



INGENIERIA INDUSTRIAL

PROYECTO DE GRADO

**USO DE LAS HERRAMIENTAS SIX SIGMA EN LA PROPUESTA DE
MEJORA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE
POLIETILENO EN LA EMPRESA IFA S.A.**

GARY YALAL EID PEÑA

**Proyecto de grado para optar al grado de licenciatura
En Ingeniería Industrial**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA- BOLIVIA
2020**



INGENIERIA INDUSTRIAL

PROYECTO DE GRADO

**USO DE LAS HERRAMIENTAS SIX SIGMA EN LA PROPUESTA DE
MEJORA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE
POLIETILENO EN LA EMPRESA IFA S.A**

GARY YALAL EID PEÑA

**Proyecto de grado para optar al grado de licenciatura
En Ingeniería Industrial**

**Santa Cruz de la Sierra– Bolivia
2020**

ABSTRACT

TITULO

: “USO DE LAS HERRAMIENTAS SIX SIGMA EN LA PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IFA S.A.”

AUTOR

: Gary Yalal Eid Peña

PROBLEMÁTICA

La cantidad elevada de devoluciones a raíz de los defectos de fábrica de los envases, debido a la obsolescencia y falta de controles de calidad en el proceso de fabricación de envases de polietileno.

OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de control en base a las herramientas de la calidad 6 σ para mejorar el proceso de fabricación de envases de polietileno en la empresa IFA S.A.

CONTENIDO

Garantizar el correcto funcionamiento de la máquina de soplado de polietileno realizando un estudio de la actualidad en la que se encuentra esta máquina debido a su importancia dentro del proceso de manufactura de los medicamentos.

Donde vamos a poder apreciar la estructura interna y la forma en cómo se maneja las cosas dentro de la empresa laboratorios IFA S.A., así como también las distintas variedades del producto que se guardan dentro de estos envases y sus distintas medidas.

También encontraremos los componentes internos de la maquina de soplado y como esta interviene en cada parte del proceso, los cuales han sido medidos de manera manual para si correcta interpretación y posterior toma de decisiones.

Se encuentra mediante análisis estadísticos las proyecciones de la producción para los siguientes años en los cuales se puede observar que la maquinaria ya presenta desperfectos y genera costos muy aparte de los planificados

CARRERA

: INGENIERIA INDUSTRIAL

PROFESOR GUIA

: ING. NORBERTO JUSTINIANO GALLARDO

DESCRIPTORES O TEMAS

: GESTION DE LA CALIDAD

PERIODO DE INVESTIGACION

: AGOSTO DE 2018 A FEBRERO DE 2019

E-MAIL DEL O LOS AUTORES

: garyep.planta.ifa@gmail.com

DEDICATORIA

Primeramente, dar gracias a dios por haber derramado bendiciones sobre mi persona por haberme dado sabiduría, paciencia y perseverancia para la conclusión de mi presente trabajo de investigación.

Dar gracias a mis padres Claudia Patricia Peña Zurita y Yalal Gary Eid Antelo por haberme brindado una gran enseñanza de vida la cual me permitió convertirme en la persona que soy hoy en día, a mi hermano Nicolas Eid Peña por haberme acompañado en las noches de desvelo por el apoyo incondicional en esa etapa de mayor tensión.

Agradecer a mi abuela Ana Maria Zurita Portales de Peña por siempre apoyarme en cada una de las decisiones que he tomado de una manera incondicional por haberme brindado esa tranquilidad que solo una abuela puede darte y a mi abuela por parte de padre Juana Antelo Bascope de Eid por haber estado en cada uno de los años en los que me he formado como persona y como profesional con ese cariño y apoyo tan grande que siempre la ha caracterizado y a toda mi familia por haberme apoyado en mi formación profesional.

Gracias al Ing. Norberto Justiniano Gallardo por haberme transmitido todo su conocimiento y experiencia para poder culminar mi proyecto de grado.

Dedicar mi trabajo de grado a la persona que siempre me cuido desde muy pequeño me enseñó el valor del trabajo que no todo en la vida es el dinero si no las experiencias que uno vive dedicarle esto a mi abuelo Darwin Peña Pedraza que aunque el ya no se encuentra con nosotros su recuerdo fue el motor que me impulso a seguir a delante en la vida y finalmente poder decirle **“PAPI LO LOGRE”**.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	INTRODUCCION	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1.	Problema.....	3
1.2.2.	Árbol del problema	4
1.2.3.	Situación deseada.....	5
1.2.4.	Preguntas de investigación	6
1.3.	JUSTIFICACIÓN	6
1.3.1.	Justificación Empresarial.....	6
1.3.2.	Justificación Económica	7
1.3.3.	Justificación Técnica	7
1.4.	OBJETIVOS	7
1.4.1.	Objetivo General	7
1.4.2.	Objetivos Específicos	7
1.5.	ALCANCE	8
1.5.1.	Alcance Espacial	8
1.5.2.	Alcance Temporal	8
1.5.3.	Alcance Temático	8

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1.1.	Introducción.....	9

2.1.2.	Tipos de plástico según el Moldeo	9
2.1.2.1.	Propiedades y características	9
2.1.3.	Clasificación de los plásticos.....	11
2.1.3.1.	Según el monómero base	11
2.1.3.2.	Naturales.....	11
2.1.3.3.	Sintéticos.....	11
2.1.4.	Según su comportamiento frente al calor	11
2.1.4.1.	Termoplásticos.....	11
2.1.4.2.	Termoestables.....	12
2.1.4.3.	Según la reacción de síntesis.....	13
2.1.4.4.	Polímeros de adición.....	13
2.1.4.5.	Polímeros de condensación	13
2.1.4.6.	Polímeros formados por etapas	13
2.1.5.	Según su estructura molecular.....	14
2.1.5.1.	Amorfos.....	14
2.1.5.2.	Semi-cristalinos	14
2.1.5.3.	Cristalizables	14
2.1.5.4.	Comodities	14
2.1.5.5.	De ingeniería	15
2.1.5.6.	Elastómeros o cauchos	15
2.1.6.	Codificación de los plásticos	15
2.1.7.	Polietileno.....	16
2.1.8.	Estructura Química y síntesis.....	16
2.1.9.	Historia	17

2.1.10.	Propiedades	19
2.1.10.1.	Propiedades físicas	19
2.1.10.2.	Propiedades químicas	19
2.2.	CLASIFICACIÓN.....	19
2.3.	CONCEPTOS BÁSICOS DE CALIDAD	20
2.3.1.	Función de control de la calidad.....	23
2.4.	CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS.....	25
2.4.1.	Variabilidad.....	26
2.4.2.	Causas de la variabilidad	27
2.4.2.1.	Diagrama de Pareto	28
2.4.2.2.	Histograma y polígono de frecuencias	29
2.4.2.3.	Diagrama Causa Efecto	30
2.4.2.4.	Diagrama de dispersión	30
2.4.2.5.	Gráficas de control	31
2.4.2.6.	Hojas de verificación - diagrama de flujo.....	32

CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

3.1.	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	37
3.1.1.	Misión	39
3.1.2.	Visión	39
3.2.	POLÍTICA.....	39
3.3.	OBJETIVOS	39
3.4.	VALORES	40
3.4.1.	Capital Humano.....	40

3.4.2.	Tecnología.....	40
3.4.3.	Seguridad e Higiene	40
3.4.4.	Responsabilidad Social	40
3.5.	CALIDAD DEL PERSONAL	41
3.5.1.	Calidad en la producción	41
3.5.2.	Control de calidad	41
3.6.	PRODUCTOS QUE SE PRODUCEN	44
3.7.	DESARROLLO GALÉNICO	46
3.8.	APOYO	46
3.9.	LOGÍSTICA	47
3.10.	PROCESO DE SOPLADO	47
3.10.1.	Componentes.....	47
3.10.1.1.	Matriz de soplado	48
3.10.1.2.	Cilindro neumático.....	48
3.10.1.3.	Resistencia.....	49
3.10.1.4.	Extrusora	50
3.10.1.5.	Boquillas de soplado	50
3.10.1.6.	Chiller	51
3.10.1.7.	Cinta transportadora.....	52
3.10.1.8.	Válvulas neumáticas	52
3.11.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	53
3.11.1.	Soplado	53
3.11.2.	Descripción del proceso de extrusión.....	54
3.12.	DATOS HISTÓRICOS DE SOPLADO DE ENVASES.....	54

3.12.1.	Análisis de datos históricos y proyección futura	56
---------	--	----

CAPITULO IV

DIAGNOSTICO DEL PROYECTO

4.1.	DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE SOPLADO	58
4.1.1.	Metodología 5W 1 H – No Conformidad Contaminado.	58
4.1.2.	Diagrama de Pareto	61
4.2.	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	62
4.2.1.	Recopilacion de datos	63
4.2.1.1.	Aplicación de la técnica de cronometraje	63
4.3.	ACTIVIDADES	64
4.3.1.	Colocar la matriz	64
4.3.1.1.	Graficas de control del proceso de colocado de la matriz	66
4.3.2.	Ajuste de la matriz de soplado	67
4.3.3.	Graduación de ancho	69
4.3.4.	Toma de materiales.....	71
4.3.5.	Cuantificación.....	73
4.3.6.	Mezclado	75
4.3.7.	Mezclado en bobinas	77
4.3.8.	Transporte hacia la tolva	79
4.3.9.	Maquina en operación y extrusión.....	82
4.3.10.	Verificación.....	82
4.3.11.	Desajuste de la matriz de soplado	84
4.3.12.	Retiro de la matriz	87
4.3.13.	Transporte de la matriz de soplado	89

4.4.	CAPACIDAD INSTALADA.....	91
4.4.1.	Capacidad estimada.....	91
4.4.2.	Mano de obra	91
4.4.3.	Capacidad del equipo.....	91
4.5.	REPROCESADOS	94
4.6.	CONCLUSIONES DEL DIAGNOSTICO.....	96
4.7.	PROCESOS DE APOYO	97
4.8.	COMPROMISO DE CALIDAD.....	97
4.9.	POLÍTICA DE CALIDAD.....	99

CAPITULO V

PROPUESTA

5.1.	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	101
5.1.1.	Requerimiento de matriz de soplado.....	101
5.1.2.	Requerimiento de servicio de calibración.....	102
5.1.3.	Requerimiento de resistencia.....	102
5.1.4.	Mantenimientos correctivos.....	102
5.2.	MAQUINA NUEVA	103
5.2.1.	Maquinaria.....	103
5.3.	COSTOS	104
5.3.1.	Costos de mano de obra directa	104
5.3.2.	Costos de energía eléctrica.....	104
5.3.3.	Costos de seguro	104
5.3.4.	Costos de mantenimiento.....	105
5.4.	COSTO COMPARATIVO DE MANTENIMIENTO Y EQUIPO NUEV.....	105

5.5.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD	106
5.5.1.	Hoja de verificación	107
5.5.2.	Gráficos de control de temperaturas	107
5.5.3.	Gráficos de control de reprocesados.....	108
CAPITULO VI		
COSTO-BENEFICIO		
6.1.	PLANIFICACIÓN.....	110
6.2.	MANTENIMIENTO	110
6.3.	DEVOLUCIONES.....	110
6.4.	COSTO POR BOTELLAS DEFECTUOSAS.....	111
6.5.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	111
6.5.1.	Análisis de costos.....	111
6.5.2.	Análisis de beneficios.....	112
BIBLIOGRAFIA		113

INDICE DE GRAFICO

GRAFICO N° III.1.	PORCENTAJE DE PRODUCCION DE ENVASES	55
GRAFICO N° III.2.	PROYECCION DE CONSUMO	57
GRAFICO N° IV.1.	DIAGRAMA DE PARETO.....	62
GRAFICO N° IV.2.	HISTOGRAMA Y POLÍGONO DE FRECUENCIAS EN EL TIEMPO EMPLEADO EN EL COLOCADO DE LA MATRIZ	66
GRAFICO N° IV.3.	COLOCAR MATRIZ	67
GRAFICO N° IV.4.	HISTOGRAMA Y POLÍGONO DE FRECUENCIAS EN EL TIEMPO EMPLEADO EN AJUSTE DE BOBINA.....	68
GRAFICO N° IV.5.	AJUSTE DE BOBINA	69
GRAFICO N° IV.6.	GRADUACION DE ANCHO	71
GRAFICO N°IV.7.	HISTOGRAMA Y POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE TIEMPOS DE TOMA DE MATERIALES	72
GRAFICO N° IV.8.	TOMA DE MATERIALES	73
GRAFICO N°IV.9.	HISTOGRAMA Y POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE TIEMPOS DE CUANTIFICACIÓN.....	74
GRAFICO N° IV.10.	CUANTIFICACIÓN.....	75
GRAFICO N° IV.11.	MEZCLADO	76
GRAFICO N° IV.12.	LÍMITES DE CONTROL DEL PROCESO DE MEZCLADO	77
GRAFICO N° IV.13.	HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS DE MEZCLADO EN BOBINAS.....	78
GRAFICO N° IV.14.	LÍMITES DE CONTROL DEL PROCESO DE MEZCLADO DE BOBINAS	79
GRAFICO N° IV.15.	HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS DE TRANSPORTE DE MATERIALES A LA TOLVA.....	80

GRAFICO N° IV.16.	TRANSPORTE HACIA LA TOLVA.....	81
GRAFICO N° IV.17.	HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS DE VERIFICACIÓN.....	83
GRAFICO N° IV.18.	LÍMITES DE VERIFICACIÓN	84
GRAFICO N° IV.19.	HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS DE DESAJUSTES DE LA MATRIZ DE SOPLADO	85
GRAFICO N° IV.20.	DESAJUSTE DE LA MATRIZ DE SOPLADO	86
GRAFICO N° IV.21.	LÍMITES DE RETIRO DE LA MATRIZ DE SOPLADO	87
GRAFICO N° IV.22.	HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS DE RETIRO DE MATRIZ DE SOPLADO EN CAMBIOS DE FORMATO	88
GRAFICO N° IV.23.	LÍMITES DE RETIRO DE LA MATRIZ DE SOPLADO	88
GRAFICO N° IV.24.	TRANSPORTE DE LA MATRIZ DE SOPLADO	90
GRAFICO N° IV.25.	LÍMITES DE TRANSPORTE DE LA MATRIZ DE SOPLADO.....	90
GRAFICO N° IV.26.	CAPACIDAD DE LA MAQUINA DE SOPLADO PROYECTADA	92
GRAFICO N° IV.27.	TENDENCIA DE CRECIMIENTO.....	93
GRAFICO N° IV.28.	REPROCESADOS	95
GRAFICO N° V.1.	CONTROL DE TEMPERATURA.....	108

INDICE DE CUADRO

CUADRO N° II.1.	CODIFICACIÓN INTERNACIONAL PARA LOS DISTINTOS PLÁSTICOS	15
CUADRO N° III.1.	DATOS HISTORICOS	55
CUADRO N° III.2.	PROYECCION ESTIMADA GESTION 2019-2022	56
CUADRO N° IV.1.	PAROS DE PRODUCCIÓN	62
CUADRON° IV.2.	PROCESO DE EXTRUSIÓN DE ENVASES DE POLIETILENO.....	64
CUADRO N° IV.3.	LIMITES DEL COLOCADO DE LA MATRIZ	65
CUADRO N° IV.4.	LIMITES DE AJUSTE DE BOBINA	68
CUADRO N° IV.5.	AJUSTE DE ANCHO	70
CUADRO N° IV.6.	HISTOGRAMA Y POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE TIEMPOS EN GRADUACIÓN DE ANCHO	70
CUADRO N° IV.7.	TOMA DE MATERIALES	72
CUADRO N° IV.8.	LÍMITES DE LA CUANTIFICACIÓN	74
CUADRO N° IV.9.	MEZCLADO	76
CUADRO N° IV.10.	MEZCLADO EN BOBINAS	78
CUADRO N° IV.11.	TRANSPORTE HACIA LA TOLVA.....	80
CUADRO N° IV.12.	MAQUINA EN OPERACIÓN Y EXTRUSIÓN.....	82
CUADRO N° IV.13.	LÍMITES DE VERIFICACIÓN.....	83
CUADRO N° IV.14.	LÍMITES DE DESAJUSTE DE LA MATRIZ DE SOPLADO	85
CUADRO N° IV.15.	LÍMITES DE TRANSPORTE DE LA MATRIZ DE SOPLADO.....	89
CUADRO N° IV.16.	CAPACIDAD DE LA MAQUINA DE SOPLADO	92

CUADRO N° IV.17.	DIAS DE PRODUCCIÓN	93
CUADRO N° IV.18.	PROCESO DE REPROCESADOS	94
CUADRO N° V.1.	MATRIZ DE SOPLADO.....	101
CUADRO N° V.2.	CALIBRACIÓN.....	102
CUADRO N° V.3.	RESISTENCIA	102
CUADRO N° V.4.	PIEZAS CAMBIADAS	103
CUADRO N° V.5.	MAQUINARIAS	103
CUADRO N° V.6.	MANO DE OBRA INDIRECTA.....	104
CUADRO N° V.7.	PROYECCION DE COSTO DE ENERGIA ELECTRICA.....	104
CUADRO N° V.8.	COSTO DEL SEGURO.....	105
CUADRO N° V.9.	COSTOS DE MANTENIMIENTO	105
CUADRO N° V.10.	COMPARACION	106
CUADRO N° VI.1.	DEVOLUCIONES.....	110
CUADRO N° VI.2.	COSTO DE ENVASES DEFECTUOSOS EN BS Y EN SUS.....	111
CUADRO N° VI.3.	COSTOS DE EQUIPO DE SOPLADO.....	111
CUADRO N° VI.4.	COSTOS ASOCIADOS A BOTELLAS DEFECTUOSAS	112
CUADRO N° VI.5.	COSTOS ASOCIADOS A BOTELLAS DEFECTUOSAS 30 % Y 5%	113

INDICE DE DIAGRAMA

DIAGRAMA N° I.1.	DIAGRAMA CAUSA - EFECTO	5
DIAGRAMA N° I.2.	SITUACION DESEADA	6
DIAGRAMA N° II.1.	MAPA DE PROCESOS	21
DIAGRAMA N° II.2.	MALA CALIDAD Y COMPETIVIDAD.....	23
DIAGRAMA N° II.3.	CICLO DE CONTROL	25
DIAGRAMA N° II.4.	INSPECCION DE ACEPTACION POR MUESTREO	26
DIAGRAMA N°II.5.	FACTORES PRINCIPALES QUE INCIDEN EN LA VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS	27
DIAGRAMA N° II.6.	HISTOGRAMA Y POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE DISTRIBUCIÓN	29
DIAGRAMA N° II.7.	CAUSA EFECTO EN ROTURA DE ENVASES.....	30
DIAGRAMA N° II.8.	DATOS HISTÓRICOS DE FRASCOS SOPLADOS EN LA EMPRESA IFA S.A.	95
DIAGRAMA N° IV.1.	PROCESO PRODUCTIVO MATERIAL CONTAMINADO.	60
DIAGRAMA N° IV.2.	PRODUCTO CONTAMINADO	61

INDICE DE IMAGEN

IMAGEN N° III.1.	MATRIZ DE SOPLADO DE ENVASE DE POLIETILENO	48
IMAGEN N° III.2.	CILINDRO NEUMÁTICO	49
IMAGEN N° III.3.	RESISTENCIAS.....	49
IMAGEN N° III.4.	EXTRUSORA DE POLIETILENO	50
IMAGEN N° III.5.	BOQUILLAS DE SOPLADO	51
IMAGEN N° III.6.	CHILLER.....	51
IMAGEN N° III.7.	CINTA TRANSPORTADORA	52
IMAGEN N° III.8.	VALVULA NEUMATICA.....	53
IMAGEN N° III.9.	PROCESO DE EXTRUSIÓN	54

INDICE DE TABLA

TABLA N° I.1.	DEVOLUCIONES EXPRESADO EN BOLIVIANOS.....	3
----------------------	---	---

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN