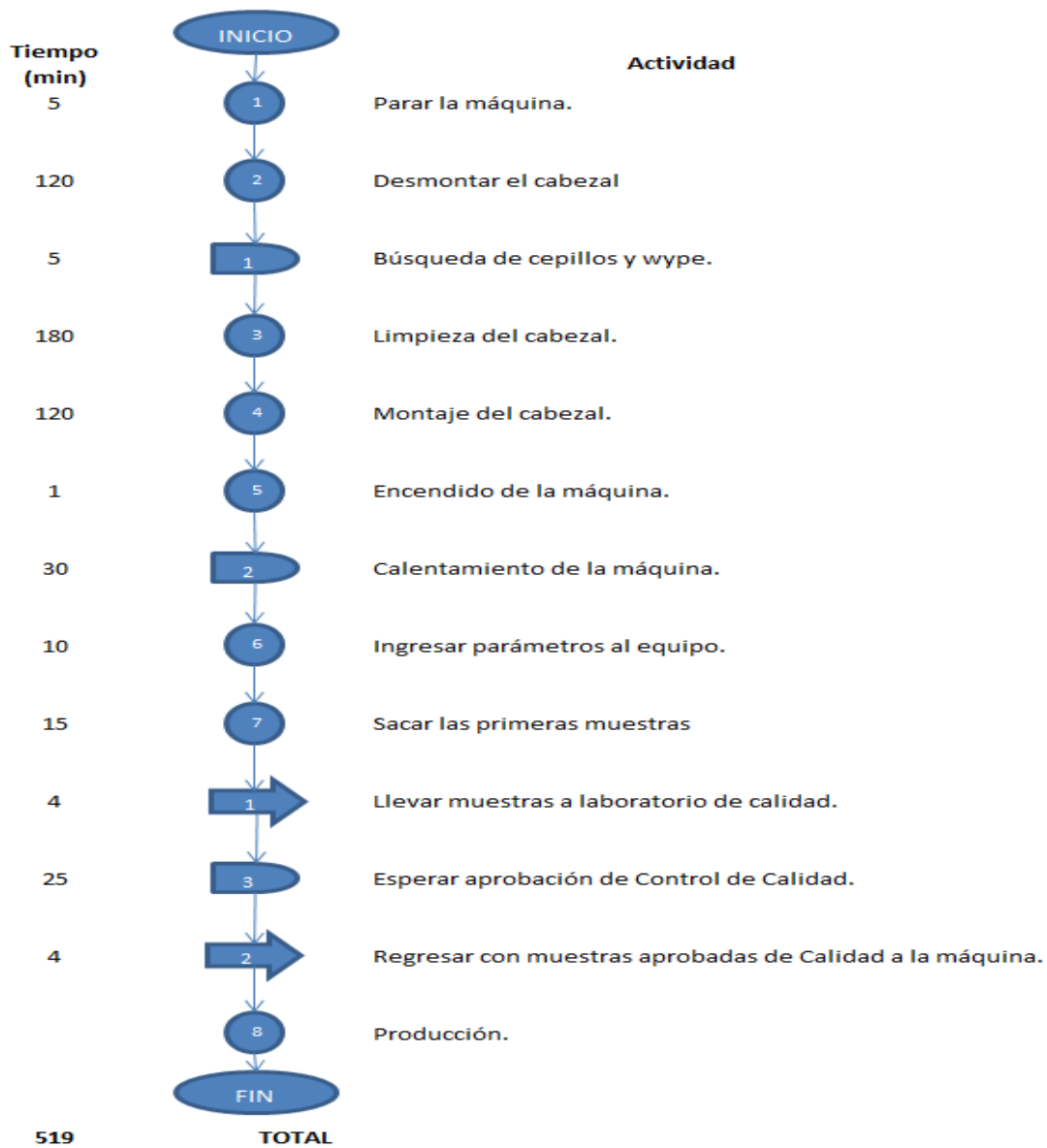


Figura N° 14: Diagrama de flujo de la limpieza del cabezal actual  
Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Diagrama de Flujo del rebabeo actual

La figura N° 15 muestra el proceso de rebabeo que siguen los operarios para cortar y quitar las rebabas del envase una vez que es soplado.

Tiempo (min)	Tiempo segundos	INICIO		Actividad
0,04	2,36		1	Tomar el envase.
0,06	3,37		2	Cortar rebaba de la base.
0,05	2,71		3	Cortar rebaba del cuello.
0,05	3,21		4	Buscar defectos en el envase.
0,03	1,83		5	Colocar en la caja
0,47	28,13		2	Enfriamiento del envase.
0,05	3,05		6	Tomar el envase
0,06	3,33		1	Revisión de defectos.
0,05	2,80			Colocar en la caja.
<b>0,85</b>	<b>50,78</b>		<b>FIN</b>	<b>TOTAL</b>

Figura N° 15 : Diagrama de flujo del rebabeo actual

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

En los gráficos se pueden apreciar los flujos del proceso del proceso actual, la limpieza del cabezal y rebabeo utilizados actualmente.

### Diagrama de flujo del proceso actual

En la tabla N° 6 se observa el diagrama del proceso actual para la el cambio del cabezal.

Además se presenta un resumen del total de actividades.



Tabla N° 6: Diagrama de flujo del proceso para cambio del cabezal

Ubicación: Extrusión Soplado Empaqlast		Resumen						
		Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros			
Actividad: Cambio cabezal		Operación	7					
Fecha: 12-07-2017		Transporte	2					
Operador: Elgar Olivero		Retrasos	3					
Analista: Juan Morales								
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Inspección	0					
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Almacenamiento	0					
Tipo: Trabajador Material <u>Máquina</u>		Tiempo (minutos)	519					
Comentarios		Distancia (pies)	24					
		Costo	\$ 14,36					
Descripción de los elementos	Símbolo					Tiempo (minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método
Parar la máquina	○	⇒	D	□	▽	5		
Desmontar el cabezal	○	⇒	D	□	▽	120		Programar con anticipación el desmontaje del cabezal
Buscar elementos de limpieza	○	⇒	D	□	▽	5		Tener listos los elementos de limpieza previamente
Limpieza del cabezal	○	⇒	D	□	▽	180		Utilizar un cabezal de respaldo
Montaje del cabezal	○	⇒	D	□	▽	120		Programar con anticipación
Encendido de la máquina	○	⇒	D	□	▽	1		
Calentamiento de la máquina	○	⇒	D	□	▽	30		
Ingresar parámetros	○	⇒	D	□	▽	10		
Sacar las primeras muestras	○	⇒	D	□	▽	15		
Llevar las muestras al laboratorio	○	⇒	D	□	▽	4	12	
Esperar la aprobación de control de calidad	○	⇒	D	□	▽	25		
Regresar con las muestras aprobadas	○	⇒	D	□	▽	4	12	

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

En la tabla N° 7 se observa el tiempo de ciclo utilizado para el proceso total de soplado, rebabeo, inspección y empaque del envase AVON 1 l.

Tabla N° 7: Diagrama de flujo del proceso de soplado y rebabeo

Ubicación: Extrusión Soplado Empaoplast		Resumen						
		Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros			
Actividad: Producción envase Avon 1 l		Operación	3					
Fecha: 12-07-2017		Transporte	0					
Operador: Elgar Olivero	Analista: Juan Morales	Retrasos	0					
<i>Encierre en un círculo el método y tipo apropiados</i> Método: <input checked="" type="radio"/> Presente <input type="radio"/> Propuesto Tipo: <input checked="" type="radio"/> Trabajador <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina Comentarios		Inspección	1					
		Almacenamiento	1					
		Tiempo (seg)	35,048					
		Distancia (pies)						
		Costo	\$ 0,146					
Descripción de los elementos	Símbolo					Tiempo (segundos)	Distancia	Recomendaciones al método
Soplado del envase	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	21,575		
Tomar el envase	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2,3575		Utilizar guantes
Rebabeo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6,08		Cambio de la cuchilla de corte
Inspección Visual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3,2055		
Colocar en la caja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	1,83		

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

### Selección del trabajo

A continuación se detallan los factores que influyen directamente en el proceso; tales como factor humano, económico y funcionalidad. Factores que están relacionados con el tiempo de ciclo.

### **Estudio del ambiente / entorno del trabajo**

Las tablas del anexo 1, se muestra el entorno actual del proceso de soplado del envase AVON 1 l.

### **Punto de vista humano**

- La máquina no dispone de sensores o puertas que protejan al operario cuando quiere hacer algún ajuste directamente en el molde.
- El uso de la navaja o estilete utilizado para el rebabeo puede ocasionar cortes al operario.
- El envase Avon 1 l sale caliente del equipo, 45°C, lo que puede ocasionar quemaduras superficiales al operario.
- La silla en la cual se sienta el operario para el rebabeo y empaque del producto no es la adecuada. Esta es fija y no gira conjuntamente con el operario.
- El operario realiza giros innecesarios para empaquetar y rebabeo.

### **Desde el punto de vista económico**

- Existen paras seguidas en la producción del envase porque el mismo sale rayado en el cuerpo, lo que es provocado porque el cabezal se encuentra sucio, ocasionando atrasos en la entrega del producto, paras no programadas y por ende disminución de la productividad.

### **Desde el punto de vista funcional del trabajo**

- Pérdida de tiempo debido a que el envase sale defectuoso de la máquina debido a que el cabezal se encuentra sucio.
- Se utilizan diferentes materias primas (Braskem y Excelene) para elaborar el envase, las cuales tienen diferentes propiedades. Al momento de cambiar de materia prima el envase empieza a salir rayado y el cabezal se ensucia.
- No se dispone de un formato de liberación de materia prima por parte del operario, se han encontrado astillas en la materia prima, lo que provoca daños internos en el equipo y que el cabezal empiece a fallar.

A fin de profundizar la situación actual del proceso se evalúan, mediante tablas, los movimientos, therbligs, maquinaria, herramientas y ambiente de trabajo. Factores que involucran el recurso humano, equipos y puesto del trabajo.

Como se puede observar en las tablas los movimientos que realiza el operador no son adecuados, los mismos causan fatiga al operador y a la vez, al ser movimientos repetitivos, problemas físicos o de salud.

Existen micromovimientos que realiza el operario, los cuales se pueden eliminar y de esta manera reducir el tiempo de ciclo.

En cuanto a la máquina se puede observar que la misma no presenta ningún tipo de seguridad para el operario ni para el operador. A la misma le hace falta un sistema de automatización. Además no se encuentra ergonómicamente posicionada con el operador.

El ambiente o entorno de trabajo en el cual se desenvuelve el operario no es el adecuado, falta iluminación, protección al ruido, mejorar las condiciones térmicas y realizar un análisis de vibración.

### **Estudio del trabajo**

En base a la producción del envase por lote, a continuación se encuentran las cantidades producidas por cada mes desde julio 2016 a diciembre 2016

Tabla N° 8: Datos de producción julio – diciembre 2016

FECHA	DESCRIPCION PRODUCTO	PRODUCCION								
		CICLO	CAV.	PESO	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	TOTAL	KG PRODUCIDOS	LOTE
<b>JULIO</b>										
vie, 01-jul-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2560	2432	2176	7168	437,25	903
<b>TOTAL</b>								<b>7168</b>	<b>437,25</b>	
sáb, 02-jul-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3712	3712	0	7424	452,86	903
<b>TOTAL</b>								<b>7424</b>	<b>452,86</b>	
dom, 03-jul-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	1536	0	0	1536	93,70	903
<b>TOTAL</b>								<b>1536</b>	<b>93,70</b>	
<b>AGOSTO</b>										
mar, 30-ago-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	0	256	0	256	15,62	1222
<b>TOTAL</b>								<b>256</b>	<b>15,62</b>	
mié, 31-ago-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2560	2496	2624	7680	468,48	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7680</b>	<b>468,48</b>	
<b>SEPTIEMBRE</b>										
jue, 01-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2560	2496	2560	7616	464,58	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7616</b>	<b>464,58</b>	
vie, 02-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	384	2496	2496	5376	327,94	1222
<b>TOTAL</b>								<b>5376</b>	<b>327,94</b>	
sáb, 03-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3648	3648	0	7296	445,06	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7296</b>	<b>445,06</b>	
dom, 04-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3712	3328	0	7040	429,44	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7040</b>	<b>429,44</b>	
lun, 05-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2368	2368	2496	7232	441,15	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7232</b>	<b>441,15</b>	
mar, 06-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2496	2496	2496	7488	456,77	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7488</b>	<b>456,77</b>	
mié, 07-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2496	2496	7424	452,86	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7424</b>	<b>452,86</b>	
jue, 08-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2368	2304	2112	6784	413,82	1222
<b>TOTAL</b>								<b>6784</b>	<b>413,82</b>	
vie, 09-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2496	2560	7488	456,77	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7488</b>	<b>456,77</b>	
sáb, 10-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	0	3776	3840	7616	464,58	1222
<b>TOTAL</b>								<b>7616</b>	<b>464,58</b>	
dom, 11-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	0	3712	3840	7552	460,67	1268
<b>TOTAL</b>								<b>7552</b>	<b>460,67</b>	
lun, 12-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2368	2560	2560	7488	456,77	1268
<b>TOTAL</b>								<b>7488</b>	<b>456,77</b>	
mar, 13-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2496	2368	2496	7360	448,96	1268
<b>TOTAL</b>								<b>7360</b>	<b>448,96</b>	

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 8: Datos de producción julio – diciembre 2016

FECHA	DESCRIPCION PRODUCTO	PRODUCCION								
	PRODUCTO	CICLO	CAV.	PESO	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	TOTAL	KG PRODUCIDOS	LOTE
mié, 14-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	1984	2496	2496	6976	425,54	1268
<b>TOTAL</b>								6976	425,54	
jue, 15-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	1600	2560	2432	6592	402,11	1268
<b>TOTAL</b>								6592	402,11	
vie, 16-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2112	2496	2368	6976	425,54	1268
<b>TOTAL</b>								6976	425,54	
sáb, 17-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3648	0	3712	7360	448,96	1268
<b>TOTAL</b>								7360	448,96	
dom, 18-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3776	0	3776	7552	460,67	1268
<b>TOTAL</b>								7552	460,67	
lun, 19-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2176	2496	2560	7232	441,15	1268
<b>TOTAL</b>								7232	441,15	
mar, 20-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2176	2496	2496	7168	437,25	1332
<b>TOTAL</b>								7168	437,25	
mié, 21-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2496	2496	2496	7488	456,77	1332
<b>TOTAL</b>								7488	456,77	
jue, 22-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2496	2560	7488	456,77	1332
<b>TOTAL</b>								7488	456,77	
vie, 23-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2176	2496	2304	6976	425,54	1332
<b>TOTAL</b>								6976	425,54	
sáb, 24-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3840	3776	0	7616	464,58	1332
<b>TOTAL</b>								7616	464,58	
dom, 25-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	3776	3648	0	7424	452,86	1332
<b>TOTAL</b>								7424	452,86	
lun, 26-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2496	2432	7360	448,96	1332
<b>TOTAL</b>								7360	448,96	
mar, 27-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2304	1728	2432	6464	394,30	1332
<b>TOTAL</b>								6464	394,30	
mié, 28-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2240	2432	7104	433,34	1332
<b>TOTAL</b>								7104	433,34	
jue, 29-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2496	2176	7104	433,34	1332
<b>TOTAL</b>								7104	433,34	
vie, 30-sep-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2432	2496	2496	7424	452,86	1332
<b>TOTAL</b>								7424	452,86	
<b>OCTUBRE</b>										
sáb, 01-oct-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	0	3648	3584	7232	441,15	1332
<b>TOTAL</b>								7232	441,15	
dom, 02-oct-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	0	3712	3712	7424	452,86	1332
<b>TOTAL</b>								7424	452,86	
lun, 03-oct-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2560	2432	2496	7488	456,77	1332
<b>TOTAL</b>								7488	456,77	
mar, 04-oct-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	2560	2496	2560	7616	464,58	1332
<b>TOTAL</b>								7616	464,58	
mié, 05-oct-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	0	2560	384	2944	179,58	1332
<b>TOTAL</b>								2944	179,58	
lun, 10-oct-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L1513800	22	2	61	1280	0	960	2240	136,64	1332
<b>TOTAL</b>								2240	136,64	

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 8: Datos de producción julio – diciembre 2016



FECHA	DESCRIPCION PRODUCTO	PRODUCCION									
		PRODUCTO	CICLO	CAV.	PESO	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	TOTAL	KG PRODUCIDOS	LOTE
<b>NOVIEMBRE</b>											
jue, 17-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	1280	0	0	1280	78,08	1669
<b>TOTAL</b>									1280	78,08	
vie, 18-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	2304	2368	2368	7040	429,44	1669
<b>TOTAL</b>									7040	429,44	
sáb, 19-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	3648	0	3392	7040	429,44	1669
<b>TOTAL</b>									7040	429,44	
dom, 20-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	3584	0	3392	6976	425,54	1669
<b>TOTAL</b>									6976	425,54	
lun, 21-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	2304	2368	2496	7168	437,25	1693
<b>TOTAL</b>									7168	437,25	
mar, 22-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	2304	2304	2304	6912	421,63	1693
<b>TOTAL</b>									6912	421,63	
mié, 23-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	2496	2432	2368	7296	445,06	1693
<b>TOTAL</b>									7296	445,06	
jue, 24-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	2432	2368	2496	7296	445,06	1693
<b>TOTAL</b>									7296	445,06	
vie, 25-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	2176	2432	2368	6976	425,54	1693
<b>TOTAL</b>									6976	425,54	
sáb, 26-nov-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		22	2	61	3648	2752	0	6400	390,40	1693
<b>TOTAL</b>									6400	390,40	
<b>DICIEMBRE</b>											
mié, 14-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2368	2496	1536	6400	390,40	1427
<b>TOTAL</b>									6400	390,40	
jue, 15-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2432	1984	2432	6848	417,73	1427
<b>TOTAL</b>									6848	417,73	
vie, 16-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2496	0	1280	3776	230,34	1427
<b>TOTAL</b>									3776	230,34	
dom, 18-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	384	3072	0	3456	210,82	
<b>TOTAL</b>									3456	210,82	
lun, 19-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2368	2368	2368	7104	433,34	1867
<b>TOTAL</b>									7104	433,34	
mar, 20-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2304	2432	1536	6272	382,59	1867
<b>TOTAL</b>									6272	382,59	
mié, 21-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2304	2368	2432	7104	433,34	1867
<b>TOTAL</b>									7104	433,34	
jue, 22-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2304	2432	2432	7168	437,25	1867
<b>TOTAL</b>									7168	437,25	
vie, 23-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	1280	2496	2368	6144	374,78	1867
<b>TOTAL</b>									6144	374,78	
sáb, 24-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	0	3072	3584	6656	406,02	1867
<b>TOTAL</b>									6656	406,02	
dom, 25-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	0	3712	3456	7168	437,25	1867
<b>TOTAL</b>									7168	437,25	
lun, 26-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	2368	2432	2304	7104	433,34	1867
<b>TOTAL</b>									7104	433,34	
mar, 27-dic-16	ENVASE PEAD 1LT NATURAL AVON / REF. L151380D		21,6	2	61	0	1792	0	1792	109,31	1867
<b>TOTAL</b>									1792	109,31	

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

### Medición de tiempos actuales utilizados en el proceso

Con toda la información concerniente al proceso y operario se procede con la etapa de cronometraje.

### Método de estudio de tiempos continuo con calificación global

El estudio de tiempos se lo realiza con cronómetro. Como resultado de esta técnica se presenta un registro completo de todo el período de observación. Este método de cronometraje continuo con calificación global se adapta mejor a la medición y al registro de elementos muy cortos.

Tabla N° 9: Muestra datos de producción julio – diciembre 2016

ACTIVIDADES	Muestras Tomadas de acuerdo al cálculo																					Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
A Soplado del envase	21,60	21,57	21,57	21,50	21,60	21,50	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,57	21,57	21,50	21,60	21,50	21,60	21,60	21,60	21,60	21,60	21,58
B Tomar el envase	2,91	2,09	2,35	2,39	2,04	2,91	2,09	2,39	2,04	2,36	2,91	2,09	2,35	2,39	2,04	2,91	2,09	2,39	2,04	2,36	2,36	2,36
C Rebabeo	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08
D Inspección Visual	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21
E Colocar en la caja	1,71	1,86	1,75	2,00	1,71	1,86	1,75	2,00	1,83	1,83	1,71	1,86	1,75	2,00	1,71	1,86	1,75	2,00	1,83	1,83	1,83	1,83
<b>TOTAL</b>	35,51	34,81	34,96	35,18	34,64	35,56	34,73	35,28	34,76	35,07	35,51	34,81	34,96	35,18	34,64	35,56	34,73	35,28	34,76	35,07	35,07	35,05

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Calificación Sistema Westinghouse

Para calificar el proceso de rebabeo actual se aplicó el Sistema Westinghouse, el cual considera cuatro factores (habilidad, esfuerzo, condiciones y regularidad) los cuales se indican en la tabla 10.

Para los suplementos y la holgura se tomó en cuenta la tabla recomendada por la Oficina Internacional del trabajo, del anexo 2.

Tabla N° 10: Calificación Sistema Westinghouse



HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Medio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0.00	D	Medias	0.00	D	Media
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobre

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 11 : Calificación Sistema Westinghouse proceso actual

FV= 1+CALIFICACIÓN		
<b>CALIFICACIÓN:</b>		
Habilidad	A2	0,13
Esfuerzo	A2	0,12
Condiciones	E	-0,03
Consistencia	B	0,03
<b>TOTAL</b>		<b>0,25</b>
<b>FV=</b>	<b>1,25</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>		
Pie	0,02	
Intermitente fuerte	0,02	
Necesidades	0,05	
Fatiga	0,04	
<b>TOTAL</b>	<b>0,13</b>	
		<b>Holgura</b>
0,13		<b>1,13</b>

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

El 1,25 obtenido, es el factor de calificación por velocidad (FV)

### Estudio de tiempos con calificación global

Debido a que el ciclo de rebabeo es corto, se aplica el método continuo.

En la siguiente tabla se toma en cuenta la calificación (C) obtenida del factor de calificación por velocidad, la lectura del cronómetro (LC), el tiempo observado (TO) y el tiempo normal(TN)

Tabla N° 12: Estudio de tiempos con calificación global del proceso actual

Forma para observación de estudio de tiempos					Estudio #: 1				Fecha: 12/9/2016				Observador: Juan Morales							
					Operación: Soplado envase 1 L				Operador: Elgar Olivero				Pág.: 1 / 1							
Elemento y descripción	A				B				C				D				E			
	Soplado del envase				Tomar el envase e inspección visual				Rebabeo				Inspección Visual				Colocar en la caja			
Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN
1	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.91	24.51	-	1.25	6.08	30.59	-	1.25	3.21	33.80	-	1.25	1.71	35.51	-
2	1.25	21.57	21.57	-	1.25	2.09	23.66	-	1.25	6.08	29.74	-	1.25	3.21	32.95	-	1.25	1.86	34.81	-
3	1.25	21.57	21.57	-	1.25	2.35	23.92	-	1.25	6.08	30.00	-	1.25	3.21	33.21	-	1.25	1.75	34.96	-
4	1.25	21.50	21.50	-	1.25	2.39	23.89	-	1.25	6.08	29.97	-	1.25	3.21	33.18	-	1.25	2.00	35.18	-
5	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.04	23.64	-	1.25	6.08	29.72	-	1.25	3.21	32.93	-	1.25	1.71	34.64	-
6	1.25	21.50	21.50	-	1.25	2.91	24.41	-	1.25	6.08	30.49	-	1.25	3.21	33.70	-	1.25	1.86	35.56	-
7	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.09	23.69	-	1.25	6.08	29.77	-	1.25	3.21	32.98	-	1.25	1.75	34.73	-
8	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.39	23.99	-	1.25	6.08	30.07	-	1.25	3.21	33.28	-	1.25	2.00	35.28	-
9	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.04	23.64	-	1.25	6.08	29.72	-	1.25	3.21	32.93	-	1.25	1.83	34.76	-
10	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.36	23.96	-	1.25	6.08	30.04	-	1.25	3.21	33.24	-	1.25	1.83	35.07	-
11	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.91	24.51	-	1.25	6.08	30.59	-	1.25	3.21	33.80	-	1.25	1.71	35.51	-
12	1.25	21.57	21.57	-	1.25	2.09	23.66	-	1.25	6.08	29.74	-	1.25	3.21	32.95	-	1.25	1.86	34.81	-
13	1.25	21.57	21.57	-	1.25	2.35	23.92	-	1.25	6.08	30.00	-	1.25	3.21	33.21	-	1.25	1.75	34.96	-
14	1.25	21.50	21.50	-	1.25	2.39	23.89	-	1.25	6.08	29.97	-	1.25	3.21	33.18	-	1.25	2.00	35.18	-
15	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.04	23.64	-	1.25	6.08	29.72	-	1.25	3.21	32.93	-	1.25	1.71	34.64	-
16	1.25	21.50	21.50	-	1.25	2.91	24.41	-	1.25	6.08	30.49	-	1.25	3.21	33.70	-	1.25	1.86	35.56	-
17	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.09	23.69	-	1.25	6.08	29.77	-	1.25	3.21	32.98	-	1.25	1.75	34.73	-
18	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.39	23.99	-	1.25	6.08	30.07	-	1.25	3.21	33.28	-	1.25	2.00	35.28	-
19	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.04	23.64	-	1.25	6.08	29.72	-	1.25	3.21	32.93	-	1.25	1.83	34.76	-
20	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.36	23.96	-	1.25	6.08	30.04	-	1.25	3.21	33.24	-	1.25	1.83	35.07	-
21	1.25	21.60	21.60	-	1.25	2.36	23.96	-	1.25	6.08	30.04	-	1.25	3.21	33.24	-	1.25	1.83	35.07	-
<b>RESUMEN</b>																				
TO Total	453.08				49.49				127.68				67.32				38.43			
Calificación	1.25				1.25				1.25				1.25				1.25			
TN Total	566.35				61.87				159.60				84.14				48.04			
Núm. De Observaciones	21				21				21				21				21			
TN Promedio	26.969				2.946				7.600				4.007				2.288			
Holgura	1.13				1.13				1.13				1.13				1.13			
Tiempo estandar elemental	30.475				3.329				8.588				4.528				2.585			
Núm. De Ocurrencias	1				1				1				1				1			
Tiempo estandar	30.475				3.329				8.588				4.528				2.585			
Tiempo estandar total	49.505																			
Paradas / segundo	0.020																			
paradas / minuto	1.212																			
Cpe (paradas/segundo)	0.020																			
Cpe (paradas/hora)	72.720																			
Para 2 operarios																				
De acuerdo al diagrama HOMBRE MÁQUINA																				
Tiempo de ciclo:	0,8463 min																			
Capacidad de producción:	2,363 parada/min																			
Capacidad de producción:	141,79 parada/h																			

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

## Valoración del ritmo del trabajo y suplementos del estudio actual

Balanceo de Línea actual para 25000 un.

Demanda u orden de producción      25000 u/semana

H de trabajo por semana                      168 h

Tiempo estándar                       $\sum ts$     23,3 seg.  
 $\sum$  tiempo de cada elemento o actividad del trabajo

$$\text{Tasa de producción deseada (u/h) } r = \frac{25000 \text{ u/sem}}{168 \text{ h}} = 148,81 \text{ u/h}$$

$$\text{Tiempo de ciclo (h/u) } c = \frac{1}{r} = \frac{1}{148,81} = 0,007 \text{ h/u} = 0,40 \text{ min/u} = 24 \text{ s}$$

$$\text{Estaciones Mínimo Teórico (n) } TM = \frac{\sum ts}{c} = \frac{23,3}{24} = 0,96 = 1$$

$$\text{Eficiencia (\%)} E = \frac{\sum ts \times 100}{n \times c} = \frac{23,3 \times 100}{1 \times 24} = 96,31 \%$$

$$\text{Retraso del balanceo (\%)} = 100 - \text{Eficiencia} = 3,69 \%$$

## Cálculo de la productividad

Par el cálculo de la productividad se debe tomar en cuenta: las unidades producidas, el precio, los costos, los cuales se detallan a continuación en las siguientes tablas.

Tabla N° 13: Unidades producidas y materia prima período julio – diciembre 2016

FECHA	PRODUCCIÓN / TURNO				LOTE	PESO	Kg. MP utilizada	Desperdicio (Kg)	Costo MP/Kg (Costo 42 \$/saco de 25 Kg)	COSTO TOTAL MP
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	TOTAL						
<b>JULIO</b>										
vie, 01-jul-16	2560	2432	2176	7168	903	61,00	437,25	5,00	1,68	742,98
sáb, 02-jul-16	3712	3712	0	7424	903	61,00	452,86		1,68	760,81
dom, 03-jul-16	1536	0	0	1536	903	61,00	93,70		1,68	157,41
<b>AGOSTO</b>										
mar, 30-ago-16	0	256	0	256	1222	62,00	15,87	5,00	1,68	35,06
mié, 31-ago-16	2560	2496	2624	7680	1222	62,00	476,16	14,00	1,68	823,47
<b>SEPTIEMBRE</b>										
jue, 01-sep-16	2560	2496	2560	7616	1222	61,00	464,58	1,00	1,68	782,17
vie, 02-sep-16	384	2496	2496	5376	1222	61,00	327,94		1,68	550,93
sáb, 03-sep-16	3648	3648	0	7296	1222	61,00	445,06	3,00	1,68	752,73
dom, 04-sep-16	3712	3328	0	7040	1222	61,00	429,44		1,68	721,46
lun, 05-sep-16	2368	2368	2496	7232	1222	61,00	441,15		1,68	741,14
mar, 06-sep-16	2496	2496	2496	7488	1222	63,00	471,74		1,68	792,53
mié, 07-sep-16	2432	2496	2496	7424	1222	61,00	452,86		1,68	760,81
jue, 08-sep-16	2368	2304	2112	6784	1222	63,00	427,39	6,00	1,68	728,10
vie, 09-sep-16	2432	2496	2560	7488	1222	61,00	456,77		1,68	767,37
sáb, 10-sep-16	0	3776	3840	7616	1222	63,00	479,81		1,68	806,08
dom, 11-sep-16	0	3712	3840	7524	1268	61,00	460,67		1,68	773,93
lun, 12-sep-16	2368	2560	2560	7488	1268	63,00	471,74		1,68	792,53
mar, 13-sep-16	2496	2368	2496	7360	1268	61,00	448,96	1,00	1,68	755,93
mié, 14-sep-16	1984	2496	2496	6976	1268	61,00	425,54	2,00	1,68	718,26
jue, 15-sep-16	1600	2560	2432	6592	1268	61,00	402,11		1,68	675,55
vie, 16-sep-16	2112	2496	2368	6976	1268	61,00	425,54		1,68	714,90
sáb, 17-sep-16	3648	0	3712	7360	1268	61,00	448,96		1,68	754,25
dom, 18-sep-16	3776	0	3776	7552	1268	61,00	460,67		1,68	773,93
lun, 19-sep-16	2176	2496	2560	7232	1268	63,00	455,62		1,68	765,43
mar, 20-sep-16	2176	2496	2496	7168	1332	61,00	437,25		1,68	734,58
mié, 21-sep-16	2496	2496	2496	7488	1332	61,00	456,77	2,00	1,68	770,73
jue, 22-sep-16	2432	2496	2560	7488	1332	61,00	456,77	2,00	1,68	770,73
vie, 23-sep-16	2176	2496	2304	6976	1332	61,00	425,54		1,68	714,90
sáb, 24-sep-16	3840	3776	0	7616	1332	61,00	464,58		1,68	780,49
dom, 25-sep-16	3776	3648	0	7424	1332	61,00	452,86		1,68	760,81
lun, 26-sep-16	2432	2496	2432	7360	1332	61,00	448,96		1,68	754,25
mar, 27-sep-16	2304	1728	2432	6464	1332	61,00	394,30		1,68	662,43
mié, 28-sep-16	2432	2240	2432	7104	1332	61,00	433,34	36,00	1,68	788,50
jue, 29-sep-16	2432	2496	2176	7104	1332	61,00	433,34		1,68	728,02
vie, 30-sep-16	2432	2496	2496	7424	1332	61,00	452,86	45,00	1,68	836,41

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 12: Unidades producidas y costo materia prima período julio – diciembre 2016

FECHA	PRODUCCIÓN / TURNO				LOTE	PESO	Kg. MP utilizada	Desperdicio (Kg)	Costo MP/Kg (Costo 42 \$/saco de 25 Kg)	COSTO TOTAL MP
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	TOTAL						
<b>OCTUBRE</b>										
sáb, 01-oct-16	0	3648	3584	7232	1332	61,00	441,15		1,68	741,14
dom, 02-oct-16	0	3712	3712	7424	1332	61,00	452,86	16,00	1,68	787,69
lun, 03-oct-16	2560	2432	2496	7488	1332	62,00	464,26		1,68	779,95
mar, 04-oct-16	2560	2496	2560	7616	1332	62,00	472,19		1,68	793,28
mié, 05-oct-16	0	2560	384	2944	1332	61,00	179,58	10,00	1,68	318,50
lun, 10-oct-16	1280	0	960	2240	1332	61,00	136,64		1,68	229,56
<b>NOVIEMBRE</b>										
jue, 17-nov-16	1280	0	0	1280	1669	61,00	78,08		1,68	131,17
vie, 18-nov-16	2304	2368	2368	7040	1669	61,00	429,44		1,68	721,46
sáb, 19-nov-16	3648	0	3392	7040	1669	63,00	443,52		1,68	745,11
dom, 20-nov-16	3584	0	3392	6976	1669	63,00	439,49	7,00	1,68	750,10
lun, 21-nov-16	2304	2368	2496	7168	1693	63,00	451,58	5,00	1,68	767,06
mar, 22-nov-16	2304	2304	2304	6912	1693	63,00	435,46		1,68	731,57
mié, 23-nov-16	2496	2432	2368	7296	1693	61,00	445,06		1,68	747,69
jue, 24-nov-16	2432	2368	2496	7296	1693	61,00	445,06		1,68	747,69
vie, 25-nov-16	2176	2432	2368	6976	1693	61,00	425,54	1,00	1,68	716,58
sáb, 26-nov-16	3648	2752	0	6400	1693	63,00	403,20		1,68	677,38
<b>DICIEMBRE</b>										
mié, 14-dic-16	2368	2496	1536	6400	1427	62,00	396,80		1,68	666,62
jue, 15-dic-16	2432	1984	2432	6848	1427	62,00	424,58		1,68	713,29
vie, 16-dic-16	2496	0	1280	3776	1427	62,00	234,11	1,00	1,68	394,99
dom, 18-dic-16	384	3072	0	3456		62,00	214,27		1,68	359,98
lun, 19-dic-16	2368	2368	2368	7104	1867	61,00	433,34		1,68	728,02
mar, 20-dic-16	2304	2432	1536	6272	1867	61,00	382,59		1,68	642,75
mié, 21-dic-16	2304	2368	2432	7104	1867	61,00	433,34	1,00	1,68	729,70
jue, 22-dic-16	2304	2432	2432	7168	1867	61,00	437,25		1,68	734,58
vie, 23-dic-16	1280	2496	2368	6144	1867	62,00	380,93		1,68	639,96
sáb, 24-dic-16	0	3072	3584	6656	1867	62,00	412,67		1,68	693,29
dom, 25-dic-16	0	3712	3456	7168	1867	62,00	444,42		1,68	746,62
lun, 26-dic-16	2368	2432	2304	7104	1867	61,00	433,34		1,68	728,02
mar, 27-dic-16	0	1792	0	1792	1867	63,00	112,90	5,00	1,68	198,07
	<b>Un. Producidas</b>			<b>416448</b>	<b>TOTAL</b>	<b>25171</b>	<b>168</b>			<b>\$ 43.311,42</b>

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 14: Costo mano de obra julio – diciembre 2016

FECHA	PRODUCCIÓN / TURNO				LOTE	COSTO MO Operario / hora (USD)	Horas Normales		Horas 25%	Horas 50%	Horas fin de semana 100%	TOTAL HORAS / DÍA	Operarios / Máq.	COSTO MO
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	TOTAL			Turno 1	Turno 2						
<b>JULIO</b>														
vie, 01-jul-16	2560	2432	2176	7168	903	1,67	8	4	4	8	0	29	2	96,67
sáb, 02-jul-16	3712	3712	0	7424	903	1,67					48	48	2	160
dom, 03-jul-16	1536	0	0	1536	903	1,67					24	24	2	80
<b>AGOSTO</b>														
mar, 30-ago-16	0	256	0	256	1222	1,67		8				8	2	26,67
mié, 31-ago-16	2560	2496	2624	7680	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
<b>SEPTIEMBRE</b>														
jue, 01-sep-16	2560	2496	2560	7616	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 02-sep-16	384	2496	2496	5376	1222	1,67	3	4	4	8		24	2	80
sáb, 03-sep-16	3648	3648	0	7296	1222	1,67					48	48	2	160
dom, 04-sep-16	3712	3328	0	7040	1222	1,67					48	48	2	160
lun, 05-sep-16	2368	2368	2496	7232	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 06-sep-16	2496	2496	2496	7488	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 07-sep-16	2432	2496	2496	7424	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 08-sep-16	2368	2304	2112	6784	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 09-sep-16	2432	2496	2560	7488	1222	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
sáb, 10-sep-16	0	3776	3840	7616	1222	1,67					48	48	2	160
dom, 11-sep-16	0	3712	3840	7524	1268	1,67					48	48	2	160
lun, 12-sep-16	2368	2560	2560	7488	1268	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 13-sep-16	2496	2368	2496	7360	1268	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 14-sep-16	1984	2496	2496	6976	1268	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 15-sep-16	1600	2560	2432	6592	1268	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 16-sep-16	2112	2496	2368	6976	1268	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
sáb, 17-sep-16	3648	0	3712	7360	1268	1,67					48	48	2	160
dom, 18-sep-16	3776	0	3776	7552	1268	1,67					48	48	2	160
lun, 19-sep-16	2176	2496	2560	7232	1268	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 20-sep-16	2176	2496	2496	7168	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 21-sep-16	2496	2496	2496	7488	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 22-sep-16	2432	2496	2560	7488	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 23-sep-16	2176	2496	2304	6976	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
sáb, 24-sep-16	3840	3776	0	7616	1332	1,67					48	48	2	160
dom, 25-sep-16	3776	3648	0	7424	1332	1,67					48	48	2	160
lun, 26-sep-16	2432	2496	2432	7360	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 27-sep-16	2304	1728	2432	6464	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 28-sep-16	2432	2240	2432	7104	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 29-sep-16	2432	2496	2176	7104	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 30-sep-16	2432	2496	2496	7424	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investiga

Tabla N° 13: Costo mano de obra julio – diciembre 2016

FECHA	PRODUCCIÓN / TURNO				LOTE	COSTO MO Operario / hora (USD)	Horas Normales		Horas 25%	Horas 50%	Horas fin de semana 100%	TOTAL HORAS / DÍA	Operarios / Máq.	COSTO MO
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	TOTAL			Turno 1	Turno 2						
<b>OCTUBRE</b>														
sáb, 01-oct-16	0	3648	3584	7232	1332	1,67					48	48	2	160
dom, 02-oct-16	0	3712	3712	7424	1332	1,67					48	48	2	160
lun, 03-oct-16	2560	2432	2496	7488	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 04-oct-16	2560	2496	2560	7616	1332	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 05-oct-16	0	2560	384	2944	1332	1,67		4	4	8		21	2	70
lun, 10-oct-16	1280	0	960	2240	1332	1,67	8			8		20	2	66,67
<b>NOVIEMBRE</b>														
jue, 17-nov-16	1280	0	0	1280	1669	1,67	8					8	2	26,67
vie, 18-nov-16	2304	2368	2368	7040	1669	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
sáb, 19-nov-16	3648	0	3392	7040	1669	1,67					48	48	2	160
dom, 20-nov-16	3584	0	3392	6976	1669	1,67					48	48	2	160
lun, 21-nov-16	2304	2368	2496	7168	1693	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 22-nov-16	2304	2304	2304	6912	1693	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 23-nov-16	2496	2432	2368	7296	1693	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 24-nov-16	2432	2368	2496	7296	1693	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 25-nov-16	2176	2432	2368	6976	1693	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
sáb, 26-nov-16	3648	2752	0	6400	1693	1,67					48	48	2	160
<b>DICIEMBRE</b>														
mié, 14-dic-16	2368	2496	1536	6400	1427	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 15-dic-16	2432	1984	2432	6848	1427	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 16-dic-16	2496	0	1280	3776	1427	1,67	8			8		20	2	66,67
dom, 18-dic-16	384	3072	0	3456		1,67					48	48	2	160
lun, 19-dic-16	2368	2368	2368	7104	1867	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 20-dic-16	2304	2432	1536	6272	1867	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mié, 21-dic-16	2304	2368	2432	7104	1867	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
jue, 22-dic-16	2304	2432	2432	7168	1867	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
vie, 23-dic-16	1280	2496	2368	6144	1867	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
sáb, 24-dic-16	0	3072	3584	6656	1867	1,67					48	48	2	160
dom, 25-dic-16	0	3712	3456	7168	1867	1,67					48	48	2	160
lun, 26-dic-16	2368	2432	2304	7104	1867	1,67	8	4	4	8		29	2	96,67
mar, 27-dic-16	0	1792	0	1792	1867	1,67		4	4			9	2	30
<b>UN. PRODUCIDAS</b>				<b>416448</b>	<b>COSTO TOTAL MANO DE OBRA</b>									<b>\$ 6.936,67</b>

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador



## Varios

Tabla N° 15: Costos de entrega

Un. Producidas	416448
Un. / caja	64
Cajas / pallet	10
Pallets/camión	35
Un. Por despacho	22400
# despachos	19
Costo / despacho	40
TOTAL	\$ 760,00

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

## Energía

Tabla N° 16: Costos de entrega

Voltaje	V	220
Amperaje	A	105
Potencia	Kw	36,81
Funcionamiento	horas	1461
Potencia consumida	53778,72	
Costo Kw/h	0,085	
Costo energía	\$	4.571,19

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

## Capital

Tabla N° 17: Capital

Unidades producidas	416448
Capital Invertido	511000
% de inversión	0,01
Un/Costo de capital	5110

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador



## Productividad actual del proceso

Tabla N° 18: Productividad actual del proceso

<b>Unidades Producidas</b>	un	416448
<b>Precio / unidad</b>	\$	0,21
<b>Costo MO</b>	\$	6936,67
<b>Costo MP</b>	\$	43311,42
<b>Varios</b>	\$	760
<b>Energía</b>	\$	4571,19
<b>Capital</b>	\$	5110
<b>Productividad</b>	=	$\frac{\text{Productos Obtenidos}}{\text{Costo MO} + \text{Costo MP} + \text{Capital} + \text{Energía} + \text{Varios}}$
<b>Productividad</b>	=	$\frac{\$ 87.454,08}{\$ 60.689,28}$
<b>Productividad</b>	=	1,44

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Con todos los valores del proceso actual se calculó la productividad, dando como resultado 1,44. Este valor se debe a los siguientes factores:

- En las tablas de Costos de Mano de Obra se observan tiempos en los cuales el operario tiene tiempos desperdiciados en el cual no realiza ninguna actividad.
- En la tabla de costos de Materia Prima se puede observar se observan desperdicio de la materia prima (168 Kg), esto se debe a que la en el proceso ocurren para no programadas e innecesarias debido, principalmente a falla del cabezal o que se requiere la Limpieza del mismo. Estas paras son largas lo que conlleva a retrasos en producción y en tiempos de entrega.

Estos factores influyen directamente en la eficiencia y productividad del proceso.

## Correlación de variables

Para realizar la relación entre la variable independiente (proceso de extrusión soplado) y la variable dependiente (productividad), se tomó los datos de producción del período julio diciembre 2016.

Tabla N° 19: Producción período julio – diciembre 2016

N°	Fecha	UNIDADES	
		PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA
		X	Y
1	vie, 01-jul-16	7168	1,51
2	sáb, 02-jul-16	7424	1,45
3	dom, 03-jul-16	1536	0,91
4	mar, 30-ago-16	236	0,28
5	mié, 31-ago-16	7680	1,50
6	jue, 01-sep-16	7616	1,56
7	vie, 02-sep-16	5376	1,47
8	sáb, 03-sep-16	7296	1,44
9	dom, 04-sep-16	7040	1,43
10	lun, 05-sep-16	7232	1,53
11	mar, 06-sep-16	7488	1,51
12	mié, 07-sep-16	7424	1,54
13	jue, 08-sep-16	6784	1,45
14	vie, 09-sep-16	7488	1,54
15	sáb, 10-sep-16	7616	1,43
16	dom, 11-sep-16	7552	1,46
17	lun, 12-sep-16	7488	1,51
18	mar, 13-sep-16	7360	1,53
19	mié, 14-sep-16	6976	1,51
20	jue, 15-sep-16	6592	1,49
21	vie, 16-sep-16	6976	1,52
22	sáb, 17-sep-16	7360	1,45
23	dom, 18-sep-16	7552	1,46
24	lun, 19-sep-16	7232	1,49
25	mar, 20-sep-16	7168	1,53
26	mié, 21-sep-16	7488	1,54
27	jue, 22-sep-16	7488	1,54
28	vie, 23-sep-16	6976	1,52
29	sáb, 24-sep-16	7616	1,46
30	dom, 25-sep-16	7424	1,45
31	lun, 26-sep-16	7360	1,54
32	mar, 27-sep-16	6464	1,49
33	mié, 28-sep-16	7104	1,43
34	jue, 29-sep-16	7104	1,52
35	vie, 30-sep-16	7424	1,43
36	sáb, 01-oct-16	7232	1,44
37	dom, 02-oct-16	7424	1,41
38	lun, 03-oct-16	7488	1,52
39	mar, 04-oct-16	7616	1,53
40	mié, 05-oct-16	2944	1,19
41	lun, 10-oct-16	2240	1,10
42	jue, 17-nov-16	1280	1,02
43	vie, 18-nov-16	7040	1,52
44	sáb, 19-nov-16	7040	1,39
45	dom, 20-nov-16	6976	1,38
46	lun, 21-nov-16	7168	1,48
47	mar, 22-nov-16	6912	1,48
48	mié, 23-nov-16	7296	1,53
49	jue, 24-nov-16	7296	1,53
50	vie, 25-nov-16	6976	1,51
51	sáb, 26-nov-16	6400	1,35
52	mié, 14-dic-16	6400	1,46
53	jue, 15-dic-16	6848	1,49
54	vie, 16-dic-16	3776	1,34
55	dom, 18-dic-16	3456	1,08
56	lun, 19-dic-16	7104	1,52
57	mar, 20-dic-16	6272	1,47
58	mié, 21-dic-16	7104	1,52
59	jue, 22-dic-16	7168	1,53
60	vie, 23-dic-16	6144	1,45
61	sáb, 24-dic-16	6656	1,39
62	dom, 25-dic-16	7168	1,42
63	lun, 26-dic-16	7104	1,52
64	mar, 27-dic-16	1792	1,05

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

Durante el período julio a diciembre 2016, los días de producción fueron 64. Para el análisis se realiza la correlación por cada mes.

### Julio 2016

En el mes de julio se produjeron 16.128 envases en tres días de producción, la productividad del día domingo 3 de julio es la menor, pese a lo cual la relación entre las dos variables presenta un valor de 0,99 lo cual nos indica que la correlación es positiva muy fuerte

Tabla N° 20: Correlación julio 2016

N°	fecha	UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA	R <sup>2</sup>	R
		X	Y		
1	vie, 01-jul-16	7168	1,51	0,98	0,99
2	sáb, 02-jul-16	7424	1,45		
3	dom, 03-jul-16	1536	0,91		
TOTAL		16128			

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

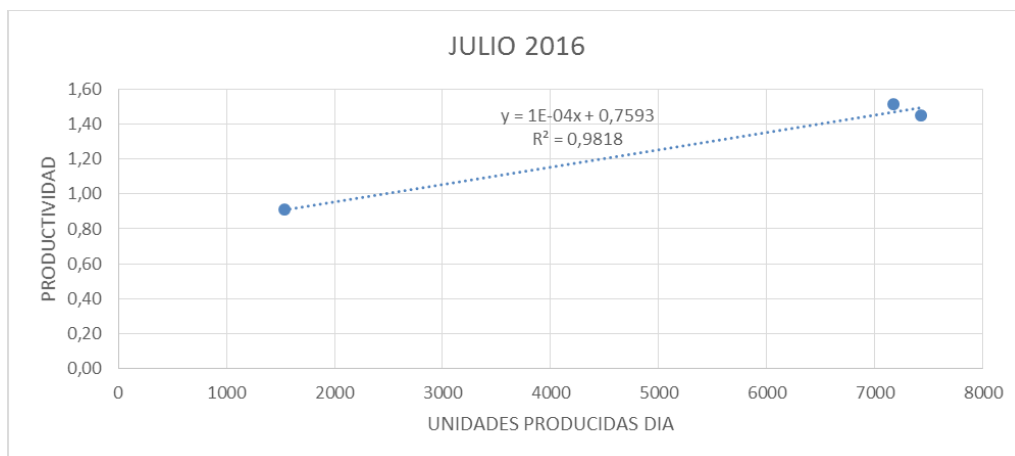


Figura N°16: Correlación mes julio 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## Agosto 2016

En el mes de agosto se produjeron 7.936 envases en dos días de producción, la productividad del día domingo 3 de julio es la menor, pese a lo cual la relación entre las dos variables presenta un valor de 1 lo cual nos indica que la correlación es positiva perfecta.

Tabla N° 21: Correlación agosto 2016

N°	fecha	UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA	R <sup>2</sup>	R
		X	Y		
1	mar, 30-ago-16	256	0,28	1	1
2	mié, 31-ago-16	7680	1,50		
TOTAL		7936			

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

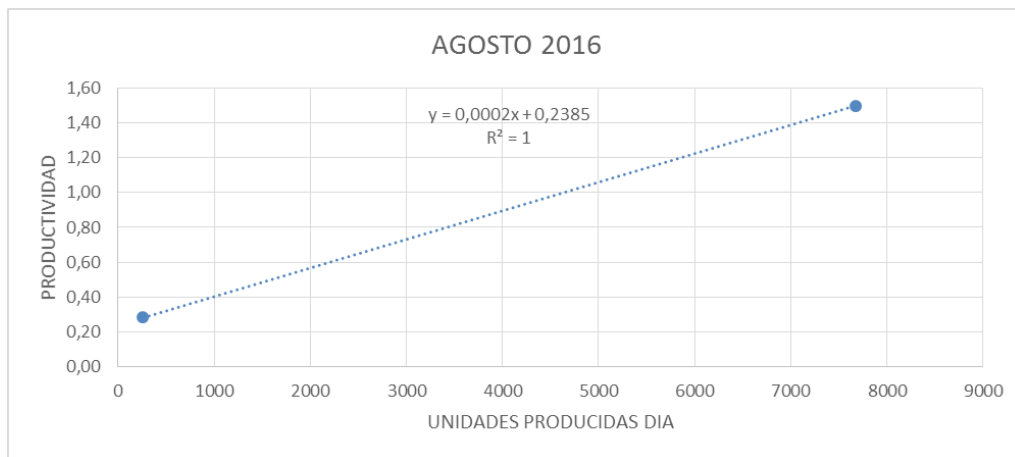


Figura N° 17: Correlación mes agosto 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## Septiembre 2016

En el mes de septiembre se produjeron 216.064 envases en treinta días de producción, la relación entre las dos variables presenta un valor de 0,0002 lo cual nos indica que la correlación es positiva pero débil

Tabla N° 22: Correlación septiembre 2016

N°	fecha	UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA	R <sup>2</sup>	R
		X	Y		
				0,0143	0,0002
1	jue, 01-sep-16	7616	1,56		
2	vie, 02-sep-16	5376	1,47		
3	sáb, 03-sep-16	7296	1,44		
4	dom, 04-sep-16	7040	1,43		
5	lun, 05-sep-16	7232	1,53		
6	mar, 06-sep-16	7488	1,51		
7	mié, 07-sep-16	7424	1,54		
8	jue, 08-sep-16	6784	1,45		
9	vie, 09-sep-16	7488	1,54		
10	sáb, 10-sep-16	7616	1,43		
11	dom, 11-sep-16	7552	1,46		
12	lun, 12-sep-16	7488	1,51		
13	mar, 13-sep-16	7360	1,53		
14	mié, 14-sep-16	6976	1,51		
15	jue, 15-sep-16	6592	1,49		
16	vie, 16-sep-16	6976	1,52		
17	sáb, 17-sep-16	7360	1,45		
18	dom, 18-sep-16	7552	1,46		
19	lun, 19-sep-16	7232	1,49		
20	mar, 20-sep-16	7168	1,53		
21	mié, 21-sep-16	7488	1,54		
22	jue, 22-sep-16	7488	1,54		
23	vie, 23-sep-16	6976	1,52		
24	sáb, 24-sep-16	7616	1,46		
25	dom, 25-sep-16	7424	1,45		
26	lun, 26-sep-16	7360	1,54		
27	mar, 27-sep-16	6464	1,49		
28	mié, 28-sep-16	7104	1,43		
29	jue, 29-sep-16	7104	1,52		
30	vie, 30-sep-16	7424	1,43		
TOTAL		216064			

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

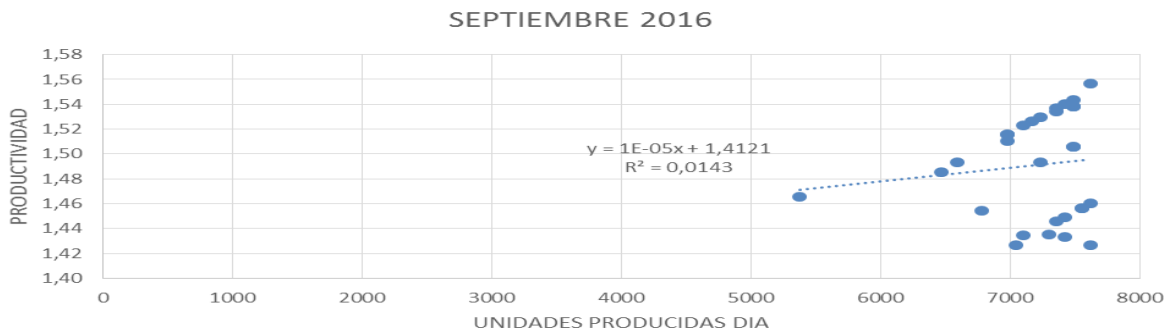


Figura N° 18: Correlación mes septiembre 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Octubre 2016

En el mes de octubre se produjeron 34.944 envases en seis días de producción, la relación entre las dos variables presenta un valor de 0,89 lo cual nos indica que la correlación es positiva considerable.

Tabla N° 23: Correlación octubre 2016

N°	fecha	UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA	R <sup>2</sup>	R
		X	Y		
1	sáb, 01-oct-16	7232	1,44	0,94	0,89
2	dom, 02-oct-16	7424	1,41		
3	lun, 03-oct-16	7488	1,52		
4	mar, 04-oct-16	7616	1,53		
5	mié, 05-oct-16	2944	1,19		
6	lun, 10-oct-16	2240	1,10		
TOTAL		34944			

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

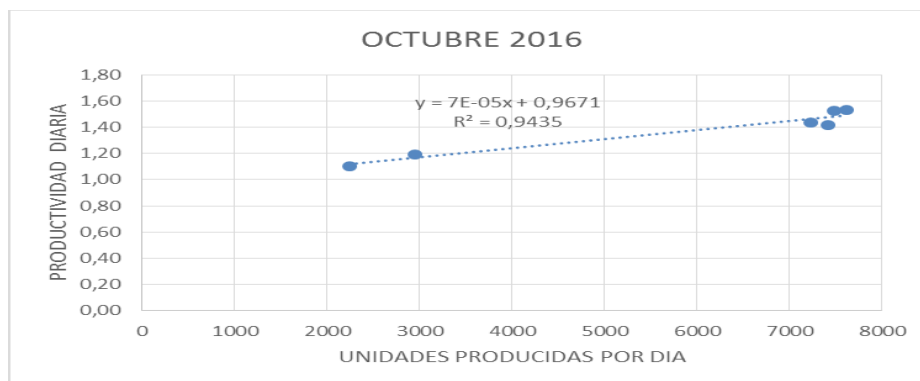


Figura N° 19: Correlación mes octubre 2016

Fuente: Propia

### Noviembre 2016

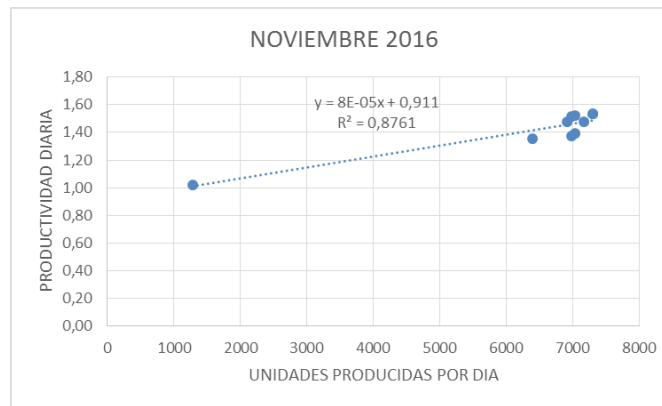
En el mes de noviembre se produjeron 64.384 envases en diez días de producción, la relación entre las dos variables presenta un valor de 0,77 lo cual nos indica que la correlación es positiva considerable.

Tabla N° 24: Correlación noviembre 2016

N°	fecha	UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA	R <sup>2</sup>	R
		X	Y		
1	jue, 17-nov-16	1280	1,02	0,88	0,77
2	vie, 18-nov-16	7040	1,52		
3	sáb, 19-nov-16	7040	1,39		
4	dom, 20-nov-16	6976	1,38		
5	lun, 21-nov-16	7168	1,48		
6	mar, 22-nov-16	6912	1,48		
7	mié, 23-nov-16	7296	1,53		
8	jue, 24-nov-16	7296	1,53		
9	vie, 25-nov-16	6976	1,51		
10	sáb, 26-nov-16	6400	1,35		
TOTAL		64384			

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador



**Figura N° 20: Correlación mes noviembre 2016**

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Diciembre 2016

En el mes de noviembre se produjeron 76.992 envases en diez días de producción, la relación entre las dos variables presenta un valor de 0,72 lo cual nos indica que la correlación es positiva considerable.

Tabla N° 25: Correlación diciembre 2016

N°	fecha	UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	PRODUCTIVIDAD DIARIA	R <sup>2</sup>	R
		X	Y		
1	mié, 14-dic-16	6400	1,46	0,85	0,72
2	jue, 15-dic-16	6848	1,49		
3	vie, 16-dic-16	3776	1,34		
4	dom, 18-dic-16	3456	1,08		
5	lun, 19-dic-16	7104	1,52		
6	mar, 20-dic-16	6272	1,47		
7	mié, 21-dic-16	7104	1,52		
8	jue, 22-dic-16	7168	1,53		
9	vie, 23-dic-16	6144	1,45		
10	sáb, 24-dic-16	6656	1,39		
11	dom, 25-dic-16	7168	1,42		
12	lun, 26-dic-16	7104	1,52		
13	mar, 27-dic-16	1792	1,05		
TOTAL		76992			

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador



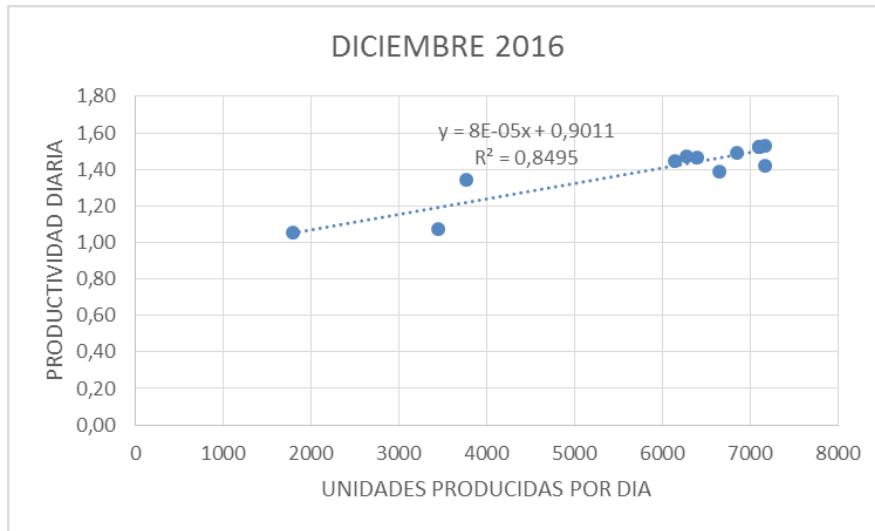


Figura N° 21: Correlación mes DICIEMBRE 2016

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Interpretación de la correlación de variables

Luego de aplicar el análisis de correlación R entre las unidades producidas y la productividad diaria, se puede observar en forma general que en los meses que se tomaron como referencia para el estudio existe una correlación positiva, esto se debe a que las unidades producidas son directamente proporcionales es decir que mientras más envases se produzcan la productividad aumentaría manteniendo el tiempo de ciclo constante.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **CONCLUSIONES**

- Al analizar los métodos utilizados en el proceso nos encontramos con que la navaja o estilete utilizado para el rebabeo puede ocasionar cortes al operario, el envase Avon 1 l sale caliente del equipo, 45°C, lo que puede ocasionar quemaduras superficiales y existen paras seguidas en la producción del envase porque el mismo sale rayado en el cuerpo, lo que es provocado porque el cabezal se encuentra sucio, ocasionando atrasos en la entrega del producto, paras no programadas y por ende disminución de la productividad.
- El proceso actual nos dan como resultado una productividad del 1,44 lo cual se debe básicamente al desperdicio de la materia prima en el proceso (168 Kg) esto debido a problemas que se presentan en la calidad de los envases. Dentro de los problemas encontrados se tiene el mal rebabeo del envase que es realizado por el operador y las rayas debido a la falta de un mantenimiento adecuado del cabezal.
- Las diferentes propiedades y características de cada marca de materia prima ocasionan envases de mala calidad, ya que al momento de cambiar de materia prima el envase empieza a salir rayado y el cabezal se ensucia; por lo que los trabajos de limpieza son se realizan de una forma correctiva y no existe paradas programadas o un plan de mantenimiento del cabezal.

### **RECOMENDACIONES**

- Se debe analizar el cambio de estiletes ordinarios a estiles que no cortan la piel o que la cuchilla se recoja mientras no se ejerza presión, para de esta manera evitar cortes en el operario. También se debe optar por el uso de guantes finos al operario para así evitar quemaduras superficiales en las manos al mismo. En el entorno de trabajo se debe dotar de sillas giratorias al operario para de esta manera evitar giros o sobre esfuerzos innecesarios al mismo.
- Se debe realizar un balanceo de línea para analizar una mejora en la productividad del proceso, para lo cual se debe considerar realizar mejoras que permitan optimizar los recursos y mejorar sustancialmente la productividad del proceso.
- Realizar un programa de mejora del proceso y un plan de mantenimiento durante la producción para limpieza del cabezal, sea en arranque de producción, producción continua o cuando se presente cambio de material. Capacitando al operador en cuanto a manejo, uso, calibración y seguridad del equipo.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

#### **Tema**

“Programa de mejoramiento del proceso de rebabeo del envase e implementación de un plan de mantenimiento preventivo del cabezal de la máquina de inyección”.

#### **Datos Informativos**

**Nombre de la empresa:** EMPAQPLAST S.A.

**Ubicación:** Sangolquí – Ecuador

**Dirección:** Vía Sangolquí – Amaguaña Km 2.5

La empresa cuenta con un total de 270 trabajadores, repartidos en planta, bodega y área administrativa.

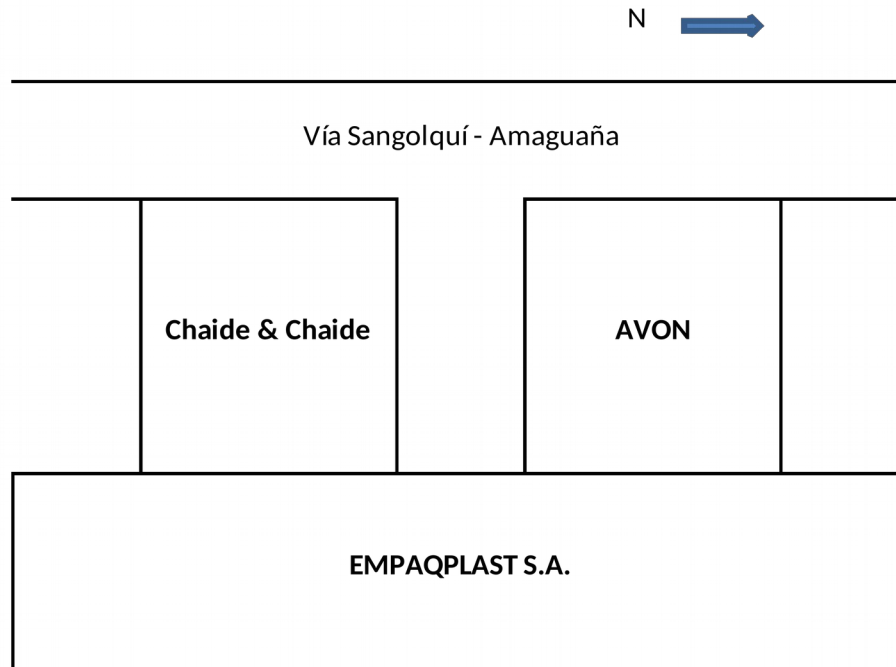


Figura N° 22: Ubicación Empaqplast

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

La empresa cuenta con un total de 4 áreas productivas y una bodega de materiales, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- **Área 1:** Soplando PET
- **Área 2:** Inyección
- **Área 3:** Extrusión
- **Área 4:** Extrusión Soplado

**Beneficiario:** EMPAQPLAST S.A.

**Equipo técnico responsable:**

- **Tutor de Tesis:** Ing. Wilson Chancusig

- **Estudiante:** Juan Gabriel Morales Segovia.

### **Antecedentes**

Para desarrollar este trabajo de mejoramiento se observó la necesidad de realizar un levantamiento y análisis de datos propios del proceso, proyectos o investigaciones relacionados con el mejoramiento y mantenimiento preventivo; para de esta manera obtener información apropiada la cual permita realizar la propuesta.

La información recolectada y revisada servirá para realizar el presente trabajo de mejoramiento.

Una vez realizada la investigación y análisis se determinó que el mejoramiento del proceso y un plan de mantenimiento preventivo ayudan al incremento de la productividad y por ende a optimizar la eficiencia de la línea, y a su vez mejorar el número de piezas producidas; siempre teniendo en cuenta el mejoramiento del entorno laboral.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Diseñar un programa de mejoramiento para el proceso de rebabeo del envase y elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el cabezal, con el fin de evitar paradas no programadas.

#### **Objetivos Específicos**

- Analizar el método más adecuado, el cual permita el mejoramiento del proceso.
- Establecer un programa de mantenimiento adecuado para el buen funcionamiento del cabezal.
- Realizar un balanceo de línea y un análisis de productividad que permitan comparar la rentabilidad de la propuesta

## **Justificación**

Al analizar los métodos utilizados en el proceso de producción del envase se encuentra con que la navaja o estilete utilizado para el rebabeo puede ocasionar cortes al operario, el envase sale caliente del equipo, 45°C, lo que puede ocasionar quemaduras superficiales y existen paras seguidas en la producción del envase porque el mismo sale rayado en el cuerpo, lo que es provocado porque el cabezal se encuentra sucio, ocasionando atrasos en la entrega del producto, paras no programadas y por ende disminución de la productividad.

Además, es necesario mejorar los métodos del proceso actual para de esta manera optimizar los recursos e incrementar la productividad ya que existen varios problemas en cuanto a entorno, equipo y hombre.

También, las diferentes propiedades y características de cada marca de materia prima ocasionan envases de mala calidad, ya que al momento de cambiar de materia prima el envase empieza a salir rayado y el cabezal se ensucia, a la vez, en cuanto al equipo se encuentra con que el mismo no es automatizado, no dispone de sensores o puertas que protejan al operario cuando quiere hacer algún ajuste directamente en el molde, lo que puede acarrear una lesión al mismo.

Por lo antes mencionado, la presente propuesta, busca optimizar el proceso, alargar la vida útil del cabezal y mejorar la calidad de los envases producidos.

## **Factibilidad**

El presente plan de mejoramiento del proceso de producción del envase es realizado en base a la disponibilidad de los recursos que se disponen, con los cuales se cumplirán los objetivos propuestos.

### **Factibilidad técnica**

Esta factibilidad técnica se basó en el análisis del proceso de producción del envase Avon 1 l, puntualizando en el método de rebabeo y mantenimiento del cabezal del equipo. Este estudio estuvo dirigido a levantar, analizar y evaluar la información actual del proceso de producción con el fin de buscar un método de mejora del mismo y un plan de mantenimiento preventivo del cabezal, factores que permitirán el incremento de productividad de la línea.

El presente estudio arrojó como resultado que los envases salen con rayaduras en el cuerpo o manchados debido a un inadecuado mantenimiento del cabezal, por tal motivo es prioritario realizar un programa de mantenimiento preventivo del mismo ya que con el método actual se lo realiza únicamente de manera correctiva. Por otro lado las condiciones o entorno para el rebabeo del operario no son las adecuadas por lo que es necesario un implementar un método de mejora para este proceso.

### **Factibilidad operativa**

Ante la inmediata necesidad de llevar a cabo la implementación de una metodología de mejoramiento y un plan de mantenimiento preventivo, se recurre a los operarios quienes están de acuerdo por completo en involucrarse con el tema y por ende dotar de información confiable y sobre todo real.

De acuerdo con la encuesta y análisis de Pareto que se realizó en el capítulo cuatro, el cambio es necesario y que el personal está dispuesto a colaborar.

### **Factibilidad económica**

La factibilidad de la propuesta de mejoramiento del método de rebabeo y elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el cabezal, tiene como finalidad el alargar la vida útil del cabezal, evitar paradas no programadas e incrementar la productividad, aumentando de esta manera la utilidad de la empresa.

Además la adquisición de un nuevo cabezal, como respaldo (back up), ayudará al incremento del rendimiento de la producción, evitará tiempo perdidos tanto de máquina como de personal y aumentará la eficiencia de la línea, de esta manera se ahorrarán recursos.

### **Desarrollo de la propuesta**

#### **Metodología de mejoramiento**

Las tablas del anexo 1 en cuanto a ambiente y seguridad laboral, selección de trabajo, movimientos, equipo se determinaron los aspectos más relevantes que requieren mejora.

Luego del análisis de las tablas en mención e implementación del plan de mantenimiento para el cabezal se inicia a realizar los cambios y mejoras en el proceso, para seguidamente realizar el nuevo estudio de trabajo.

#### **Programa de mantenimiento preventivo**

La elaboración de este programa de mantenimiento preventivo tiene como finalidad anticiparse o prevenir fallas o paradas en el equipo. Además permite tener un registro o histórico para futuras decisiones.

La ventaja de este plan de mantenimiento preventivo es planificar cambios o paradas, las cuales no van a afectar la eficiencia del proceso.

#### **Frecuencia**



La limpieza del cabezal depende del grado de uso, de la materia prima empleada, de la pureza de ésta y la frecuencia con la que se cambia el material y color.

Se basa en las indicaciones del manual de mantenimiento, experiencias de parte del área de producción y mantenimiento.

Conocidas las actividades elementales del mantenimiento, se determina la frecuencia con la que se debe realizar dichas actividades, en función de que tan importantes sean y como inciden en el funcionamiento de la máquina, las cuales se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla N° 26: Actividades y frecuencia para el mantenimiento

TIPO DE MANTENIMIENTO	ESTABILIDAD ( E )		DETERIORO (D)					MEDIO (M)		SUMA TOTAL E+D+M	FRECUENCIA		
			INTENSIDAD DE USO (IU)			SENSIBILIDAD AL USO (S)						D	
	ESTABLE (1)	INESTABLE (2)	ALTA (6)	MEDIA (3)	BAJA (1)	ALTA (1)	BAJA (2)	IU/S	AGRESIVO (2)	NO AGRESIVO (1)			
Inspección externa	2		6			1		6	2		10	10	DIARIO
Limpieza externa	2		6			1		6	2		10	10	DIARIO
Revisión parte eléctrica externa	2		6			1		6	2		10	10	DIARIO
Ajuste de partes externas	2		6			1		6	2		10	10	DIARIO
Lubricación partes internas	2		6			1		6	1		9	9	SEMANAL
Limpieza interna del cabezal	2		6			1		6	1		9	9	SEMANAL
Revisión parte eléctrica interna	1		6			1		6	1		8	8	MENSUAL
Revisión de Resistencias	2		6			2		3	1		6	6	SEMESTRAL
Cambio de partes eléctricas	1		6			2		3	1		5	5	ANUAL

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

En base al manual de mantenimiento y a las experiencias de los operadores, en la siguiente tabla se describen las actividades a realizar en la frecuencia de mantenimiento.

Tabla N° 27: Descripción de actividades de mantenimiento

ACTIVIDAD	FRECUENCIA
<b>Inspección externa</b>	<b>DIARIO</b>
Recomendaciones tomadas del manual de mantenimiento, además de experiencias anteriores. Por el entorno tiende a deteriorarse rápidamente, por tal razón es necesario inspeccionar a diario. Necesario para prevenir futuros paros.	
<b>Limpieza externa</b>	<b>DIARIO</b>
Para protegerlo y evitar el deterioro. Necesario por el polvo de los alrededores.	
<b>Revisión parte eléctrica externa</b>	<b>DIARIO</b>
Para evitar sulfataciones en contactos. Para prever cualquier daño o para inesperada.	
<b>Ajuste de partes externas</b>	<b>DIARIO</b>
Para que no exista pérdidas de energía. Reduce vibraciones.	
<b>Lubricación partes internas</b>	<b>SEMANTAL</b>
Mejor y eficiente funcionamiento. Evita corrosiones y alarga la vida útil del mismo.	
<b>Limpieza interna del cabezal</b>	<b>SEMANTAL</b>
Evita que se formen incrustaciones o acumulación de material quemado en la parte interna. Evita rayaduras en el producto final.	
<b>Revisión parte eléctrica interna</b>	<b>MENSUAL</b>
Para evitar sulfataciones en contactos. Limpiamos y ajustamos partes.	
<b>Revisión de resistencias</b>	<b>SEMESTRAL</b>
Para mantener la temperatura requerida para inyectado del producto. Evita oxidaciones.	
<b>Cambio de partes eléctricas</b>	<b>ANUAL</b>
Cambio de resistencias, cables. Cambio de contactos y contactores.	

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Para el mantenimiento del cabezal, a continuación se detallan las actividades con los tiempos establecidos para su ejecución.

Tabla N° 28: Mantenimiento cabezal

<b>Inspección externa</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Control aceite hidráulico		1
- Controlar refrigeración		1
- Verificar alineación del cabezal		3
- Verificar controlador de temperatura		2
- Controlar nivel de aceite cojinete axial.		3
- Controlar sondas térmicas		3
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>13</b>
<b>Limpieza externa</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Limpiar exteriores del cabezal		5
- Limpiar la abertura de entrada a la zona		3
- Limpiar tamiz.		5
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>13</b>
<b>Revisión parte eléctrica externa</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Revisar contactos eléctricos.		2
- Verificar panel de control		2
- Verificar indicador		3
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>7</b>
<b>Ajuste de partes externas</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Apretar los tornillos de la brida de sujeción		4
- Controlar fijación y ajuste del cabezal		3
- Controlar y revisar apoyo del cabezal		1
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>8</b>
<b>Lubricación partes internas</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Comprobar el aceite del atomizador		2
- Comprobar el nivel de aceite hidráulico		1
- Comprobar lubricación central		2
- Engrasar puntas		3
- Engrasar boquillas		4
- Cambiar aceite del engrane		7
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>19</b>
<b>Limpieza interna del cabezal</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Desmontar el casquillo de guía		15
- Desmontar la boquilla		19
- Desmontar el núcleo		18
- Controlar la conexión del aire de apoyo.		3
- Desmontar la placa de soporte del núcleo.		15
- Desmontar el cabezal.		30
- Realizar la limpieza de material quemado		25
- Realizar la limpieza de incrustaciones.		30
- Limpiar boquillas.		15
- Retirar la suciedad y contaminantes otros.		15
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>185</b>
<b>Revisión parte eléctrica interna</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Revisar sensores.		15
- Revisar resistencias		25
- Revisar motor de accionamiento		10
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>50</b>
<b>Revisión de Resistencias</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Controlar cintas de calefacción		20
- Controlar sondas térmicas		20
- Revisar estado de resistencias		20
- Medir resistencia		15
- Medir paso de corriente		15
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>90</b>
<b>Cambio de partes eléctricas</b>		<b>TIEMPO (min)</b>
- Cambio de resistencias.		70
- Cambio de terminales eléctricas		30
- Cambio de contactores		30
- Cambio de temporizadores		30
- Cambio de relés		30
- Cambio de tornillos de sujeción		60
- Rectificación interna		120
- Cambio aceite de cajas		50
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>420</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

En base a las actividades y frecuencias, a continuación, se propone el plan de mantenimiento preventivo, el cual que se detalla en la tabla 28. Adicionalmente en el anexo 2, se detallan los registros de mantenimiento del cabezal para las frecuencias: diario, semanal, mensual y semestral.



## **Mejora del entorno de trabajo**

La mejora se basa en los siguientes aspectos:

### **Movimientos**

Para evitar malas posturas o movimientos no adecuados se procede a la dotación de una silla giratoria ergonómica al operario para que pueda girar con todo su cuerpo. Bajo las condiciones actuales, el operador corre el riesgo de desarrollar alguna lesión osteomuscular. Este factor de riesgo es minimizado al usar la silla giratoria la cual reduce el esfuerzo que realiza la zona lumbar al girar reiteradamente, además porque al girar con todo el cuerpo la espalda se sigue manteniendo recta, se complementa con el soporte.



Figura N° 23: Silla giratoria ergonómica

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

## **Ergonomía**

Al operario se dota de un soporte para cajas para de esta manera ayudar a mantener firme su espalda al momento de empacar, por ende existe reducción de fatiga.



Figura N° 24: Soporte para cajas

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

## **Estudio del trabajo método propuesto**

### **Diagrama de flujo del nuevo proceso general**

En la figura N° 25 se muestra el diagrama del proceso general, mejorado, del arranque de producción del envase, desde el montaje y calibración del equipo hasta la aprobación de las primeras muestras por parte del área de calidad. Con la aprobación se inicia la producción.

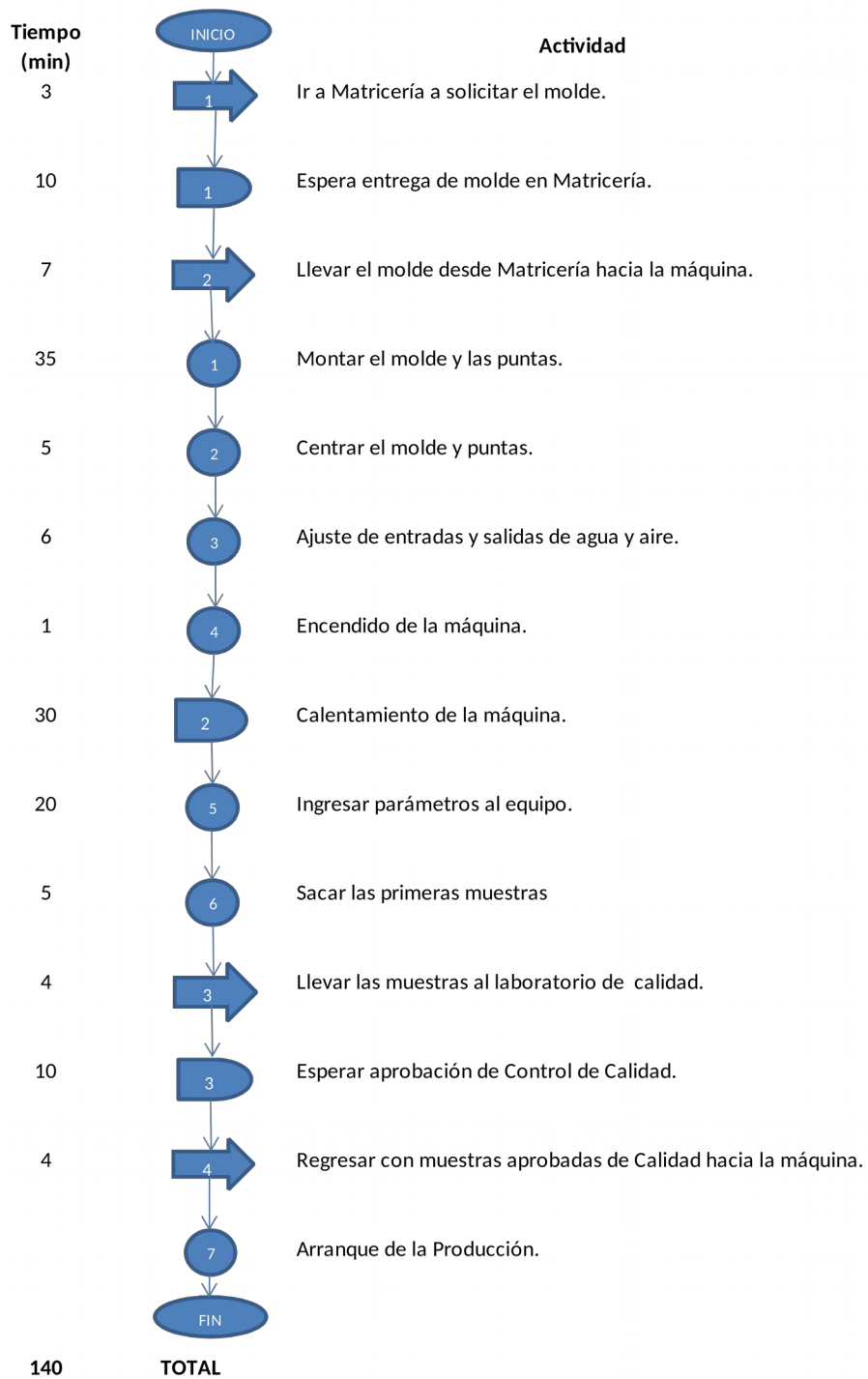


Figura N°25: Diagrama de flujo del nuevo proceso general

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

**Diagrama de flujo limpieza de cabezal método propuesto.**

La figura N° 26 muestra el proceso mediante el cual se procede con el cambio y limpieza del cabezal, este trabajo se realiza en menor tiempo ya que se encuentra programado.



Figura N° 26: Diagrama de flujo limpieza de cabezal método propuesto

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador



En base a los diagramas de flujo y con la implementación de un cabezal de back up, se realiza la siguiente tabla comparativa.

Tabla N° 30: Comparativo proceso de limpieza del cabezal

TABLA COMPARATIVA PROCESO DE LIMPIEZA DE CABEZAL					
MÉTODO ACTUAL			MÉTODO PROPUESTO		
Tiempo (min)	Actividad		Tiempo (min)	Actividad	Optimización
5	Parar máquina.		5	Parar máquina.	El tiempo de parada de equipo se mantiene.
120	Desmontar el cabezal		90	Desmontar el cabezal	Menor tiempo por programación, se tiene todo listo para el desmonte. Se optimiza el tiempo.
5	Búsqueda de cepillos y wype.		5	Retiro del cabezal desmontado hacia el transportador	Se procede a enviar directamente el cabezal sucio al área de matricería para su limpieza.
180	Limpieza del cabezal.		0	-	Este tiempo no interviene en el tiempo de producción ya que se tiene un cabezal de reemplazo listo para montarlo.
120	Montaje del cabezal.		90	Montaje del cabezal de back up	Se optimiza el tiempo debido a que el cambio está programado y se tiene todo listo para el montaje.
1	Encendido de la máquina.		1	Encendido de la máquina.	El tiempo de encendido del equipo se mantiene.
30	Calentamiento de la máquina.		30	Calentamiento de la máquina.	Cabezal más eficiente por tenerlo listo para inmediato arranque.
10	Ingresar parámetros al equipo.		10	Ingresar parámetros al equipo.	El tiempo se mantiene.
15	Sacar las primeras muestras		15	Sacar las primeras muestras	Por ser un cabezal nuevo y limpio este es más eficiente ya que el túnel y partes están en óptimo estado.
4	Llevar muestras a calidad.		4	Llevar muestras a calidad.	El tiempo se mantiene.
25	Esperar aprobación de calidad.		25	Esperar aprobación de calidad.	Envases sin defectos visuales y sin problemas en dimensiones, por tal la liberación es más rápida.
4	Regresar con muestras aprobadas.		4	Regresar con muestras aprobadas.	El tiempo se mantiene.
519	Tiempo Total		279	Tiempo Total	240 min de ahorro en producción

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Diagrama de flujo del rebabeo propuesto

La figura N° 24 muestra el proceso de rebabeo que siguen los operarios para refilar el envase y quitar las rebabas, este proceso se encuentra mejorado ya que las condiciones bajo las cuales trabaja el operario han sido optimizadas, además que dispone de las herramientas y protecciones necesarias.

Tiempo		INICIO	Actividad
(min)	(segundos)		
0,03	2,02	1	Tomar el envase con la mano.
0,05	3,09	2	Cortar rebaba de la base.
0,05	2,71	3	Cortar rebaba del cuello.
0,05	2,78	4	Buscar defectos en el envase.
0,03	1,83	5	Colocar en la caja de espera
0,39	23,44	2	Enfriamiento del envase.
0,04	2,55	6	Tomar el envase de la caja de espera
0,04	2,31	1	Revisión de defectos.
0,04	2,39		Colocar en la caja de empacado.
<b>0,72</b>	<b>43,11</b>	<b>FIN</b>	<b>TOTAL</b>

Figura N° 27: Diagrama de flujo del rebabeo propuesto

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Para el proceso de rebabeo comprando el método actual con el método propuesto, se optimizan las actividades, lo cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 31: Comparativo proceso de rebabeo

MÉTODO ACTUAL			MÉTODO PROPUESTO			
Tiempo		Actividad	Tiempo		Actividad	Optimización
(min)	(s)		(min)	(s)		
0,04	2,36	Tomar el envase.	0,03	2,02	Tomar el envase.	El usar guantes hace que el manipuleo sea más fácil, evitando quemaduras y por ende menor tiempo.
0,06	3,37	Cortar rebaba de la base.	0,05	3,09	Cortar rebaba de la base.	Cuchillas de seguridad más eficientes y seguras. El uso de guantes elimina el temor a cortes. Menor tiempo.
0,05	2,71	Cortar rebaba del cuello.	0,05	2,71	Cortar rebaba del cuello.	Con cuchilla de seguridad y con corte más efectivo. El tiempo se mantiene.
0,05	3,21	Buscar defectos en el envase.	0,05	2,78	Buscar defectos en el envase.	Envases sin defectos de rayaduras ya que se tiene cabezales limpios. Se optimiza el tiempo.
0,03	1,83	Colocar en la caja	0,03	1,83	Colocar en la caja	Se mantiene el tiempo.
0,47	28,13	Enfriamiento del envase.	0,39	23,44	Enfriamiento del envase.	Al tener cabezales limpios se reduce la temperatura de trabajo, por ende se reduce el tiempo de enfriado.
0,05	3,05	Tomar el envase	0,04	2,55	Tomar el envase	Movimientos más rápidos por la silla giratoria dotada a los operarios.
0,06	3,33	Revisión de defectos.	0,04	2,31	Revisión de defectos.	Envases sin defectos visuales y sin problemas en dimensiones. Envases con mejor calidad
0,05	2,80	Colocar en la caja.	0,04	2,39	Colocar en la caja.	Movimientos más rápidos por silla la giratoria, mayor espacio para maniobrar y por ende menor tiempo.
0,85	50,78	Tiempo Total	0,72	43,11	Tiempo Total	7,67 segundos de ahorro en cada ciclo

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

En el proceso de rebabeo están involucrados directamente los operarios, para implementar la mejora se debe iniciar la capacitación referente a la forma adecuada de realizar las operaciones del proceso (ver anexo 4)

## Diagrama de flujo del método propuesto

En este diagrama se evidencia la disminución de los tiempos de las actividades esto debido al nuevo método.

Tabla N° 32: Diagrama de flujo del método propuesto para cambio del cabezal

Ubicación: Extrusión Soplado Empaoplast		Resumen						
		Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros			
Actividad: Cambio cabezal		Operación	7	7				
Fecha: 12-07-2017		Transporte	2	2				
Operador: Elgar Olivero	Analista: Juan Morales	Retrasos	3	2	1			
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Inspección	0	0				
Método: Presente <u>Propuesto</u>		Almacenamiento	0	0				
Tipo: Trabajador Material <u>Máquina</u>		Tiempo (minutos)	519	279	240			
Comentarios		Distancia (pies)	24	24				
		Costo	\$ 14,36	\$ 7,72	\$ 6,64			
Descripción de los elementos	Símbolo					Tiempo (minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método
Parar la máquina	○	⇒	D	□	▽	5		
Desmontar el cabezal	○	⇒	D	□	▽	90		
Retirar el cabezal	○	⇒	D	□	▽	5		
Montaje del cabezal de respaldo	○	⇒	D	□	▽	90		
Encendido de la máquina	○	⇒	D	□	▽	1		
Calentamiento de la máquina	○	⇒	D	□	▽	30		
Ingresar parámetros	○	⇒	D	□	▽	10		
Sacar las primeras muestras	○	⇒	D	□	▽	15		
Llevar las muestras al laboratorio	○	⇒	D	□	▽	4	12	
Esperar la aprobación de control de calidad	○	⇒	D	□	▽	25		
Regresar con las muestras aprobadas	○	⇒	D	□	▽	4	12	

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

Se observa una disminución en el tiempo de ciclo de la propuesta de mejora respecto a la situación actual, el tiempo de los 240 minutos se ahorran en el cambio del cabezal.

En la tabla N° 33 se observa el tiempo de ciclo utilizado para el proceso total de soplado, rebabeo, inspección y empaque del envase AVON 1 l.

Tabla N° 33: Diagrama de flujo del proceso proceso de soplado y rebabeo

Ubicación: Extrusión Soplado Empaqlast		Resumen						
		Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros			
Actividad: Producción envase Avon 1 l		Operación	3	3				
Fecha: 12-07-2017		Transporte	0	0				
Operador: Elgar Olivero	Analista: Juan Morales	Retrasos	0	0				
<i>Encierre en un círculo el método y tipo apropiados</i> Método: Presente <b>Propuesto</b> Tipo: <b>Trabajador</b> Material      Máquina Comentarios		Inspección	1	1				
		Almacenamiento	1	1				
		Tiempo (seg)	35,05	33,42	1,63			
		Distancia (pies)						
		Costo	\$ 0,146	\$ 0,128	\$ 0,018			
Descripción de los elementos	Símbolo					Tiempo (segundos)	Distancia	Recomendaciones al método
Soplado del envase	○	→	⊐	□	▽	21		
Tomar el envase	○	→	⊐	□	▽	2,015		
Rebabeo	○	→	⊐	□	▽	5,7975		
Inspección Visual	○	→	⊐	□	▽	2,78		
Colocar en la caja	○	→	⊐	□	▽	1,83		

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel

Elaborado por: El investigador

En el método propuesto se debe realizar: el análisis de los tiempos, la calificación Sistema Westinghouse, el estudio de tiempos con calificación global del proceso propuesto; los cuales se detallan a continuación en las siguientes tablas.

Tabla N° 34: Medición de tiempos y balanceo de línea del método propuesto

ACTIVIDADES	Muestras Tomadas de acuerdo al cálculo (segundos)																				Promedio	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
<b>A</b> Soplado del envase	21,00	21,00	21,00	20,90	21,10	21,00	21,20	20,80	20,85	21,15	21,00	21,00	21,00	20,90	21,10	21,00	21,20	20,80	20,85	21,15	21,00	<b>21</b>
<b>B</b> Tomar el envase e inspección visual	2,02	2,04	2,02	2,00	2,04	2,00	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,04	2,02	2,00	2,04	2,00	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	<b>2,02</b>
<b>C</b> Rebabeo	5,80	5,70	5,90	5,80	5,80	5,90	5,70	5,70	5,90	5,80	5,80	5,70	5,90	5,80	5,80	5,90	5,70	5,70	5,90	5,80	5,80	<b>5,80</b>
<b>D</b> Inspección Visual	2,78	2,80	2,76	2,70	2,86	2,78	2,78	2,80	2,76	2,78	2,78	2,80	2,76	2,70	2,86	2,78	2,78	2,80	2,76	2,78	2,78	<b>2,78</b>
<b>E</b> Colocar en la caja	1,83	1,83	1,83	1,80	1,86	1,73	1,93	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,80	1,86	1,73	1,93	1,83	1,83	1,83	1,83	<b>1,83</b>
<b>TOTAL</b>	<b>33,42</b>	<b>33,37</b>	<b>33,51</b>	<b>33,20</b>	<b>33,66</b>	<b>33,41</b>	<b>33,63</b>	<b>33,15</b>	<b>33,36</b>	<b>33,58</b>	<b>33,42</b>	<b>33,37</b>	<b>33,51</b>	<b>33,20</b>	<b>33,66</b>	<b>33,41</b>	<b>33,63</b>	<b>33,15</b>	<b>33,36</b>	<b>33,58</b>	<b>33,43</b>	<b>33,43</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 35: Calificación Sistema Westinghouse proceso propuesto

<b>CALIFICACIÓN:</b>																										
	Habilidad	A2																								
	Esfuerzo	C1																								
	Condiciones	E																								
	Consistencia	C																								
	<b>TOTAL</b>	<b>0,16</b>																								
<p><b>FV= 1+CALIFICACIÓN</b></p> <p><b>FV= 1,16</b></p> <p style="text-align: center;">Se observa una reducción el valor FV de la mejora debido a que las tanto el esfuerzo como la consistencia ha mejorado.</p>																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;"><b>Suplementos</b></th> <th colspan="2" style="text-align: center;"><b>Holgura</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 30%; border: 1px solid black;">Pie</td> <td style="width: 30%; border: 1px solid black;">0,02</td> <td style="width: 30%; border: 1px solid black;">0,13</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black;"><b>1,13</b></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Intermitente</td> <td style="border: 1px solid black;">0,02</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Necesidades</td> <td style="border: 1px solid black;">0,05</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Fatiga</td> <td style="border: 1px solid black;">0,04</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black;"><b>TOTAL</b></td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black;"><b>0,13</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			<b>Suplementos</b>		<b>Holgura</b>		Pie	0,02	0,13	<b>1,13</b>	Intermitente	0,02			Necesidades	0,05			Fatiga	0,04			<b>TOTAL</b>	<b>0,13</b>		
<b>Suplementos</b>		<b>Holgura</b>																								
Pie	0,02	0,13	<b>1,13</b>																							
Intermitente	0,02																									
Necesidades	0,05																									
Fatiga	0,04																									
<b>TOTAL</b>	<b>0,13</b>																									

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 36: Estudio de tiempos con calificación global del proceso propuesto

Forma para observación de estudio de tiempos

Estudio #:	1	Fecha:	12/9/2016	Observador:	Juan Morales
Operación:	Inyección envase 1 L	Operador:	Elgar Olivero	Pág.:	1 / 1

Elemento y descripción	A				B				C				D				E			
	Soplado del envase				Tomar el envase e inspección visual				Rebabeo				Inspección Visual				Colocar en la caja			
Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN
1	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,02	23,02	-	1,16	5,80	28,81	-	1,16	2,78	31,59	-	1,16	1,83	33,42	-
2	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,04	23,04	-	1,16	5,70	28,74	-	1,16	2,80	31,54	-	1,16	1,83	33,37	-
3	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,02	23,02	-	1,16	5,90	28,92	-	1,16	2,76	31,68	-	1,16	1,83	33,51	-
4	1,16	20,90	20,90	-	1,16	2,00	22,90	-	1,16	5,80	28,70	-	1,16	2,70	31,40	-	1,16	1,80	33,20	-
5	1,16	21,10	21,10	-	1,16	2,04	23,14	-	1,16	5,80	28,94	-	1,16	2,86	31,80	-	1,16	1,86	33,66	-
6	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,00	23,00	-	1,16	5,90	28,90	-	1,16	2,78	31,68	-	1,16	1,73	33,41	-
7	1,16	21,20	21,20	-	1,16	2,02	23,22	-	1,16	5,70	28,92	-	1,16	2,78	31,70	-	1,16	1,93	33,63	-
8	1,16	20,80	20,80	-	1,16	2,02	22,82	-	1,16	5,70	28,52	-	1,16	2,80	31,32	-	1,16	1,83	33,15	-
9	1,16	20,85	20,85	-	1,16	2,02	22,87	-	1,16	5,90	28,77	-	1,16	2,76	31,53	-	1,16	1,83	33,36	-
10	1,16	21,15	21,15	-	1,16	2,02	23,17	-	1,16	5,80	28,97	-	1,16	2,78	31,75	-	1,16	1,83	33,58	-
11	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,02	23,02	-	1,16	5,80	28,81	-	1,16	2,78	31,59	-	1,16	1,83	33,42	-
12	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,04	23,04	-	1,16	5,70	28,74	-	1,16	2,80	31,54	-	1,16	1,83	33,37	-
13	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,02	23,02	-	1,16	5,90	28,92	-	1,16	2,76	31,68	-	1,16	1,83	33,51	-
14	1,16	20,90	20,90	-	1,16	2,00	22,90	-	1,16	5,80	28,70	-	1,16	2,70	31,40	-	1,16	1,80	33,20	-
15	1,16	21,10	21,10	-	1,16	2,04	23,14	-	1,16	5,80	28,94	-	1,16	2,86	31,80	-	1,16	1,86	33,66	-
16	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,00	23,00	-	1,16	5,90	28,90	-	1,16	2,78	31,68	-	1,16	1,73	33,41	-
17	1,16	21,20	21,20	-	1,16	2,02	23,22	-	1,16	5,70	28,92	-	1,16	2,78	31,70	-	1,16	1,93	33,63	-
18	1,16	20,80	20,80	-	1,16	2,02	22,82	-	1,16	5,70	28,52	-	1,16	2,80	31,32	-	1,16	1,83	33,15	-
19	1,16	20,85	20,85	-	1,16	2,02	22,87	-	1,16	5,90	28,77	-	1,16	2,76	31,53	-	1,16	1,83	33,36	-
20	1,16	21,15	21,15	-	1,16	2,02	23,17	-	1,16	5,80	28,97	-	1,16	2,78	31,75	-	1,16	1,83	33,58	-
21	1,16	21,00	21,00	-	1,16	2,02	23,02	-	1,16	5,80	28,82	-	1,16	2,78	31,60	-	1,16	1,83	33,43	-

RESUMEN																				
TO Total	441,00				42,41				121,80				58,38				38,43			
Calificación	1,16				1,16				1,16				1,16				1,16			
TN Total	511,56				49,20				141,28				67,72				44,58			
Núm. De Observaciones	21				21				21				21				21			
TN Promedio	24,360				2,343				6,728				3,225				2,123			
Holgura	1,13				1,13				1,13				1,13				1,13			
Tiempo estandar elemental	27,527				2,647				7,602				3,644				2,399			
Núm. De Ocurrencias	1				1				1				1				1			
Tiempo estandar	27,527				2,647				7,602				3,644				2,399			
Tiempo estandar total	43,819																			
Paradas / segundo	0,023																			
paradas / minuto	1,369																			
Cpe (paradas/segundo)	0,023																			
Cpe (paradas/hora)	82,156																			

Para 2 operarios

De acuerdo al diagrama HOMBRE MÁQUINA

Tiempo de ciclo: 0,7184 min Disminución de tiempo

Capacidad de producción: 2,784 parada/min

Capacidad de producción: 167,03 parada/h

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador



## Valoración del trabajo propuesto

Demanda u orden de producción 25000 u/semana

H de trabajo por semana 168 h

Tiempo estándar  $\sum ts$  23,7 seg.  
 $\sum$  tiempo de cada elemento o actividad del trabajo

$$\text{Tasa de producción deseada (u/h) } r = \frac{25000 \text{ u/sem}}{168 \text{ h}} = 148,81 \text{ u/h}$$

$$\text{Tiempo de ciclo (h/u) } c = \frac{1}{r} = \frac{1}{148,81} = 0,007 \text{ h/u} = 0,40 \text{ min/u} = 24 \text{ s}$$

$$\text{Estaciones M\u00ednimo Te\u00f3rico (n) } TM = \frac{\sum ts}{c} = \frac{23,7}{24} = 0,98 = 1$$

$$\text{Eficiencia (\%)} E = \frac{\sum ts \times 100}{n \times c} = \frac{23,3 \times 100}{1 \times 24} = 97,97 \%$$

$$\text{Retraso del balanceo (\%)} = 100 - \text{Eficiencia} = 2,03 \%$$

La eficiencia del m\u00e9todo actual es del 96,31%, la eficiencia del m\u00e9todo propuesto aumenta al 97.97%

## Cálculo de la Productividad propuesta

En función de las mejoras de la propuesta se calcula la productividad, tomar en cuenta: las unidades producidas, el precio, los costos, los cuales se detallan a continuación en las siguientes tablas.

Tabla N° 37: Unidades producidas y materia prima método propuesto

FECHA	TOTAL	LOTE	PESO	Kg. MP utilizada	Desperdicio (Kg)	Costo MP/Kg (Costo 42 \$/saco de 25 Kg)	COSTO TOTAL MP
<b>JULIO</b>							
vie, 01-jul-16	8328	903	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
sáb, 02-jul-16	8328	903	61,00	508,01		1,68	853,45
dom, 03-jul-16	4164	903	61,00	254,00		1,68	426,73
<b>AGOSTO</b>							
mar, 30-ago-16	5552	1222	62,00	344,22	0,00	1,68	578,30
mié, 31-ago-16	8328	1222	62,00	516,34	0,00	1,68	867,44
<b>SEPTIEMBRE</b>							
jue, 01-sep-16	7634	1222	61,00	465,67	0,00	1,68	782,33
vie, 02-sep-16	6593	1222	61,00	402,17		1,68	675,65
sáb, 03-sep-16	8328	1222	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
dom, 04-sep-16	8328	1222	61,00	508,01		1,68	853,45
lun, 05-sep-16	8328	1222	61,00	508,01		1,68	853,45
mar, 06-sep-16	8328	1222	63,00	524,66		1,68	881,44
mié, 07-sep-16	8328	1222	61,00	508,01		1,68	853,45
jue, 08-sep-16	8328	1222	63,00	524,66	0,00	1,68	881,44
vie, 09-sep-16	8328	1222	61,00	508,01		1,68	853,45
sáb, 10-sep-16	8328	1222	63,00	524,66		1,68	881,44
dom, 11-sep-16	8328	1268	61,00	508,01		1,68	853,45
lun, 12-sep-16	8328	1268	63,00	524,66		1,68	881,44
mar, 13-sep-16	8328	1268	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
mié, 14-sep-16	8328	1268	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
jue, 15-sep-16	8328	1268	61,00	508,01		1,68	853,45
vie, 16-sep-16	8328	1268	61,00	508,01		1,68	853,45
sáb, 17-sep-16	8328	1268	61,00	508,01		1,68	853,45
dom, 18-sep-16	8328	1268	61,00	508,01		1,68	853,45
lun, 19-sep-16	8328	1268	63,00	524,66		1,68	881,44
mar, 20-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
mié, 21-sep-16	8328	1332	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
jue, 22-sep-16	8328	1332	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
vie, 23-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
sáb, 24-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
dom, 25-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
lun, 26-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
mar, 27-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
mié, 28-sep-16	8328	1332	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
jue, 29-sep-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
vie, 30-sep-16	8328	1332	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 38: Unidades producidas y materia prima método propuesto

FECHA	TOTAL	LOTE	PESO	Kg. MP utilizada	Desperdicio (Kg)	Costo MP/Kg (Costo 42 \$/saco de 25 Kg)	COSTO TOTAL MP
<b>OCTUBRE</b>							
sáb, 01-oct-16	8328	1332	61,00	508,01		1,68	853,45
dom, 02-oct-16	8328	1332	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
lun, 03-oct-16	8328	1332	62,00	516,34		1,68	867,44
mar, 04-oct-16	8328	1332	62,00	516,34		1,68	867,44
mié, 05-oct-16	5552	1332	61,00	338,67	0,00	1,68	568,97
lun, 10-oct-16	5552	1332	61,00	338,67		1,68	568,97
<b>NOVIEMBRE</b>							
jue, 17-nov-16	2776	1669	61,00	169,34		1,68	284,48
vie, 18-nov-16	8328	1669	61,00	508,01		1,68	853,45
sáb, 19-nov-16	8328	1669	63,00	524,66		1,68	881,44
dom, 20-nov-16	8328	1669	63,00	524,66	0,00	1,68	881,44
lun, 21-nov-16	8328	1693	63,00	524,66	0,00	1,68	881,44
mar, 22-nov-16	8328	1693	63,00	524,66		1,68	881,44
mié, 23-nov-16	8328	1693	61,00	508,01		1,68	853,45
jue, 24-nov-16	8328	1693	61,00	508,01		1,68	853,45
vie, 25-nov-16	8328	1693	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
sáb, 26-nov-16	8328	1693	63,00	524,66		1,68	881,44
<b>DICIEMBRE</b>							
mié, 14-dic-16	8328	1427	62,00	516,34		1,68	867,44
jue, 15-dic-16	8328	1427	62,00	516,34		1,68	867,44
vie, 16-dic-16	5552	1427	62,00	344,22	0,00	1,68	578,30
dom, 18-dic-16	8328		62,00	516,34		1,68	867,44
lun, 19-dic-16	8328	1867	61,00	508,01		1,68	853,45
mar, 20-dic-16	8328	1867	61,00	508,01		1,68	853,45
mié, 21-dic-16	8328	1867	61,00	508,01	0,00	1,68	853,45
jue, 22-dic-16	8328	1867	61,00	508,01		1,68	853,45
vie, 23-dic-16	8328	1867	62,00	516,34		1,68	867,44
sáb, 24-dic-16	8328	1867	62,00	516,34		1,68	867,44
dom, 25-dic-16	8328	1867	62,00	516,34		1,68	867,44
lun, 26-dic-16	8328	1867	61,00	508,01		1,68	853,45
mar, 27-dic-16	5552	1867	63,00	349,78	0,00	1,68	587,62
	<b>506967</b>						<b>COSTO TOTAL MP</b>
							<b>52397,03</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

### Costo de Mano de Obra

Los costos de mano de obra (\$6.936,67) en la propuesta se mantienen constantes ya que la mejora esta en funcion del umento de la cantidad producida y de la reduccion del desperdicio del proceso.

Los costos de entrega tambien se mantiene en \$760,00

El costo de la energia se mantiene en \$4.571,19

### Capital

Tabla N° 39: Capital

Unidades producidas	506967
Capital Invertido	26800
% de inversión	0,01
Un/Costo de capital	268

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

### Productividad actual del proceso propuesto

Tabla N° 40: Productividad del proceso propuesto

Unidades Producidas	un	506967
Precio / unidad	\$	0,21
Costo MO	\$	6936,67
Costo MP	\$	52397,03
Varios	\$	760
Energía	\$	4571,19
Capital	\$	268

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{\text{Productos Obtenidos}}{\text{Costo MO} + \text{Costo MP} + \text{Capital} + \text{Energía} + \text{Varios}} \\ \text{Productividad} &= \frac{106463,07}{64932,89} \\ \text{Productividad} &= 1,64 \end{aligned}$$

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## Comparación de resultados

Si se compara: los tiempos de ciclo, la capacidad de producción, los tiempos ocupados por el operador y el costo unitario de la situación propuesta con respecto a la situación actual, existe una variación que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 41: Comparación de resultados

SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN PROPUESTA	
Tiempo de ciclo:	0,85 min	Tiempo de ciclo:	0,72 min
Capacidad de producción:	2,36 parada/min	Capacidad de producción:	2,78 parada/min
Capacidad de producción:	141,79 parada/h	Capacidad de producción:	167,03 parada/h
Capacidad de producción:	1134,35 paradas/turno	Capacidad de producción:	1336,27 paradas/turno
Tiempo ocupado por el operador:	0,85 ciclo	Tiempo ocupado por el operador:	0,72 ciclo
Costo MO	1,66 \$/h	Costo MO	1,66 \$/h
Costo unitario	0,146 \$/u	Costo unitario	0,128 \$/u

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## Comparación de productividad

Dentro de la productividad, al plantear la mejora existe un aumento de la productividad que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 42: Comparación de productividad

ACTUAL		PROPUESTA	
Productividad =	$\frac{\text{Productos Obtenidos}}{\text{Costo MO} + \text{Costo MP} + \text{Capital} + \text{Energía} + \text{Varios}}$	Productividad =	$\frac{\text{Productos Obtenidos}}{\text{Costo MO} + \text{Costo MP} + \text{Capital} + \text{Energía} + \text{Varios}}$
Productividad =	$\frac{87454,08}{60689,28}$	Productividad =	$\frac{106463,07}{64932,89}$
Productividad =	1,44	Productividad =	1,64

$$\% \text{ CRECIMIENTO} = \frac{\text{Productividad Propuesta}}{\text{Productividad Actual}} - 1$$

$$\% \text{ CRECIMIENTO} = 0,1378 = 13,78\%$$

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Existe una mejora entre el método actual y propuesto, además de un crecimiento muy considerable del 13.78% en cuanto a la productividad.

### **Análisis financiero de la propuesta**

Con los datos de la producción actual y la producción propuesta, tenemos la diferencia que es lo que aumentaría en producción de envases, por ende existiría un aumento en los ingresos, lo cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 43: Cuadro comparativo producción actual y producción propuesta.

PERIODO	PRECIO (USD)	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
		Producción (Un)	TOTAL (\$)	Producción (Un)	TOTAL (\$)	Producción (Un)	TOTAL (\$)
JULIO / ENERO	0,21	16128	3386,88	20820	4372,2	4692	985,32
AGOSTO / FEBRERO	0,21	7936	1666,56	13880	2914,8	5944	1248,24
SEPTIEMBRE / MARZO	0,21	216064	45373,44	247411	51956,31	31347	6582,87
OCTUBRE / ABRIL	0,21	34944	7338,24	44416	9327,36	9472	1989,12
NOVIEMBRE / MAYO	0,21	64384	13520,64	77728	16322,88	13344	2802,24
DICIEMBRE / JUNIO	0,21	76992	16168,32	102712	21569,52	25720	5401,2

Fuente: Empaqplast

Elaborado por: El investigador

Se toma en cuenta que la tasa de interés del mes de febrero 2017 para el sector productivo empresarial es del 10.21 % y la inflación es del 0,9 (fuente Banco Central del Ecuador)

En base a los datos de producción y a la inversión en un cabezal de respaldo se realiza el análisis financiero, tomando en cuenta un período de seis meses de producción, lo cual se puede observar en la siguiente tabla.

En base a los datos de contabilidad de la empresa, el valor del cabezal es de \$8.800,00.

Tabla N° 44: Análisis financiero de la propuesta

Producto	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
<b>Ingresos (US\$)</b>						
Avon 1 l	985	1.248	6.583	1.989	2.802	5.401
<b>Total</b>	<b>985</b>	<b>1.248</b>	<b>6.583</b>	<b>1.989</b>	<b>2.802</b>	<b>5.401</b>
<b>Costos (US\$)</b>						
<b>Total</b>	<b>601</b>	<b>614</b>	<b>628</b>	<b>642</b>	<b>656</b>	<b>671</b>
<b>Margen (US\$)</b>						
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>634</b>	<b>5.955</b>	<b>1.347</b>	<b>2.146</b>	<b>4.730</b>
<b>Flujo Financiero</b>						
Ingresos (US\$)	985	1.248	6.583	1.989	2.802	5.401
Costos (US\$)	601	614	628	642	656	671
Depreciación	-	76	76	76	76	76
Inversión	-8.800					
<b>Utilidad</b>		<b>558</b>	<b>5.879</b>	<b>1.271</b>	<b>2.070</b>	<b>4.654</b>
<b>Flujo Operacional</b>		558	5.879	1.271	2.070	4.654
Depreciación		76	76	76	76	76
<b>Flujo Efectivo</b>	<b>-8.800</b>	<b>-8.800</b>	<b>634</b>	<b>5.955</b>	<b>2.146</b>	<b>4.730</b>
<b>Valuación</b>						
<b>Valor Actual Neto</b>	<b>\$5.536,31</b>					
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>18%</b>					
<b>Tasa de descuento</b>	<b>1%</b>					

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Existe un crecimiento importante en la tasa de retorno, por ende el proyecto es factible, además se corrobora la factibilidad de la inversión realizada en la compra del cabezal de respaldo, a más de la mejora en el proceso.

Este indicador financiero hace notar una utilidad considerable para la empresa, pues como se observa el resultado es positivo y viable. Además el 18% que arroja la TIR hace más fiable y viable la inversión y la mejora del proceso.

En la tabla 43 se resume en un comparativo la situación actual y la situación propuesta. En la tabla 44 se encuentra el comparativo estudio de trabajo análisis de métodos y movimientos. En la tabla 45 se encuentra el comparativo del historial de para tanto del método actual como del método propuesto.

Tabla N° 45: Comparativo situación actual y situación propuesta.

FACTOR	ACTUAL		PROPUESTO		CRECIMIENTO / MEJORA		CAUSAS DEL CRECIMIENTO / MEJORA			
	VALOR	Un	VALOR	Un	VALOR	Un				
Tiempo de Ciclo	0,8463	min	0,7184	min	0,1279	min / un	Reducción del tiempo de rebabeo.	Dotación de guantes y cuchilla para rebabeo.	Implementación de lámparas para inspección más rápida	Silla Giratorio para evitar fatiga.
Capacidad de Producción	141,79	Paradas / h	167,03	Paradas / h	25,24	Paradas / h	Debido a la reducción de tiempo de rebabeo y paras no programadas.			
Producción total	416448	un	506967	un	90519	un	Reducción de mermas debido al cambio por un cabezal nuevo, el cual evita paras no programadas.			
Incremento en la utilidad	-	-	0,017	USD / un	14502,17	USD	Debido a la reducción del costo unitario e incremento de la producción.			
Eficiencia	96,3	%	97,97	%	1,67	%	Por la reducción de recursos como desperdicios, optimización de tiempos.			
Costo Unitario	0,145	USD	0,128	USD	0,017	USD	Debido a que el cabezal nuevo o back up optimiza el tiempo de recambio y paras no programadas.			
Inversión	-	-	8800	-	-	-	Adquisición de un cabezal nuevo, sillas giratorias, lámpara de control, soportes de empaque.			
Productividad Total	1,44	-	1,639	-	13,78	%	Un incremento considerable debido al incremento de la eficiencia en producción. Reducción de costo de MP, optimización del uso de MO y adquisición del cabezal para back up.			
VAN	-	-	-	-	\$5.536,31	USD	El valor actual neto y la tasa de retorno, indican que la propuesta es viable			
TIR	-	-	-	-	18%	%				

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador



Tabla N° 46: Comparativo estudio de trabajo análisis de métodos y movimientos

FACTOR	DESCRIPCIÓN	ACTUAL	PROPUESTA
Listas de Verificación	Evaluación de la estación de trabajo, análisis de movimientos, evaluación de la máquina, herramientas, ambiente del trabajo.	Los operarios se encuentran cómodos y seguros en el área de trabajo?. Tienen las herramientas suficientes, adecuadas y necesarias?. Se fatigan rápidamente?.	Posseen las herramientas adecuadas, han incrementado el rendimiento, se encuentran cómodos y seguros en el área de trabajo.
Diagrama de Pareto	Gráfico que nos muestra cuales son los problemas principales del proceso.	Reabaeo y Rayas por causa del cabezal sucio.	Se soluciona los problemas de calidad adquiriendo un cabezal nuevo y teniendolo como back up.
Diagramas de Flujo	Muestran el proceso general, con sus actividades y tiempos respectivos.	Permite entender el proceso y la secuencia del mismo. Se observan los tiempos reales del proceso.	Se eliminan las paras no programadas. Se optimiza el recurso humano. Se eliminan desperdicios.
Cursograma Analítico	Muestra la situación real del proceso, desglosado en las distintas actividades principales.	Conjunto de actividades agrupadas en inspecciones, transporte y esperas con su respectivo tiempo de ejecución.	Optimización de tiempos.
Selección del trabajo a realizar	Levantamiento de los datos principales de producción, MO y MP.	Permite ver la situación del proceso en ese instante.	Comportamiento del tiempo vs producción relacionado directamente.
Medición de tiempos	Al cronometrar se separa el tiempo productivo del improductivo, se evalua la cadencia del trabajo, aísla elementos con mayor fatiga y facilita la verificación del método del trabajo.	Con cronómetro en diferentes turnos, a diferentes horas y con distintos operarios.	Operarios se sientes seguros del proceso, evitan fatigas y sobre esfuerzos. Tiempos más cortos de proceso.
Balaceo de línea	Herramienta que utilizamos para controlar la producción, dado que para un buen proceso es necesara la optimización de las variables que influyen con la productividad.	Determinación de la cantidad o volumen de producción. Determinación de la continuidad para coordinar la estrategia de mantenimiento para minimizar paradas.	Incrementa el volumen de producción a 167,03 paradas/h.
Sistema de Calificación Westinghouse	Método de nivelación que evaluó la actuación del operario.	Habilidad necesaria. Esfuerzo requerido. Condiciones del entorno del proceso. Consistencia durante la jornada.	Rendimiento constante, evita fatigas, condiciones adecuadas de trabajo.
Correlación R	Permite analizar si existe o no relación entre dos variables.	En el proceso existe relación en la cantidad producida vs el tiempo empleado.	Correlación positiva muy fuerte.
Mantenimiento Preventivo	Anticiparse o prevenir fallas del cabezal.	Adquisición de un cabezal como back up.	No existen paradas no programadas. Se tiene frecuencia de mantenimiento. Arranques inmediatos. Productos de calidad.
Productividad	Relación entre los productos obtenidos y los inputs empleados.	Permite mejorar el proceso. Proporciona información completa del equilibrio entre factores.	La propuesta 1,63. Incremento de la productividad en un 13,78%
Tasa Interna de Retorno	Renatabilidad que ofrece una inversión.	En este estudio es el porcentaje de beneficio que tendrá la inversión realizada en la compra del cabezal.	Indica la factibilidad de la propuesta. TIR 18%

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 47: Comparativo historial de paras método actual y método propuesto

MES	FECHA	MÉTODO ACTUAL			MÉTODO PROPUESTO		
		TIEMPO PARA NO PROGRAMADA POR CABEZAL/CALIDAD (h)	MOTIVO DE LA PARA	# PARADAS	TIEMPO PARA PROGRAMADA (h)	MOTIVO DE LA PARA	# PARADAS
JULIO / ENERO	dom, 03-jul-16	12,00	Envases con rayaduras por cabezal sucio	1,00	3,00	Programada/preventivo/limpieza semanal	1,00
AGOSTO / FEBRERO	mar, 30-ago-16	8,00	Envases con rayaduras por cabezal sucio	1,00	3,00	Programada/preventivo/limpieza semanal	1,00
	mié, 31-ago-16						
SEPTIEMBRE / MARZO	jue, 01-sep-16	2,00	Envases con rebabas pronunciadas	9,00	3,00	Programada/preventivo/limpieza semanal	6,00
	sáb, 03-sep-16	2,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	lun, 05-sep-16						
	jue, 08-sep-16	12,00	Envases con puntos negros por cabezal sucio				
	sáb, 10-sep-16						
	mar, 13-sep-16	6,00	Envases con transparencias por cabezal sucio				
	mié, 14-sep-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	jue, 15-sep-16						
	mar, 20-sep-16						
	mié, 21-sep-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	jue, 22-sep-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	dom, 25-sep-16						
	mié, 28-sep-16	2,00	Envases con puntos negros por cabezal sucio				
	vie, 30-sep-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
OCTUBRE / ABRIL	dom, 02-oct-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas	3,00	3,00	Programada/preventivo/limpieza semanal	1,00
	mié, 05-oct-16	2,00	Envases con puntos negros por cabezal sucio				
	lun, 10-oct-16	8,00	Envases con rayaduras por cabezal sucio				
NOVIEMBRE / MAYO	jue, 17-nov-16	16,00	Envases con tono diferente por restos de colorante en cabezal	4,00	3,00	Programada/preventivo/limpieza semanal	2,00
	dom, 20-nov-16	1,00					
	lun, 21-nov-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	vie, 25-nov-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	sáb, 26-nov-16						
DICIEMBRE / JUNIO	vie, 16-dic-16	8,00	Envases con tono diferente por restos de colorante en cabezal	3,00	3,00	Programada/preventivo/limpieza semanal	3,00
	lun, 19-dic-16						
	mié, 21-dic-16	1,00	Envases con rebabas pronunciadas				
	sáb, 24-dic-16						
	mar, 27-dic-16	8,00	Envases con rayaduras por cabezal sucio				
<b>TOTAL</b>		<b>95,00</b>	<b>Paras correctivas o no programadas</b>	<b>21,00</b>	<b>42,00</b>	<b>Para preventivas o programadas</b>	<b>14,00</b>

Fuente: Propia

Elaborado por: El investigador

## CONCLUSIONES

- El método utilizado para el presente estudio de trabajo fue el Análisis de Tiempos y movimientos, método de trabajo que permitió incrementar la eficiencia de la línea en el 2% y la capacidad de producción en el 18 %. Estos indicadores de producción muestran que la metodología aplicada da un resultado positivo y por ende es la correcta. Además el método utilizado mejoró la calidad del entorno laboral y optimizó el uso de los recursos, dando como resultado la generación de mayor utilidad para la empresa.
- El plan de mantenimiento preventivo propuesto permite alargar la vida útil y mejorar el rendimiento del cabezal. Evita paros no programados y optimiza el tiempo de proceso, lo que a su vez conlleva en el aumento de unidades producidas. El adecuado mantenimiento y limpieza del cabezal permite obtener envases de calidad para el cliente. Además con el plan propuesto el tiempo de ciclo disminuye en de 7.67 segundos.
- Al realizar el Balanceo de Línea este arroja un resultado favorable y mejorado en cuanto a la producción y tasa de eficiencia del proceso, indicadores que se ven reflejados en la optimización del proceso. Se observa un incremento notable en la productividad, de un 13 % con respecto a la productividad actual, valor que influye directamente en la utilidad y en el rendimiento de la empresa. Este incremento hace que la tasa interna de retorno de como resultado un 18 %, valor que hace notar la factibilidad de la propuesta presentada.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio de métodos, tiempos y trabajo a toda el área de soplado convencional, para una vez implementado observar el incremento de la eficiencia y productividad total del área y por ende el crecimiento de la utilidad. Esto funciona siempre y cuando se trabaje en cuanto al compromiso del personal respecto a mantener el mejoramiento y calidad del proceso; ayudando de esta manera a controlar el proceso desde la fuente, brindar confiabilidad y prevenir problemas.
- Se debe gestionar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo, para lo cual se debe asignar todos los recursos y requerimientos necesarios para lograr un desempeño máximo, además de realizar el seguimiento respectivo al plan de mantenimiento y de ser necesario ajustar la frecuencia. Este factor muy importante ayudará a la empresa a reducir costos innecesarios, reducir el inventario de repuestos y administrar de mejor manera el cuidado del equipo.
- Tener siempre listo el cabezal de respaldo ayudará a dar respuesta inmediata al área de producción y evitará tiempos improductivos o paras innecesarias. Esto a más de incrementar la eficacia del área reducirá los costos de mano de obra. Aquí radica la importancia de la constante puesta en práctica de la mejora. Todos estos factores ayudan al incremento de la productividad de la línea.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Tesis**

Ocampo, N. (2013) Propuesta para mejorar la productividad en las áreas de inyección y soplado de la empresa Tecnoplast Ltda., utilizando la técnica del estudio del trabajo.

Cevallos, J. (2011) Propuesta para mejorar el proceso de Soplado convencional de la sección Rígidos de la empresa Agricominsa en Base a las normas ISO 9001:2000

Chavez, L. (2009) Estudio para el mejoramiento de la productividad en la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A.

### **Libros**

Niebel, B. W., Freivalds, A., & Osuna, M. A. G. (2014). Métodos, estándares y diseño del trabajo. Alfaomega.

Kanawaty, G., Donald, W. J., Andersen, L., Donald, K. B., Linday, E. K., MRWJ Donald, L. P., ... & Abramo, L. (1996). Introducción al estudio del trabajo (No. 65.015). OIT.

García Criollo, R. (2000). Estudio del trabajo. Ingeniería de Métodos. Editorial McGraw-Hill, México.

## **Internet**

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingenieria-industrial>

<http://www.plasticseurope.es/que-es-el-plastico/procesos.aspx>

<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/11027-Introduccion-en-el-Proceso-de-Extrusion-Soplado.html>

<http://www.revistavirtualpro.com/revista/planeacion-de-la-produccion/12>

<http://www.definicionabc.com/general/materia-prima.php>

<http://www.plastico.com/temas/Como-cambiar-rapido-de-moldes,-una-estrategia-de-planeacion+3077342>

<http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3629-Moldeo-por-soplado-equipos-y-accesorios.html>

<http://www.packsys.com/blog/envase-empaque-embalaje/>

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/>

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>

<http://moldeoxsoplado.blogspot.com/2015/11/un-poco-de-historia.html>

<http://www.taringa.net/posts/info/18162014/Que-significan-las-siglas-en-las-botellas-de-plastico.html>

<http://moldeoxsoplado.blogspot.com/2015/11/un-poco-de-historia.html>

# ANEXOS

## Anexo 1.- Tablas de lista de verificación

Tabla 1. SELECCIÓN DE TRABAJOS A ESTUDIAR
<b>1. Producto y operación:</b>
Envase Avon 1 L, proceso de soplado convencional
<b>2. Investigación propuesta por:</b>
Juan Morales
<b>3. Motivos de la propuesta:</b>
Baja Productividad debido a paras innecesarias, materia prima contaminada y con características diferentes entre marcas, riesgos de cortes debido al uso de objetos corto punsantes.
<b>4. Límites de la investigación que se sugieren:</b>
Elaboración del envase Avon 1 L, proceso de montaje de molde y rebabeo.



Tabla 2. LISTA DE VERIFICACIÓN DE ECONOMÍA DE LA MOVIMIENTOS

Suboperaciones	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Puede eliminarse una suboperación?</b>			
a) ¿Como innecesaria?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante un cambio en la orden de trabajo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Mediante un cambio en la herramienta o el equipo?	Sistema de rebabeo automático	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) ¿Mediante un cambio en la distribución del lugar de trabajo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) ¿Mediante la combinación de herramientas?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) ¿Mediante un ligero cambio de material?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
g) ¿Mediante un ligero cambio en el producto?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
h) ¿Mediante un sujetador de acción rápida en los soportes o guías?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>2. ¿Puede hacerse más fácilmente una suboperación?</b>			
a) ¿Mediante el uso de mejores herramientas?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante la modificación de la distribución del trabajo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Mediante el cambio de las posiciones de los controles o herramientas?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) ¿Mediante el uso de mejores contenedores de material?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) ¿Mediante el uso de la inercia cuando sea posible?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) ¿Haciendo menos estrictos los requisitos de visibilidad?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) ¿Mediante mejores alturas del lugar de trabajo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Movimientos	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Puede eliminarse un movimiento?</b>			
a) ¿Como innecesario?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante un cambio en la orden de trabajo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Mediante la combinación de herramientas?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) ¿Mediante un cambio en las herramientas o en el equipo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) ¿Mediante la eliminación del depósito de material terminado?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2. ¿Puede hacerse el movimiento más fácil?</b>			
a) ¿Mediante un cambio en la distribución, acortando distancias?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante el cambio de la dirección de los movimientos?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Mediante el uso de diferentes músculos?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso del primer grupo de músculos que sea lo suficientemente fuerte para la tarea:			
1. ¿Dedo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Muñeca?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Antebrazo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Brazo superior?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Tronco?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) ¿Mediante movimientos continuos en lugar de movimientos bruscos?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Paros	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Puede eliminarse el sostener? (Sostener es extremadamente fatigoso)</b>			
a) ¿Como innecesario?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante un dispositivo simple de sujeción o soporte?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2. ¿Puede hacerse más fácil el sostener?</b>			
a) ¿Mediante el acortamiento de su duración?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Utilizando grupos de músculos más fuertes, tales como las piernas con dispositivos operados con los pies?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Retrasos	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Puede eliminarse o acortarse un retraso?</b>			
a) ¿Como innecesario?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante un cambio en el trabajo que cada miembro realiza?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Equilibrando trabajo entre los miembros del cuerpo?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) ¿Trabajando de manera simultánea en dos artículos?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) ¿Alternando el trabajo, con cada una de las manos haciendo el mismo trabajo pero fuera de fase?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Ciclos	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Puede configurarse el ciclo para que se realice más trabajo manual durante el tiempo de operación?</b>			
a) ¿Mediante la alimentación automática?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Mediante el suministro automático de material?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Mediante un cambio en la relación de fase del hombre v la máquina?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabla 3. LISTA DE VERIFICACIÓN DE ECONOMÍA DEL ANÁLISIS DE THERBLIGS

Alcanzar y mover	Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Puede eliminarse cualquiera de estos therbligs?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Pueden acortarse las distancias para lograr ventajas?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se utilizan los mejores recursos (bandas transportadoras, tenazas, pinzas)?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se utiliza el miembro corporal correcto (dedos, muñecas, antebrazo, hombros)?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. ¿Puede utilizarse una rampa por gravedad?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Pueden efectuarse los trasportes a través de la mecanización y los dispositivos operados con los pies?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se reducirá el tiempo si se transporta en unidades más grandes?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Se incrementa el tiempo debido a la naturaleza del material que se está moviendo o debido a su posicionamiento delicado subsecuente?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9. ¿Pueden eliminarse los cambios abruptos de dirección?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tomar	Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Sería recomendable que el operario tomara más de una parte u objeto a la vez?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Puede utilizarse una toma de contacto en lugar de una toma de levantamiento?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. En otras palabras, ¿pueden desplazarse los objetos en lugar de cargarse?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Podría una ceja al frente de los contenedores simplificar la sujeción de partes pequeñas?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. ¿Podrían las herramientas o partes preposicionarse para una toma fácil?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. ¿Podría utilizarse un dispositivo de vacío, magnético o de puntas de hule en los dedos para mejorar?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Puede utilizarse una banda transportadora?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Se ha diseñado la guía para que los operarios puedan tomar fácilmente la parte cuando se quite?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9. ¿Podría preposicionar el operario anterior la herramienta o el trabajo, simplificando la toma para el siguiente operario?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿Pueden preposicionarse las herramientas en un sujetador que se balancee o de columpio?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11. ¿Puede ser cubierta la superficie de la mesa de trabajo con una capa de material esponjoso de tal manera que los dedos puedan abarcar más fácilmente las partes pequeñas?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Liberar	Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Puede hacerse la liberación en tránsito?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Puede utilizarse un eyector mecánico?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. ¿Son del tamaño y diseño apropiados los contenedores que conservan la parte después de su liberación?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Al final del therblig de liberación, ¿están las manos en la posición más ventajosa para el siguiente therblig?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. ¿Pueden liberarse múltiples unidades?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Preposición	Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Puede un dispositivo de sujeción en la estación de trabajo mantener las herramientas en las posiciones adecuadas y las asas en la posición vertical correcta?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. ¿Pueden colgarse las herramientas?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. ¿Puede utilizarse una guía?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. ¿Puede utilizarse una alimentación por carrusel?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. ¿Puede utilizarse un dispositivo para apilar?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Puede utilizarse un accesorio giratorio?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Usar	Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Puede utilizarse una guía o accesorio?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿La actividad justifica el uso de equipo mecanizado o automático?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Sería práctico hacer el ensamble en múltiples unidades?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. ¿Puede utilizarse una herramienta más eficiente?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se pueden utilizar topes?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. ¿Opera la herramienta a las velocidades y alimentaciones más eficientes?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se debe utilizar una herramienta eléctrica?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 3. LISTA DE VERIFICACIÓN DE ECONOMÍA DEL ANÁLISIS DE THERBLIGS (Continuación)

Búsqueda	Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Están los artículos identificados apropiadamente?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Podrían quizás utilizarse etiquetas o colores?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Pueden utilizarse contenedores transparentes?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Una mejor distribución de la estación de trabajo eliminará la búsqueda?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se utiliza la iluminación adecuada?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Pueden reposicionarse las herramientas y partes?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Selección</b>	<b>Observaciones</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Son intercambiables las partes comunes?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Pueden estandarizarse las herramientas?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Están almacenadas las partes y materiales en el mismo estante?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Pueden reposicionarse las partes en un estante o charola?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Posición</b>	<b>Observaciones</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Pueden utilizarse dispositivos como una guía, un conducto, un cojinete, un tope, un sujetador, un remache localizador, un hueco, una llave, un piloto o un bisel?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Pueden modificarse las tolerancias?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Puede el agujero ser perforado o avellanado?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Puede utilizarse un machote?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Las rebabas incrementan el problema del posicionamiento?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Puede el artículo ser puntiagudo para actuar como piloto?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Inspección</b>	<b>Observaciones</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Puede eliminarse la inspección o combinarse con otra operación o therblig?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Pueden utilizarse múltiples calibradores o pruebas?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se reducirá el tiempo de inspección si se aumenta la iluminación?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Están los artículos en inspección a la distancia correcta con respecto a los ojos del operario?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Facilitará la inspección un graficador de sombras?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Tiene alguna aplicación el ojo eléctrico?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Justifica el volumen la inspección electrónica automática?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Podría un vidrio de aumento facilitar la inspección de partes pequeñas?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Se utiliza el mejor método de inspección?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿Se han considerado la luz polarizada, los calibradores de machotes, los probadores de sonido, las pruebas de desempeño, etcétera?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Descanso para contrarrestar la fatiga</b>	<b>Observaciones</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Se utiliza la mejor clasificación del orden de los músculos?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Son satisfactorias la temperatura, humedad, ventilación, ruido, luz y otras condiciones de trabajo?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Tienen las mesas la altura adecuada?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Puede el operario sentarse y pararse alternadamente mientras desarrolla el trabajo?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Tiene el operario una silla cómoda con la altura adecuada?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Se utilizan medios mecánicos para cargas pesadas?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Está consciente el operario de sus necesidades de ingesta promedio de calorías diarias?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Paro</b>	<b>Observaciones</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
1. ¿Puede utilizarse una guía mecánica como un tope, un remache, un gancho, un estante, un sujetador o el vacío?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Puede utilizarse la fricción?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Puede utilizarse un soporte magnético?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Debe utilizarse un soporte de sujeción gemelo?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabla 4. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EVALUAR ESTACIONES DE TRABAJO

Estación de trabajo-sentado	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Se ajusta fácilmente la silla de acuerdo con las características siguientes?:</b>			
a) ¿Es ajustable la altura de la silla de 15 a 22 pulgadas?			
b) ¿Tiene la silla un ancho mínimo de 18 pulgadas?			
c) ¿Es la profundidad de la silla de 15 a 16 pulgadas?			
d) ¿Se puede reclinar la silla $\pm 10^\circ$ respecto a la horizontal?			
e) ¿Se proporciona un respaldo con soporte lumbar?			
f) ¿Es el tamaño mínimo del respaldo de 8 x 12 pulgadas?			
g) ¿Puede moverse el respaldo de 7 a 10 pulgadas sobre el asiento?			
h) ¿Puede moverse el respaldo de 12 a 17 pulgadas con respecto al frente de la silla?			
i) ¿Tiene la silla cinco patas de soporte?			
j) ¿Tienen ruedas y cabezas giratorias para realizar tareas móviles?			
k) ¿Puede respirar la cubierta de la silla?			
l) ¿Se proporciona descansapiés (grande, estable y ajustable en cuanto a altura e inclinación)?			
<b>2. ¿Se ha ajustado adecuadamente la silla?</b>			
a) ¿Está ajustada la altura de la silla a la altura poplítea con los pies sobre el piso?			
b) ¿Existe un ángulo de aproximadamente $90^\circ$ entre el tronco y los muslos?			
c) ¿Está el área lumbar del respaldo en la parte pequeña de la espalda (línea de la cintura)?			
d) ¿Hay suficiente espacio para las piernas (es decir, hacia la parte de atrás de la estación de trabajo)?			
<b>3. ¿Es ajustable la cubierta de la estación de trabajo?</b>			
a) ¿Está la superficie de la estación de trabajo aproximadamente a la altura del descanso del codo?			
b) ¿Se puede bajar la superficie de 2 a 4 pulgadas para el trabajo pesado?			
c) ¿Se puede elevar (o inclinar) de 2 a 4 pulgadas para el ensamblado a detalle o para tareas en la que se requiera mucho la vista?			
d) ¿Hay suficiente espacio para los muslos (es decir, con respecto al fondo de la superficie de trabajo)?			
<b>4. ¿Se alternan periodos de trabajo con periodos de descanso?</b>			
<b>Estación de trabajo: parado</b>			
	Observaciones	SÍ	NO
<b>1. ¿Es ajustable la superficie de la estación de trabajo?</b>			
a) ¿Está la superficie de la estación de trabajo aproximadamente a la altura del descanso de los codos?			
b) ¿Se puede bajar la superficie de 4 a 8 pulgadas para el ensamblado rudo?			
c) ¿Está la superficie elevada de 4 a 8 pulgadas (o inclinada) para el ensamblado a detalle o para trabajos intensamente visuales?			
<b>2. ¿Hay suficiente espacio para las piernas?</b>			
<b>3. ¿Se ofrece un banquillo para pararse/sentarse (con altura ajustable)?</b>			
<b>4. ¿Se alternan periodos de pie con periodos sentado?</b>			

Tabla 5. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EVALUAR MÁQUINA

Eficiencia de la máquina y seguridad		Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Son factibles los cortes múltiples o simultáneos?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Son fácilmente accesibles las manijas, botones y palancas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Están las manijas, botones y palancas diseñadas para que representen una ventaja mecánica?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) ¿Tienen los botones al menos 0.5 a 2 pulgadas de diámetro, más grandes para torques mayores?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Tienen las manivelas y botones un mínimo de 3 a 5 pulgadas de diámetro para cargas ligeras?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) ¿Tienen las manivelas y los botones más de 8 pulgadas de diámetros para cargas pesadas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se utilizan accesorios para evitar la sujeción con la mano?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se utilizan guardas o cerrojos para evitar el acceso prohibido?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diseño de los controles generales		Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Se utilizan diferentes colores para los diferentes controles?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Están claramente identificados los controles?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se utiliza la codificación de forma y textura para la identificación mediante el tacto?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) ¿Se utilizan no más de siete códigos únicos?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se utiliza la codificación por tamaño para la identificación mediante el tacto?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) ¿Se utilizan no más de tres códigos únicos?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ¿Son las diferencias en tamaño mayores a 0.5 pulgadas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diseño de controles de emergencia		Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Están los controles de encendido diseñados para evitar su activación accidental?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Requieren los controles de activación un movimiento de acción única o doble?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Están los botones de alimentación empotrados?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Son de color verde los controles de activación?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se utilizan los controles de seguridad para los controles activados continuamente?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Están diseñados los controles de emergencia para activarse rápidamente?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Los botones de paro están dispuestos de tal manera que sobresalgan?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Son los controles de emergencia grandes y fáciles de activar?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Son fácilmente alcanzables los controles de emergencia?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿Son los controles de emergencia visibles y de color rojo?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. ¿Están instalados los controles de emergencia lejos de los demás controles que se utilizan normalmente?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ubicación de los controles		Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Están los controles principales enfrente del operador a la altura de los codos?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) ¿Se aplican los principios de frecuencia de uso e importancia para identificar los controles principales?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se encuentran los controles secundarios colocados junto a los primarios, pero aún dentro del rango de alcance?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se evitan las posturas torcidas para alcanzar los controles?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Están ubicados los controles en la secuencia de operación adecuada?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se encuentran agrupados los controles mutuamente relacionados?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Están los controles manuales separados al menos 2 pulgadas entre sí?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se utilizan tres o menos pedales?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Están ubicados los pedales a nivel de piso con el fin de evitar el levantamiento de las piernas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Se proporciona un banquillo de parado/sentado para la operación de pedales con el pie extendido?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diseño de la pantalla		Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Se encuentran las pantallas dentro del cono visual de visión (en dirección horizontal 30° hacia abajo)?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se utilizan lámparas indicadoras para llamar la atención del operador?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se utilizan señales acústicas como señales de advertencia crítica?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se utilizan punteros móviles para indicar tendencias?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se proporcionan contadores para obtener lecturas precisas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Están las pantallas agrupadas de tal manera que resalte una pantalla anormal?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Están agrupadas las pantallas que se relacionan mutuamente?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compatibilidad de la pantalla de control		Observaciones	SÍ	NO
1. ¿Se utiliza la asequibilidad (la propiedad que se percibe da como resultado la acción deseada)?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se utiliza la retroalimentación para indicar el término de la acción?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Tanto el control como la pantalla tienen una relación directa?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿La lectura de la pantalla aumenta de izquierda a derecha?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Los movimientos en el sentido de las manecillas del reloj aumentan el valor de los parámetros?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Los movimientos en el sentido de las manecillas del reloj cierran las válvulas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. En los controles mediante palancas, ¿el movimiento hacia arriba y hacia abajo produce movimiento hacia arriba?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Anexo 2.- Holguras recomendadas por la Oficina Internacional del Trabajo

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal .....	5
2. Holgura por fatiga básica .....	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado .....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda .....	0
b) Incómoda (flexionado) .....	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado) .....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5.....	0
10.....	1
15.....	2
20.....	3
25.....	4
30.....	5
35.....	7
40.....	9
45.....	11
50.....	13
60.....	17
70.....	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado .....	0
b) Bastante abajo de lo recomendado .....	2
c) Muy inadecuada .....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable.....	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino .....	0
b) Trabajo fino o exacto .....	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto .....	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo .....	0
b) Intermitente: fuerte .....	2
c) Intermitente: muy fuerte .....	5
d) De tono alto: fuerte .....	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo .....	1
b) Espacio de atención compleja o amplia .....	4
c) Muy complejo .....	8
9. Monotonía:	
a) Baja .....	0
b) Media .....	1
c) Alta .....	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso .....	0
b) Tedioso .....	2
c) Muy tedioso .....	5



### Anexo 3.- Registro de mantenimiento del cabezal

REGISTRO DE MANTENIMIENTO CABEZAL DIARIO			
Fecha de solicitud: _____			
Asignado a: _____			
Tipo de mantenimiento: _____			
TRABAJO A EJECUTAR:			
Fecha de realización: _____		Hora inicio: _____	
		Hora Fin.: _____	
ACTIVIDADES:			
Frecuencia		Diaria	Realizado
<b>Inspección externa</b>		<b>TIEMPO (min)</b>	
1	Control aceite hidráulico	1	
2	Controlar refrigeración	1	
3	Verificar alineación del cabezal	3	
4	Verificar controlador de temperatura	2	
5	Controlar nivel de aceite cojinete axial.	3	
6	Controlar sondas térmicas	3	
Frecuencia		Diaria	Realizado
<b>Limpieza externa</b>		<b>TIEMPO (min)</b>	
1	Limpiar exteriores del cabezal	5	
2	Limpiar la abertura de entrada a la zona	3	
3	Limpiar tamiz.	5	
Frecuencia		Diaria	Realizado
<b>Revisión parte eléctrica externa</b>		<b>TIEMPO (min)</b>	
1	Revisar contactos eléctricos.	2	
2	Verificar panel de control	2	
3	Verificar indicador	3	
Frecuencia		Diaria	Realizado
<b>Ajuste de partes externas</b>		<b>TIEMPO (min)</b>	
1	Apretar los tornillos de la brida de sujeción	4	
2	Controlar fijación y ajuste del cabezal	3	
3	Controlar y revisar apoyo del cabezal	1	
MATERIALES UTILIZADOS:			
Cant.	Descripción	Observaciones	
3	Wype		
2	Wypall		
1	Cepillo de Acero		
1	Aceite Lubricante		
1	Aceite Penetrante		
1	Limpia contactos		
1	Juego de llaves Allen		
1	Juego de llaves de pico		
INFORME DEL TRABAJO REALIZADO:			
Supervisado por: _____			
Entrega: _____		Recibe: _____	

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO CABEZAL SEMANAL**

Fecha de solicitud: \_\_\_\_\_

Asignado a: \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento: \_\_\_\_\_

TRABAJO A EJECUTAR: \_\_\_\_\_

Fecha de realización: \_\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_

Hora Fin.: \_\_\_\_\_

**ACTIVIDADES:**

Frecuencia		Semanal	Realizado
Lubricación partes internas		TIEMPO (min)	
1	Comprobar el aceite del atomizador	2	
2	Comprobar el nivel de aceite hidráulico	1	
3	Comprobar lubricación central	2	
4	Engrasar puntas	3	
5	Engrasar boquillas	4	
6	Cambiar aceite del engranaje	7	

Frecuencia		Semanal	Realizado
Limpieza interna del cabezal		TIEMPO (min)	
1	Desmontar el casquillo de guía	15	
2	Desmontar la boquilla	19	
3	Desmontar el núcleo	18	
4	Controlar la conexión del aire de apoyo.	3	
5	Desmontar la placa de soporte del núcleo.	15	
6	Desmontar el cabezal.	30	
7	Realizar la limpieza de material quemado	25	
8	Realizar la limpieza de incrustaciones.	30	
9	Limpiar boquillas.	15	
10	Retirar la suciedad y contaminantes otros.	15	

**MATERIALES UTILIZADOS:**

Cant.	Descripción	Observaciones
15	Wype	
1	Grasa	
1	Cepillo de Acero	
1	Aceite Lubricante	
1	Aceite Penetrante	
1	Aceite para cajas	
1	Juego de llaves Allen	
1	Juego de llaves mixtas	

**INFORME DEL TRABAJO REALIZADO:**

Supervisado por: \_\_\_\_\_



**REGISTRO DE MANTENIMIENTO CABEZAL MENSUAL**

Fecha de solicitud: \_\_\_\_\_

Asignado a: \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento: \_\_\_\_\_

TRABAJO A EJECUTAR:

Fecha de realización: \_\_\_\_\_

Hora inicio: \_\_\_\_\_

Hora Fin.: \_\_\_\_\_

ACTIVIDADES:

Frecuencia		Mensual	Realizado
Revisión parte eléctrica interna		TIEMPO (min)	
1	Revisar sensores.	15	
2	Revisar resistencias	25	
3	Revisar motor de accionamiento	10	

MATERIALES UTILIZADOS:

Cant.	Decripción	Observaciones
1	Guantes	
1	Multímetro	
1	Juego de llaves Allen	
1	Juego de destornilladores	
2	Wypall	
1	Brocha	

INFORME DEL TRABAJO REALIZADO:

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Entrega: \_\_\_\_\_

Recibe: \_\_\_\_\_

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO CABEZAL SEMESTRAL**

Fecha de solicitud: \_\_\_\_\_

Asignado a: \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento: \_\_\_\_\_

TRABAJO A EJECUTAR:

Fecha de realización: \_\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_

Hora Fin.: \_\_\_\_\_

ACTIVIDADES:

Frecuencia		Semestral	Realizado
Revisión de Resistencias		TIEMPO (min)	
1	Controlar cintas de calefacción	20	
2	Controlar sondas térmicas	20	
3	Revisar estado de resistencias	20	
4	Medir resistencia	15	
5	Medir paso de corriente	15	

MATERIALES UTILIZADOS:

Cant.	Descripción	Observaciones
1	Guantes	
1	Multímetro	
1	Sonda de temperatura para multímetro	
1	Juego de llaves Allen	
1	Juego de destornilladores	
2	Wypall	
1	Resistencia para cabezal	
1	Limpia Contactos	
1	Brocha	

INFORME DEL TRABAJO REALIZADO:

Supervisado por: \_\_\_\_\_

Entrega: \_\_\_\_\_

Recibe: \_\_\_\_\_

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO CABEZAL ANUAL**

Fecha de solicitud: \_\_\_\_\_

Asignado a: \_\_\_\_\_

Tipo de mantenimiento: \_\_\_\_\_

**TRABAJO A EJECUTAR:**

Fecha de realización: \_\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_  
 Hora Fin.: \_\_\_\_\_

**ACTIVIDADES:**

Frecuencia		Anual	Realizado
Cambio de partes eléctricas		TIEMPO (min)	
1	Cambio de resistencias.	70	
2	Cambio de terminales eléctricas	30	
3	Cambio de contactores	30	
4	Cambio de temporizadores	30	
5	Cambio de relés	30	
6	Cambio de tornillos de sujeción	60	
7	Rectificación interna	120	
8	Cambio aceite de cajas	50	

**MATERIALES UTILIZADOS:**

Cant.	Decripción	Observaciones
1	Guantes	
1	Multímetro	
1	Sonda de temperatura para multímetro	
1	Juego de llaves Allen	
1	Juego de destornilladores	
2	Wypall	
4	Terminales eléctricas	
2	Contactores	
2	Temporizadores	
1	Relé	
8	Pernos de sujeción	
2	Aceite de caja	
1	Cepillo de acero	
15	Wypes	
1	Pasta de diamante	
1	Limpia Contactos	
1	Brocha	

**INFORME DEL TRABAJO REALIZADO:**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Anexo 4.- Capacitación Operarios

 <h3>MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN</h3> <h4>MÉTODO PROPUESTO PARA REBABEO</h4> 	<h3>MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Al analizar los métodos utilizados en el proceso de producción del envase nos encontramos con que los implementos usados para el rebabeo no son los adecuados, los mismos hacen que el tiempo de inspección y rebabeo sean largos. Lo que conlleva a una baja productividad y eficiencia.</li><li>• Es necesario mejorar los métodos del proceso actual para de esta manera optimizar los recursos e incrementar la productividad ya que existen varios problemas en cuanto a entorno, equipo y hombre.</li></ul>
<h3>MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRABAJO</h3>  <ul style="list-style-type: none"><li>• El mejoramiento del lugar de trabajo, del proceso y del ambiente hacen que la incidencia y severidad de los riesgos se reduzcan.</li><li>• Esta mejora del área y entorno hacen que tanto los procesos como productos y ambiente se adopten a las capacidades y limitaciones tanto físicas como mentales de los operarios.</li><li>• Permiten además establecer un control de los riesgos no ergonómicos mediante el uso de sillas giratorias, soportes, guantes y mejor iluminación.</li></ul>	<h3>Flujo del Proceso</h3>  <ul style="list-style-type: none"><li>• Método mejorado:</li><li>• Optimiza el tiempo de rebabeo.</li><li>• Presenta mejores condiciones ergonómicas para el operario.</li><li>• Reduce la fatiga.</li><li>• Incrementa la eficiencia y productividad.</li></ul> 

Tempo (min)	Actividad	segundos	
0.0221	Tomar el ensayo.	2,03	Con guantes que se forman en la mano
0.0162	Cortar rebaba de la base.	3,00	Con cuchilla de seguridad y con corte más efectivo
0.0432	Cortar rebaba del casco.	2,72	Con cuchilla de seguridad y con corte más efectivo
0.0421	Buscar defectos en el ensayo.	2,74	Sin defectos de rayadura por cabal nuevo y limpio
0.0185	Colocar en la caja	1,81	
0.0282	Enfriamiento del ensayo.	21,420	Menor temperatura en cámara
0.0424	Tomar el ensayo	2,520	Movimientos más rápidos por silla giratoria
0.0394	Revisión de defectos.	2,379	Envaso con mayor calidad
0.0375	Colocar en la caja.	2,28	Movimientos más rápidos por silla giratoria y mayor espacio
TOTAL	0,7142	41,115	

## Trabajo Sentado

- **Método Actual con silla fija:**
- - Puede ocasionar lesiones osteomusculares.
- - No permite mantener la espalda recta.
- - Altura de la silla no adecuada, el operario tiene que agacharse o flexionar la espalda.

## Trabajo Sentado

- **Método propuesto con silla giratoria:**
- - La altura de la silla a nivel del recogedor de la máquina permite mantener una postura recta y evitar sobreesfuerzos, la altura es regulable.
- - La silla giratoria permite mantener la columna recta y apoyada al espaldar de la silla, evitando giros repetitivos los cuales pueden ocasionar daños.
- - Permite alternar los giros para un lado y para el otro.
- - Las piernas se mantiene a 90°, evitando fatiga en ellas.

## Trabajo Sentado

- **Método propuesto con silla giratoria:**
- - Evita el dolor en la zona lumbar debido a los giros.
- - Reduce el dolor en los muslos debido a la correcta posición del las piernas.
- - La silla giratoria permite tener libertad en los movimientos.



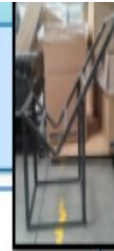


## Soporte

- Método Actual sin soporte:
- - Puede ocasionar lesiones osteomusculares.
- - No permite mantener la espalda recta, ya que el operario debe agacharse para colocar el envase en la caja.
- - El no tener soporte hace que la espalda no se encuentre recta.

## Soporte

- Método propuesto con soporte:
- - Evita el dolor en la zona lumbar debido que el operario ya no tiene que agacharse.
- - El soporte permite reducir el tiempo y esfuerzo de colocar el envase. El envase se ubica rápidamente en su posición y no tambalea.
- - El soporte presta facilidad para levantar la caja.
- - Fácil empaque.



## Guantes

- Método propuesto con guantes:
- Evita el stress térmico.
- Evita quemaduras.
- Acelera el rebabeo.
- Permite manipular de mejor manera el envase.
- Hace que la inspección del envase sea más rápida.



## Cuchilla delgada

- Método propuesto con cuchilla fina:
- Corte más preciso.
- Mejor manipulación.
- Reduce el tiempo de rebabeo.
- Permite refilar de mejor manera el envase.

