



INGENIERIA AMBIENTAL EN PREVENCIÓN Y REMEDIACIÓN

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA
EN LA PROCESADORA VYM S.A.

“Trabajo de Titulación Presentado en Conformidad a los Requisitos
Establecidos para Optar por el Título de Ingeniero Ambiental en Prevención y
Remediación”

PROFESOR GUÍA
Ing. Bayron Ruiz

AUTORES

Raúl Ernesto Gutiérrez Álvarez
Ricardo Javier Villavicencio Gaibor

2012

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Ing. Bayron Ruiz
CI: 170886081-0

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Raúl Ernesto Gutiérrez Álvarez
CI: 0602996753

Ricardo Javier Villavicencio Gaibor
CI: 1803767068

AGRADECIMIENTO.

En primer lugar a Dios por acompañarme en todos los momentos de mi vida y de mi carrera universitaria, gracias a Él pude aprender que uno nunca está solo, especialmente en los momentos más difíciles.

A mi familia, quienes con su cariño, comprensión y ejemplo han hecho de mi una mejor persona, gracias por soportar mis enojos y por estar siempre para mi, demostrándome su amor y apoyo en cada una de las etapas de mi vida.

A Karla gracias por ser una gran alegría en mi vida, por acompañarme en todo momento y por tu cariño y apoyo incondicional.

A mi compañero y amigo Ricardo Villavicencio con quien tuve la suerte de compartir aciertos y dificultades en el desarrollo de este proyecto.

-Raúl Gutiérrez.-

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia, a mi padre que con su constancia ha motivado mi superación personal, a mis hermanos que han sabido ser grandes compañeros y amigos de vida, a mi sobrino por ser una hermosa bendición, pero sobre todo y de manera especial quiero dedicar el presente trabajo, a mi madre, quien con su amor incondicional ha llenado mi vida de alegría y es una gran motivación que me empuja a seguir cumpliendo mis metas.

-Raúl Gutiérrez-

AGRADECIMIENTO

A mis padres y familiares que siempre me han apoyado en todas las actividades que realizo y me han dado el impulso necesario para lograr todo lo que me propongo.

A mi amigo Raúl que con su presencia y apoyo hizo de éste trabajo una experiencia mucho más agradable y sencilla.

A la Procesadora VYMSA que tan cordialmente nos abrió sus puertas para llevar a cabo las actividades para éste proyecto

-Ricardo Villavicencio-

RESUMEN

Un paso muy importante hacia el desarrollo industrial y la conservación del ambiente es la creación de la metodología de Producción Más Limpia. Ésta es una metodología que llevada a través de distintas etapas, ayuda a las industrias a mejorar sus procesos de producción, para hacerlos más eficientes y a la vez menos nocivos para el ambiente. De esta manera es posible obtener un mayor ingreso económico con una disminución del impacto ambiental causado.

El presente estudio es ejecutado en la procesadora VYM S.A., dedicada al procesamiento de metal para creación de partes y piezas para la línea blanca. En el estudio se llevan a cabo todas las etapas descritas por la metodología de Producción Más Limpia, obteniendo como resultado 8 oportunidades de mejora, de las cuales son seleccionadas 2 para ser desarrolladas como proyectos de Producción Más Limpia.

El primer proyecto mejora el tiempo de galvanizado de piezas metálicas, para lograr una mayor eficiencia en el consumo de los recursos utilizados en éste proceso. El resultado es la disminución principalmente de la cantidad de zinc utilizado, y de manera secundaria otros insumos como agua, electricidad, mano de obra y tiempo. Con ésta disminución se obtuvo un beneficio económico de 1813,95 USD anuales y se deja de utilizar 24273,97 Kg de zinc, disminuyendo con ello el impacto ambiental generado.

El segundo proyecto tiene un enfoque hacia la cantidad de agua que se utiliza para la limpieza de las piezas metálicas antes de ser galvanizadas. A través de análisis se logra la eliminación de la etapa conocida como “segundo enjuague” en la limpieza de las piezas, disminuyendo la cantidad de agua que va a ser consumida y tratada. Con este proyecto se genera un ahorro de 339,45 USD anuales y se tendrá menor cantidad de agua contaminada debido al proceso.

Las oportunidades restantes, las que no fueron seleccionadas, podrán ser desarrolladas por la procesadora debido a que muchas de ellas generarían resultados muy benéficos tanto económica como ambientalmente.

Las industrias deberían crear programas de Producción Más Limpia para ayudar a la conservación del ambiente obteniendo beneficios económicos al mismo tiempo, eliminando la concepción de que el cuidado ambiental causa pérdidas económicas.

ABSTRACT

An important step towards the industrial development and the environment conservation is the creation of the Cleaner Production methodology. This is a methodology that carried through different stages, helps the industries to improve their production processes, to make them more efficient and at the same time less harmful to the environment. In this way it is possible to attain a greater economic profit with a reduction of the impact caused to the environment.

The present work is executed in VYM S.A. industry, dedicated to metal processing for the creation of parts and pieces of home appliances. In the work all the stages described by the Cleaner Production methodology are carried out, getting as a result 8 opportunities of improvement in the industry, from which 2 are chosen to be developed as Cleaner Production projects.

The first project improves the galvanizing time of metallic pieces, to achieve a better efficiency of the resources used in this process. The outcome is the reduction of the amount of zinc used and secondarily other inputs such as water, energy, manpower and time. With this reduction an economical benefit of 1813.95 USD a year was obtained and the use of 24273.97 Kg of zinc is stopped reducing with that the environmental impact generated in the process.

The second project focuses on the quantity of water used to clean the metallic pieces before being galvanized. Through analysis the removal of the stage known as "second rinse" is reached, reducing the amount of water being used and treated. This project will generate an annual savings of \$ 339.45 and will be less water contaminated by the process.

The remaining opportunities, those not selected, could be developed by the industry since most of them would generate very beneficial results both economically and environmentally.

Industries should create Cleaner Production programs to aid the environment conservation getting economical benefits at the same time in order to eradicate the conception that the environment care causes economical losses.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Capítulo I: Generalidades.....	2
1.1.Antecedentes	2
1.2.Descripción de la Empresa.	3
1.2.1.Ficha técnica de la Procesadora VYM S.A.	3
1.2.2.Macro proceso de la empresa.	4
1.2.3.Organigrama.....	6
1.2.4.Reseña Cronológica de la Procesadora VYM S.A.....	7
1.2.5.Política de calidad.....	9
1.2.6.Misión	10
1.2.7.Objetivos de calidad.	10
1.2.8.Proyectos Llevados a Cabo	11
1.3.Justificación	11
1.4.Alcance	12
1.5.Objetivos.	13
1.5.1.Objetivo General.....	13
1.5.2.Objetivos específicos.....	13
2. Capítulo II: Metodología y Marco Teórico	15
2.1.Metodología	15
2.2.Marco teórico	18
2.2.1.Producción Más Limpia	18
2.2.2.Herramientas de la Producción Más Limpia	19
3. Capítulo III: Diagnóstico	29
3.1.Etapas del Diagnóstico.....	29
3.1.1.Establecimiento del Compromiso de la Empresa	30
3.1.2.Formación del Eco-equipo	30
3.1.3.Revisión del Cumplimiento Normativo	32
3.1.4.Descripción de Empleados por área.....	35
3.1.5.Reconocimiento de las Áreas de la Empresa	35

3.1.6.Equipos y Maquinaria Utilizados.....	38
3.1.7.Materiales Utilizados.....	41
3.1.8.Consumos de la Empresa	47
3.1.9.Descripción de los Procesos de la Empresa.....	52
3.1.10.Descripción de Productos Principales	71
3.1.11.Cantidad de Productos Fabricados.....	72
3.1.12.Análisis de Residuos Generados.....	75
3.1.13.Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	83
3.1.14.Identificación de oportunidades de PML.....	84
4. Capítulo IV: Mediciones	86
4.1.Tipo de Mediciones.	86
4.2.Medición de Tiempo.	88
4.2.1.Medición de Tiempo en el proceso de Sliteado.	88
4.2.2.Medición de Tiempo en el Proceso de Troquelado.....	90
4.2.3.Medición de tiempo en el proceso de Galvanizado	95
4.2.4.Medición de tiempos en el proceso de ensamblado.	102
4.2.1.Medición de Tiempos de Maquinaria Encendida	106
4.3.Medición de Pesos.....	106
4.3.1.Medición de acumulación de zinc.....	106
4.3.2.Cantidad de chatarra por troquel	110
4.4.Otras Mediciones	114
4.4.1.Medición de Cantidad de Agua Utilizada en Galvanizado	114
5. Capítulo V: Oportunidades de PML.....	117
5.1.Análisis y Evaluación de Oportunidades Identificadas.....	117
5.1.1.Oportunidad 1	118
5.1.2.Oportunidad 2	120
5.1.3.Oportunidad 3	121
5.1.4.Oportunidad 4	122
5.1.5.Oportunidad 5	123
5.1.6.Oportunidad 6	125
5.1.7.Oportunidad 7	126

5.1.8.Oportunidad 8.....	127
5.2.Selección de Oportunidades	129
5.2.1.Mejora de Tiempos de Inmersión en el baño de zinc.	130
5.2.2.Reciclaje y Optimización de Agua en galvanizado	131
6. Capítulo VI: Implementación de Oportunidades.....	132
6.1.Proyecto 1.....	132
6.1.1.Situación actual.	132
6.1.2.Situación Esperada.....	133
6.1.3.Caracterización de Desperdicios	133
6.1.4.Prueba para el Proyecto	133
6.1.5.Presentación de Resultados.	152
6.1.6.Medición de Pesos con Nuevos Tiempos.....	153
6.1.7.Resultado en cámara salina prueba final.....	156
6.1.8.Actividades para Implementación	157
6.1.9.Indicadores	158
6.1.10.Análisis Económico y Ambiental	159
6.1.11.Programa de Monitoreo y Control.....	168
6.2.Proyecto 2.....	169
6.2.1.Situación Actual.	170
6.2.2.Situación Esperada.....	170
6.2.3.Caracterización de Desperdicios.	170
6.2.4.Prueba para el Proyecto (experimentación)	170
6.2.5.Resultados de Duración en Cámara Salina.....	171
6.2.6.Actividades para Implementación	172
6.2.7.Indicadores	173
6.2.8.Análisis Económico y Ambiental.....	174
6.2.9.Conclusiones del Proyecto	176
7. Capítulo VII Conclusiones y Recomendaciones	177
7.1.Conclusiones.....	177
7.2.Recomendaciones	178
BIBLIOGRAFÍA	180

ANEXOS	182
--------------	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ubicación Geográfica de la Procesadora	183
Anexo 2: Normativa Aplicable	184
Anexo 3: Troqueladora “ACCURL”	193
Anexo 4: Análisis de Laboratorio.	194
Anexo 5: Acumulación de Zinc en Piezas Galvanizadas	197
Anexo 6: Matriz de Decisión de Oportunidades	198
Anexo 7: Selección de muestra	199
Anexo 8: Diseño Fallido	201
Anexo 9: Manual Cámara Salina	202
Anexo 10: Procedimientos Estadísticos	213
Anexo 11 Cálculo de Variables Económicas	232
Anexo 12 Muestra para Toma de Datos	235
Anexo 13 Factura Galvagestor	236
Anexo 14 Informe Aprobado de Proyectos	237
Anexo 14 VYM S.A. Brochure	240

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Ficha Técnica.....	3
Tabla-1-2 Proyectos VYM S.A.....	11
Tabla 2-1 Paso 1 Matriz Ad-hoc.....	22
Tabla 2-2 Paso 2 Matriz Ad-hoc.....	22
Tabla 2-3 Pareto Paso 2	25
Tabla 2-4 Pareto Paso 3	26
Tabla 2-5 Creación de Indicadores	27
Tabla 3-1 Etapas de Diagnóstico	29
Tabla 3-2 Eco-Equipo.....	31
Tabla -3-3 Reuniones con el Eco-Equipo.....	32
Tabla 3-4 Legislación Aplicable.....	33
Tabla 3-5 Distribución Empleados.....	35
Tabla 3-6 Recinto de la Procesadora	36
Tabla 3-7 Equipos y Maquinaria VYMSA	38
Tabla 3-8 Materia Prima.....	41
Tabla 3-9 Compra Materia Prima 2010-2011	42
Tabla 3-10 Compra Materia Prima (Alambre) 2010-2011	43
Tabla 3-11 Porcentajes Acumulados Materia Prima	44
Tabla 3-12 Insumos VYMSA.....	45
Tabla 3-13 Consumo Eléctrico en VYMSA 2010-2011.....	47
Tabla 3-14 Consumo y Gasto por Electricidad.....	48
Tabla 3-15 Factor de Corrección y Potencia	49
Tabla 3-16 Consumo de Agua 2010-2011	51
Tabla 3-17 Consumo y Gasto por Agua	51
Tabla 3-18 Proceso General	53
Tabla 3-19 Sliteado 1	56
Tabla 3-20 Sliteado 2	57
Tabla 3-21 Sliteado 3	57
Tabla 3-22 Troquelado 1	58
Tabla 3-23 Troquelado 2	59
Tabla 3-24 Galvanizado 1	60

Tabla 3-25 Galvanizado 2	60
Tabla 3-26 Galvanizado 3	61
Tabla 3-27 Decapado	62
Tabla 3-28 Galvanizado 4	62
Tabla 3-29 Galvanizado 5	63
Tabla 3-30 Galvanizado 7	64
Tabla 3-31 Galvanizado 7	65
Tabla 3-32 Galvanizado 8	66
Tabla 3-33 Roscado	66
Tabla 3-34 Ensamblaje 1	67
Tabla 3-35 Ensamblaje 2	68
Tabla 3-36 Embalaje	68
Tabla 3-37 Conformado Resortes 1	69
Tabla 3-38 Conformado Resortes 2	70
Tabla 3-39 Matricería	70
Tabla 3-40 Productos Principales.....	71
Tabla 3-41 Producción 2010-2011	72
Tabla 3-42 Pesos de Productos Principales.....	73
Tabla 3-43 Porcentaje de Producción por Producto.....	74
Tabla 3-44 Componentes de los Productos	75
Tabla 3-45 Generación de Chatarra 2010-2011	76
Tabla 3-46 Productos Principales.....	79
Tabla 3-47 Materia Prima y Auxiliares.....	79
Tabla 3-48 Residuos y Emisiones	80
Tabla 3-49 Análisis de Costos por Residuos.....	80
Tabla 3-50 Caracterización de Aguas Residuales.....	83
Tabla 3-51 EIA	84
Tabla 4-1 Mediciones	87
Tabla 4-2 Dispositivos para Mediciones.....	88
Tabla 4-3 Tiempo de Sliteado de Planchas.....	89
Tabla 4-4 Tiempo de Sliteado de Bobinas	89
Tabla 4-5 Comparación de Tiempos de Sliteado de Bobinas y Planchas	90

Tabla 4-6 Tiempos de Troquelado	91
Tabla 4-7 Troquelado Cuerpo BPH	92
Tabla 4-8 Troquelado Palanca BPH.....	93
Tabla 4-9 Troquelado Gatillo.....	93
Tabla 4-10 Troquelado Caja BCP	94
Tabla 4-11 Tiempo de Galvanizado	95
Tabla 4-12 Tiempo Desengrase.....	97
Tabla 4-13 Tiempo Zincado.....	98
Tabla 4-14 Tiempo Neutralizado.....	99
Tabla 4-15 Tiempo Cromatizado.....	99
Tabla 4-16 Tiempo de Enjuague Final.....	100
Tabla 4-17 Tiempo Secado.....	101
Tabla 4-18 Tiempo Ensamble BPH.....	103
Tabla 4-19 Tiempo Ensamble BCP/VQZ.....	104
Tabla 4-20 Tiempo Ensamble Recibidor	105
Tabla 4-21 Acumulación de Zinc.....	107
Tabla 4-22 Acumulación Unitaria de Zinc.....	108
Tabla 4-23 Acumulación Anual de Zinc.....	109
Tabla 4-24 Componentes Troquelados	111
Tabla 4-25 Forma de Troquelado.....	112
Tabla 4-26 Pesos Materia Prima y Chatarra	112
Tabla 4-27 Comparación de Materia Prima y Chatarra	113
Tabla 4-28 Consumo de Agua en Galvanizado.....	115
Tabla 4-29 Consumo de Agua/Material Galvanizado	116
Tabla 5-17 Formato de Oportunidades	118
Tabla 5-1 Oportunidad 1	119
Tabla 5-2 Análisis Oportunidad 1	119
Tabla 5-3 Oportunidad 2	120
Tabla 5-4 Análisis Oportunidad 2	120
Tabla 5-5 Oportunidad 3	121
Tabla 5-6 Análisis Oportunidad 3	122
Tabla 5-7 Oportunidad 4	122

Tabla 5-8 Análisis Oportunidad 4	123
Tabla 5-9 Oportunidad 5	124
Tabla 5-10 Análisis Oportunidad 5	124
Tabla 5-11 Oportunidad 6	125
Tabla 5-12 Análisis Oportunidad 6	125
Tabla 5-13 Oportunidad 7	126
Tabla 5-14 Análisis Oportunidad 7	127
Tabla 5-15 Oportunidad 8	128
Tabla 5-16 Análisis Oportunidad 8	129
Tabla 6-1 Tiempos de Galvanizado.....	132
Tabla 6-2 Desperdicios de Galvanizado.....	133
Tabla 6-3 Etapas del Diseño Experimental	134
Tabla 6-4 Tamaño de Muestra	138
Tabla 6-5 Entradas y Salidas	139
Tabla 6-6 Niveles del Experimento.....	141
Tabla 6-7 Experimento Unifactorial	142
Tabla 6-8 Datos Temperatura	145
Tabla 6-9 Datos pH	145
Tabla 6-10 Datos Amperaje.....	146
Tabla 6-11 Experimento Cuerpo BPH.....	148
Tabla 6-12 Experimento Resorte BCP	149
Tabla 6-13 Experimento Caja BCP	149
Tabla 6-14 Procedimiento Experimental	151
Tabla 6-15 Tiempos Ideales.....	153
Tabla 6-16 Pesaje Caja BCP.....	153
Tabla 6-17 Pesaje Resorte BCP	154
Tabla 6-18 Acumulación de Zn Anterior	154
Tabla 6-19 Acumulación Zn Actual.....	154
Tabla 6-20 Acumulación Zn Cuerpos BPH.....	155
Tabla 6-21 Comparación Acumulación Zn en Superficie	155
Tabla 6-22 Resultados en Cámara Salina.....	157
Tabla 6-23 Actividades de Implementación.....	157

Tabla 6-24 Indicadores.....	158
Tabla 6-25 Productos Seleccionados.....	160
Tabla 6-26 Materia Prima.....	160
Tabla 6-27 Residuos y Emisiones.....	161
Tabla 6-28 Costo de Residuo.....	161
Tabla 6-29 Costos Operacionales.....	162
Tabla 6-30 Beneficios Económicos.....	165
Tabla 6-31 Beneficio Ambiental.....	166
Tabla 6-32 Programa de Monitoreo y Control.....	168
Tabla 6-33 Resultados de Duración.....	171
Tabla 6-34 Actividades para Implementación.....	172
Tabla 6-35 Indicadores.....	173
Tabla 6-36 Análisis Económico.....	174
Tabla 6-37 Beneficio Económico.....	175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Macro Proceso.....	5
Ilustración 1-2 Macro Proceso.....	5
Ilustración 1-3 Organigrama VYM S.A.	6
Ilustración 2-1 Diagrama de Pareto.....	24
Ilustración 3-1 Planta Baja VYMSA.....	37
Ilustración 3-2 Planta Alta VYMSA.....	38
Ilustración 3-3 Diagrama de Pareto para Materia Prima	44
Ilustración 3-4 Diagrama de Pareto de Insumos	46
Ilustración 3-5 Diagrama de Consumo Eléctrico	49
Ilustración 3-6 Diagrama de Consumo de Agua.....	52
Ilustración 3-7 Diagrama de Flujo Global	54
Ilustración 3-8 Desbobinaje.....	56
Ilustración 3-9 Cortado-Slitteado.....	57
Ilustración 3-10 Rebobinaje.....	58
Ilustración 3-11 Diagrama de Troquelado 1	58
Ilustración 3-12 Diagrama de Troquelado 2	59
Ilustración 3-13 Diagrama de Galvanizado-Desengrase	60
Ilustración 3-14 Diagrama de Galvanizado-Doble Enjuague.....	61
Ilustración 3-15 Diagrama de Galvanizado-Zincado.....	61
Ilustración 3-16 Diagrama de Decapado	62
Ilustración 3-17 Diagrama de Galvanizado-Enjuague	63
Ilustración 3-18 Diagrama de Galvanizado-Neutralizado	63
Ilustración 3-19 Diagrama de Galvanizado-Cromatizado Azul	64
Ilustración 3-21 Diagrama de Galvanizado-Enjuague Final	65
Ilustración 3-20 Diagrama de Galvanizado-Cromatizado Amarillo	65
Ilustración 3-22 Diagrama de Galvanizado-Secado	66
Ilustración 3-23 Diagrama de Roscado	67
Ilustración 3-24 Diagrama de Ensamblaje-Remachado	67
Ilustración 3-25 Diagrama de Ensamble-Acople	68
Ilustración 3-26 Diagrama de Embalaje	69
Ilustración 3-27 Diagrama de Conformado de Resortes	69

Ilustración 3-28 Diagrama de Conformado de Resortes- Acabados	70
Ilustración 3-29 Diagrama de Matricería	71
Ilustración 3-30 Pareto Productos Fabricados.....	74
Ilustración 3-31 Generación Chatarra vs Producción	77
Ilustración 3-32 Sistema de Tratamiento de Agua Primario de VYM S.A.....	82
Ilustración 4-1 Tiempo Troquelado Cuerpo BPH.....	92
Ilustración 4-2 Tiempo Troquelado Palanca BPH.....	93
Ilustración 4-3 Tiempo Troquelado Gatillo.....	93
Ilustración 4-4 Tiempo Troquelado Caja BCP	94
Ilustración 4-5 Tiempo Desengrase.....	97
Ilustración 4-6 Tiempo Zincado	98
Ilustración 4-7 Tiempo Neutralizado.....	99
Ilustración 4-8 Tiempo Cromatizado.....	99
Ilustración 4-9 Tiempo de Enjuague Final	100
Ilustración 4-10 Tiempo Secado.....	101
Ilustración 4-11 Pareto Acumulación de Zinc	110
Ilustración 4-12 Aprovechamiento Triángulos	113
Ilustración 4-13 Aprovechamiento Flejes	113
Ilustración 4-14 Consumo de Agua en Galvanizado	115
Ilustración 6-2 Sistema.....	138
Ilustración 6-4 Calendario 2 Experimento	143
Ilustración 6-3 Calendario 1 Experimento	143
Ilustración 6-5 Cámara Salina	146
Ilustración 6-6 Agua Desmineralizada.....	147
Ilustración 6-7 Cloruro de Sodio	147
Ilustración 6-8 Diferencia de Zinc en Piezas	156
Ilustración 6-9 Comparación de Zinc en Piezas	156
Ilustración 6-10 Diferencia Energía Eléctrica.....	164
Ilustración 6-11 Diferencia Consumo Zn	164
Ilustración 6-12 Diferencia Costo MO.....	164
Ilustración 6-13 Costo Tratamiento	165
Ilustración 6-14 Tina Segundo Enjuague sin Agua.....	176

Introducción

Por muchos años, las actividades industriales han ocasionado un serio impacto al ambiente debido a la naturaleza de sus procesos. Esto también se debe a que en la industria solamente se tiene un enfoque hacia la parte económica, sin tomar en cuenta los daños inmediatos o a largo plazo al ambiente.

Muchas industrias reconocieron que se estaba generando un grave impacto ambiental durante sus procesos, por lo que decidieron adoptar criterios de conservación ambiental. Como consecuencia se vio que un cambio era necesario para mejorar los procesos productivos y hacerlos más amigables con el ambiente, sin perder el beneficio económico.

Por ello hoy en día es de amplia aceptación en las industrias que el cuidado ambiental es un factor mediante el cual se pueden obtener grandes beneficios, principalmente económicos y sociales. Todo esto ha sido impulsado con la creación de nuevas técnicas, tecnologías y criterios para realizar los procesos, disminuyendo el impacto al ambiente.

El sector productivo Ecuatoriano en la actualidad, al desenvolverse en un entorno económico globalizado, también se ha visto en la necesidad de buscar alternativas que le permitan aumentar su competitividad y a la vez el beneficio obtenido por sus productos. Esto se lo ha hecho mediante la mejora continua de procesos, de manera que las actividades productivas puedan llegar a ser amigables ambientalmente.

Todos estos criterios son utilizados en la metodología conocida como Producción Más Limpia, que tiene como objetivo disminuir el impacto ambiental originado durante un proceso productivo pero a la vez lograr incrementar el beneficio económico de la industria.

En el Ecuador se está utilizando esta metodología para mejorar los procesos productivos en varias industrias. Esto se da gracias al apoyo de distintas instituciones nacionales, como el Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia y también internacionales como la Red Latinoamericana de Producción Más Limpia para Latinoamérica y El Caribe CpLatinnet.

En la presente tesis la procesadora VYM S.A. ha consentido que se realice un estudio con el cual se pueda mejorar los procesos, para disminuir el impacto ambiental causado, obtener mejores beneficios y mejorar su prestigio.

Capítulo I: Generalidades

1.1. Antecedentes

La Producción Más Limpia, es una estrategia, un conjunto de técnicas y procedimientos, que tienen el objetivo principal de disminuir la cantidad de contaminación existente durante un proceso industrial. Para reducir la contaminación o, propiamente dicho, el impacto ambiental debido a los procesos, primeramente se utiliza de manera eficiente los recursos con los que se cuenta y también aquellos recursos naturales que se pueden obtener después de los procesos, para poder reutilizarlos ya sea en los mismos procesos o para otros que auxilien en el cuidado ambiental. Se debe saber que otro objetivo de la Producción Más Limpia es obtener beneficios económicos, gracias al buen manejo de recursos que se obtiene durante la utilización de estos conceptos.¹

El concepto de Producción Más Limpia, nace gracias a la introducción del ahora ya conocido “Desarrollo Sustentable”, a través del informe de Bruntland en el año de 1987, en el cual se enfatiza la importancia de mantener un equilibrio constante con la naturaleza para evitar que futuras generaciones carezcan de los recursos que se posee en el presente debido a su sobreutilización. Para poder cumplir este concepto, para disminuir la sobreutilización de los recursos, para evitar desperdicios innecesarios, para disminuir tasas de contaminación ambiental, las industrias crean nuevas tecnologías que ayudan a mejorar sus procesos de producción.² Durante la cumbre de Río de 1992 aumentan los criterios para el desarrollo sustentable, incluyéndose en estos procesos América Latina y el Caribe. Por los problemas de pobreza y pocos recursos para satisfacer las necesidades básicas en Latinoamérica y el Caribe, se genera una mayor huella ecológica por la urgencia de atenuar estos problemas, pero gracias a las firmas de convenios internacionales, se ha llegado a obtener mejores tecnologías y ayuda

¹**Industria como Naturaleza: hacia la producción limpia**, Estefanía Blount, Luis Clarimón, Ana Cortés, Los Libros de la Catarata, 2003

²**Producción Limpia, Contaminación y Gestión Ambiental**, Escrito por Carlos Eduardo Fúquene Retamoso, Pontificia Universidad Javeriana, 2007

internacional. De esta manera inicia el impulso a la producción más limpia en América Latina y el Caribe³. Para un continuo desarrollo de la Producción Más Limpia, se crean varias entidades, como la Red Latinoamericana de Producción Más Limpia, cuya misión es crear programas que utilicen tecnologías limpias en cooperación entre los centros existentes. Para implementar estrategias de Producción Más Limpia, en el Ecuador se crea el Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia, que promueve el uso de la estrategia de PML en las empresas ecuatorianas⁴.

1.2. Descripción de la Empresa.

La empresa en la cual se llevará a cabo el desarrollo del presente proyecto de Producción Más Limpia es la empresa VYM S.A., industria dedicada a la producción de partes y piezas para electrodomésticos y línea blanca, específicamente en el área de la metalmecánica, en la cual laboran alrededor de 76 personas divididas en las áreas de producción, administrativas y de mantenimiento.

1.2.1. Ficha técnica de la Procesadora VYM S.A.

Tabla 1-1 Ficha Técnica

Nombre	Descripción
Razón Social	PROCESADORA VYM S.A.
Dirección	José de la Rea Oe1-178 y Francisco García, Panamericana Norte Km. 61/2. Su ubicación se encuentra en el Anexo 1: Ubicación Geográfica.
Tipo de Industria	Industria metalmecánica
Teléfonos/ Fax	2474090 / 2800160
Correo electrónico	info@vymsa.net

³La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe, Escrito por Enrique Leff, Instituto Nacional de Ecología, México 2003

⁴www.produccionmaslimpia-la.net 2010-2011

Turnos	7am – 16 pm / 16 pm – 10pm 10pm-07am
Propietario	Ing. Raúl Mendizábal
Inicio de Actividades	Año 1983.
Actividad Económica	Empresa Industrial perteneciente al sector metalmecánico
Servicios	Inyección de metales y plásticos Recubrimiento de Zinc y termo convertibles Matricería Troquelado Corte en Slitter y por electro hilo
Principales Compradores	INDUGLOB y FIBROACERO

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

1.2.2. Macro proceso de la empresa.

PROCESADORA VYMSA, cubre los procesos de valor relacionados con la Detección de Necesidades, Diseño, Comercialización, Compra, Fabricación (Slitter, Troquelado, Galvanizado, Ensamblaje), Entrega y Servicio Posventa.

La procesadora VYM S.A. plantea el siguiente macro proceso de producción.⁵

⁵ VYM S.A. 2011

Ilustración 1-1 Macro Proceso



Ilustración 1-2 Macro Proceso



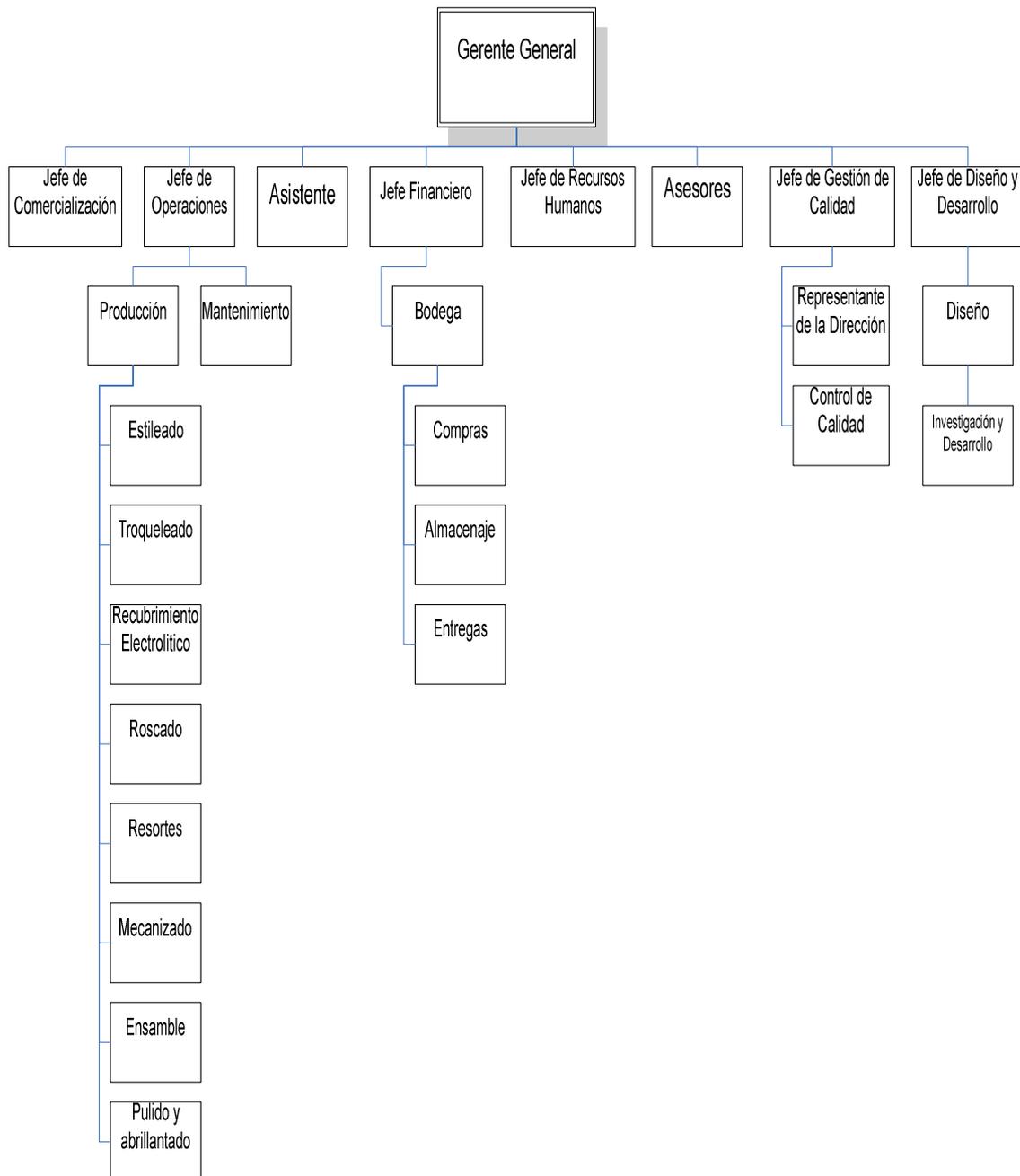
Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

1.2.3. Organigrama.

El organigrama al cual se rigen los procesos en la empresa VYM S.A. es:⁶

Ilustración 1-3 Organigrama VYM S.A.



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

⁶ VYM S.A. 2011

1.2.4. Reseña Cronológica de la Procesadora VYM S.A⁷

ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

LA Empresa Procesadora VYM S.A., es parte del grupo empresarial Compañías Unidas, que lo conforman las empresas FUNDIPARTES S.A., VYM S.A.-RAUL MENDIZABAL Y GALVAGESTOR C.L.

➤ **AÑO 1983 INCIO DE ACTIVIDADES:**

Área de la construcción referente a la parte decorativa de cortinería, siendo una de las 5 fábricas existentes en el país con un 15% de participación en el mercado.

➤ **AÑO 1985**

La empresa lidera la fabricación de partes y piezas para cortinería con un 80 % de participación en el mercado.

➤ **AÑO 1988**

La empresa integra a su producción la línea de partes, piezas y componentes para la línea blanca (cocinas y refrigeradoras) con un 5% de participación en el mercado para fabricación local.

➤ **AÑO 1990**

Se incursiona en la fabricación de maquinaria y equipo para la industria maderera dando origen a la industria forestal INDUSTRIAL AMAZONAS FORINA S.A.

➤ **AÑO 1995**

En vista de la necesidad mejorar la calidad de los productos se decide incorporar a la empresa un área de revestimientos galvánicos, montando una planta con procesos elementales por colgado de piezas.

⁷ VYM S.A. 2011

➤ AÑO 1998

Se implementa la planta de slitteado (corte), toda la construcción de la maquinaria es realizada con diseños propios y con la colaboración de estudiantes politécnicos mediante desarrollo de tesis.

➤ AÑO 1999

Se inicia un proceso de mejora a la producción a través de capacitación enfocada al mejoramiento continuo.

➤ AÑO 2000

La empresa empieza a desarrollar sus actividades dentro un marco de responsabilidad social y ambiental promoviendo y fundando el Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia junto a las cámaras de industriales. En este año el Presidente de República Federativa del Brasil, condecora a la empresa en la persona de su gerente propietario Ing. Raúl Mendizábal, otorgándole el grado de Caballero de la Orden del Rio Branco.

➤ AÑO 2001

La empresa se afilia a la Federación Ecuatoriana de Industrias Procesadoras del Metal "FEDIMETAL", en cuyo gremio el gerente propietario dirige el gremio desde la vicepresidencia hasta el año 2009.

En este año se integra la actividad de inyección de aluminio con la adquisición de dos maquinas de 80 y 100 toneladas respectivamente.

➤ AÑO 2002

Se implementa a nuestros procesos el Sistema ISO 9001-2000. Para este año la participación de la empresa en el mercado local es del 40%.

➤ AÑO 2005

La empresa realiza una inversión del 30% en maquinaria y equipo.

➤ AÑO 2006

La empresa inicia la automatización de los procesos en el área de troquelado, incrementando la capacidad fabril en un 50%.

➤ AÑO 2007

La empresa se conforma legalmente como entidad jurídica con el nombre de PROCESADORA VYM S.A.

➤ AÑO 2008

La empresa obtiene el 100% del mercado de partes, piezas y componentes para cocinas, desplazando a los proveedores de Italia, EE.UU. y Chile. La empresa lidera un proyecto de control ambiental a través de la formación de GALVAGESTOR EMPRESA GESTORA DE RESIDUOS PELIGROSOS. Al mismo tiempo que instala dentro del proceso de fabricación una planta de pre-tratamientos de los efluentes de la planta de electroquímicos.

➤ AÑO 2009

La empresa inicia el proceso de exportación de mecanismos hacia Colombia. Se inicia la actualización del sistema de calidad ISO hacia la versión ISO 2008.

La empresa proyecta una ampliación importante en su infraestructura y una renovación de tecnología y maquinaria enfocada a la producción de plásticos por inyección (ya implementado), fabricación de resortes helicoidales, adquisición de matricería para la producción de nuestras líneas, e importación directa de materias primas y su comercialización.

1.2.5. Política de calidad.

La empresa se encuentra en crecimiento continuo y, con el propósito de brindar productos de calidad, se ha planteado la siguiente política.

“Nosotros trabajamos para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes industriales, entregando productos y servicios que cumplen

con sus requisitos, en busca de mejorar continuamente nuestros procesos y optimizando recursos”⁸.

1.2.6. Misión

“Producir partes, piezas y mecanismos técnicos destinados a la Industria de Línea Blanca, que cumplan con los estándares de calidad y los requisitos solicitados por nuestros clientes y que aseguren una rentabilidad conveniente a la organización, mediante el compromiso de los trabajadores, la mejora continua de los procesos y la optimización de recursos.”⁹

1.2.7. Objetivos de calidad.

- Reducir en forma controlada y porcentual los desperdicios de materia prima en la producción.
- Incrementar en un turno la producción diaria para cubrir la demanda de exportación.
- Elevar el monto de exportación de productos VYM S.A. en un 100%.
- Establecer un plan de sustitución anual paulatino de máquinas herramientas y máquinas de producción.
- Establecer un plan de apoyo para mejorar el nivel de educación formal de nuestros empleados de planta, dependiendo de su nivel de desempeño.
- Entregar permanentemente productos con oportunidad y con la calidad definida por el cliente que permita alcanzar al finalizar el año 2011 una evaluación promedio de al menos 90 puntos sobre 100.
- Incrementar, hasta finales del año 2011, el volumen de ventas en al menos un 20% a través del incremento de productos vendidos, desarrollo de nuevos productos o la apertura de nuevos mercados.
- No sobrepasar el 25% de desperdicio de Materia Prima en la Producción durante el 2011 (Estos desperdicios son generados por saldos de corte y son recuperables vía venta).

⁸ VYM S.A. 2010

⁹ VYM S.A. 17 DE MAYO 2011

- Mejorar anualmente el nivel de formación de nuestros colaboradores, impartiendo cursos de formación y capacitación con al menos 20 horas por año por trabajador.¹⁰

1.2.8. Proyectos Llevados a Cabo

VYM SA a lo largo de sus años de actividad y como muestra de su compromiso con la mejora continua de sus procesos ha llevado a cabo diversos proyectos los cuales se muestran a continuación.

Tabla-1-2 Proyectos VYM S.A.

Programas o proyectos	Identificación del Programa	Motivo de la elección	Implantado (fecha)
Certificación de calidad	ISO 9001 2008	Mejora continua de procesos	Enero 2011
PPRA – Programa de Prevención de Riesgos Ambientales	Clasificación de Desechos a cargo del HMDQ	Cumplir con las ordenanzas Municipales AEN	2010
Programa de Responsabilidad Integral	Mejoramiento Estructural y de Procesos	Mejoramiento de los Productos	2006-2007
Premios recibidos	Premio al Mérito Laboral (Municipio)		2003

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

1.3. Justificación

La implementación de un programa de producción más limpia puede traer una variedad de beneficios a una empresa, ya que optimiza el uso de recursos

¹⁰ VYM S.A. 5 AGOSTO 2011

económicos, reduciendo la cantidad de materia prima utilizada, al mejorar los procesos productivos y también se reduce al máximo la producción de residuos. Por tales motivos se justifica el diseño de un programa de producción más limpia en la empresa VYM S.A., ya que además de los beneficios antes mencionados, permitirá elevar los estándares de calidad de la empresa haciéndola más atractiva al consumidor y a las empresas con las que se tengan vínculos comerciales, así como también se facilitará la implantación de sistemas de gestión de calidad que actualmente se están ejecutando en la empresa.

Como se definió anteriormente, cuando una empresa utiliza la estrategia de Producción más Limpia se obtienen mejores ingresos debido a la disminución tanto en la utilización como en el desperdicio de recursos por parte de la empresa. Cuando se implemente el programa de Producción Más Limpia, además de los mayores réditos económicos, también disminuye la huella ecológica que deja con su funcionamiento, y aunque esto sea muy intangible para muchas personas es más importante que el beneficio económico que trae.

1.4. Alcance

Se propondrá a la empresa la implementación de un Programa de Producción Más Limpia, que pretende mejorar los procesos de la misma, para lograr un incremento en las utilidades de la empresa, siendo esa la base de la Producción Más Limpia. La implementación de este programa será una decisión de la empresa, una vez que realicen un análisis de su capacidad financiera.

El análisis del diseño del programa y de los diferentes beneficios que éste pueda traer, tanto para mejorar la eficiencia y eficacia de sus procesos como para reducir el uso de materias primas, permitirá a los administrativos de la empresa decidir si se implantará o no el mismo.

Para la realización del programa se lleva a cabo un análisis o diagnóstico de todos los procesos de producción. Todo el diagnóstico tiene como fin la

identificación de oportunidades u opciones de mejora, que al llegar a etapas finales se convertirán en proyectos de Producción Más Limpia de la empresa.

Este tipo de programas es necesaria la utilización de recursos varios como equipos de mediciones (balanzas, cronómetros, termómetros, etc.), también se requiere toda la información existente en la empresa sobre sus actividades y sobre sus consumos (proyectos, procedimientos, planillas de consumos, datos de compras, etc.). Así es posible investigar más profundamente y encontrar algún tipo de problema que exista y dar una solución.

Al hablar de un programa de Producción Más Limpia, el área involucrada de manera directa, es aquella que tiene que ser corregida o mejorada, ésta será definida una vez que se realicen los estudios necesarios de identificación de problemas.

Indirectamente, para todo el proyecto, la totalidad de la empresa se ve involucrada porque se necesita encontrar el proceso específico que cause algún problema, también se ve involucrada la parte administrativa (Gerencia, Finanzas, entre otros.) de la empresa dando permisos, involucrando al personal, entregando información actualizada, para que se puedan realizar las actividades concernientes a la tesis y su desarrollo.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

Desarrollar un programa de Producción Más Limpia para la empresa VYM S.A., el cual proveerá de beneficios económicos y ambientales a la misma.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Elaborar un perfil de la situación actual de la empresa VYM S.A., mediante la inspección a las instalaciones y la recopilación de información general.
- Realizar un estudio de los diferentes procesos llevados a cabo en la empresa y así poder identificar el área a intervenir en el programa.
- Realizar el diagnóstico general de los procesos en el área a intervenir, a través de entrevistas, balances de masa, que permitan identificar los

posibles impactos negativos que estos generen ya sean de carácter económico, productivo o ambiental.

- Plantear estrategias o actividades mediante criterios de Producción Más Limpia direccionados a disminuir o eliminar los impactos negativos en los procesos antes identificados.
- Evaluar las diferentes opciones o estrategias, mediante el análisis de viabilidad económica, productiva, ambiental y técnica, de manera que se escoja la que mejor se aplique a la realidad de la empresa.
- Entregar el programa de Producción Más Limpia a la gerencia de la empresa para que realice la evaluación con respecto a la implantación del mismo.
- Evaluar los resultados obtenidos de la implantación del plan piloto (si la empresa lo desea), de modo que se pueda optimizar o modificar las actividades planteadas en el programa, así como también presentar el análisis de dichos resultados a la gerencia de la empresa.

Capítulo II: Metodología y Marco Teórico

2.1. Metodología

En la realización del diseño del programa de Producción Más Limpia en la empresa VYM S.A. se tomará como base la metodología que recomienda el CEPL, metodología de amplia utilización en este tipo de proyectos ya que está direccionada a identificar las principales fuentes de ineficiencia, para posteriormente poder plantear posibles soluciones.

La presente metodología contempla las siguientes etapas de trabajo¹¹.

- I. **Planeación y organización.**- Esta etapa se centra principalmente en la sociabilización del proyecto mediante la cual se busca un compromiso tanto de la gerencia como de los trabajadores de la empresa para facilitar el desarrollo del proyecto así como las actividades in situ del tesista encargado. Además se planifica y coordina la completa ejecución del proyecto.
- II. **Evaluación Previa.**- En esta etapa se realiza un diagnostico general de la situación de la empresa y los procedimientos en los que se tendrá injerencia, éste se basa en la información disponible en los distintos departamentos, como por ejemplo manuales de procedimientos, gastos en materias primas y de utilización de energía, del mismo modo se basara en la información obtenida mediante las visitas realizadas por el encargado del proyecto.
- III. **Estudios y Evaluaciones.**- En esta etapa se trata de verificar el posible impacto de los distintos procesos identificados en la etapa anterior, para lo cual se realizan por lo general balances de masa y energía de modo que se pueda localizar los medios de generación de desechos, y también facilitar la selección de diferentes opciones de producción más limpia.

¹¹ CEPL 2011

- **Evaluación económica.-** Se convierte en un estudio de vital importancia en el correcto desarrollo del proyecto, ya que de sus resultados depende en gran medida la implementación del proyecto, por la asignación de recursos para llevarlo a cabo. El análisis económico permitirá conocer un periodo estimado de retorno de la inversión inicial, teniendo en cuenta factores económicos de vital importancia para el propietario y la alta gerencia de la empresa, como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actualizado neto (VAN) factores de mucha importancia al momento de realizar una inversión.

Para realizar un análisis de factibilidad económica viable se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Obtener toda la información de la situación inicial de la empresa específicamente en lo que se refiere al gasto económico y a la distribución de recursos.
- Escoger de un listado de oportunidades de soluciones, las que mejor se adecuen a la realidad de la empresa.
- Una vez escogida la solución a implementar considerar realizarse las siguientes preguntas. ¿Cuánto cuesta implementar la opción? ¿Cuánto costarán las operaciones futuras? De esta manera se podrá tener una idea clara de la situación actual en las operaciones de la opción así como una proyección general de la continuidad y las operaciones complementarias en la ejecución de la opción seleccionada, lo que se conoce como situación esperada.
- Considerar todas las operaciones y adquisición de materiales que generen una inversión en el desarrollo de las actividades de la opción seleccionada, tanto en su situación actual como en la situación esperada.

Finalmente se realizaran los cálculos correspondientes, en el cual se obtendrán los valores del TIR, el VAN y el tiempo de retorno de la inversión. Con el conocimiento de estos valores se podría determinar si las opciones a implementar son económicamente viables.

- **Evaluación ambiental.-** Este estudio se basa principalmente en evaluar los beneficios ambientales derivados de la ejecución del proyecto dentro de los procesos de la empresa, principalmente en los procesos productivos. Se realiza comparando los factores y pasivos ambientales existentes en la empresa antes del proyecto y posterior al mismo y evaluar los resultados obtenidos. También es un estudio que permite evaluar los resultados del proyecto. Para la empresa es un factor de gran importancia pero puede no ser el que mayor peso tenga al momento de tomar una decisión.

 - **Evaluación Técnica.-** En este tipo de evaluación se considera en conjunto los principios que rigen el proceso productivo así como las propiedades óptimas de la materia prima, materiales e insumos necesarios para la fabricación del producto final. De forma tal que exista la posibilidad de realizar modificaciones a estos procesos sin alterar la naturaleza del producto. No se cuenta con una metodología estándar en la evaluación técnica de una opción pero es muy recomendable el análisis de casos parecidos ya implementados.
- IV. **Elaboración del Proyecto.-** Se realiza un análisis de las opciones de producción más limpia consideradas anteriormente, en el cual se valore su factibilidad técnica y económica, además se analizará para cada una de las opciones los diferentes beneficios de nivel ambiental y económico para que de esta manera la gerencia de la empresa pueda decidir la implantación o no de posibles soluciones.

Como se mencionó estas etapas son sólo una base para el presente estudio, éstas pueden ser modificadas durante el transcurso del proceso que se va a realizar.

2.2. Marco teórico

En este punto se describen los conceptos y teorías en los cuales se puede basar el desarrollo del programa de Producción Más Limpia. Estos conceptos son bases modificables para el desarrollo de la tesis según se vea necesario.

2.2.1. Producción Más Limpia

- La Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integral, a los procesos y productos, con el objetivo de reducir riesgos al ser humano y al medio ambiente.¹²
- Es una estrategia empresarial que permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través de los ahorros generados por uso eficiente de materias primas y recursos naturales, reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios, evitando así sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales y los réditos de ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias.¹³
- Es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente.¹⁴

De estos conceptos se puede concluir que la Producción Más Limpia es un conjunto de técnicas, estrategias y procedimientos que generan cambios en los procesos de las industrias, para lograr una disminución del impacto ambiental, pero a la vez un incremento de los beneficios económicos que tiene la misma.

Un beneficio ambiental, que es difícil de ver, es el de la disminución del consumo eléctrico, ya que muchos lo ven solamente como un beneficio económico. Lo que no se ve es que al disminuir el consumo eléctrico, en conjunto se puede disminuir la cantidad de carbón, diesel o bunker quemado que causa un gran impacto ambiental. Es por eso que es muy importante la disminución del consumo eléctrico.

¹² PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

¹³ CEPL Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia

¹⁴ UNEP United Nations Environment Programme

Al disminuir los recursos utilizados también se puede disminuir los desechos generados en el proceso productivo, evitando los impactos ambientales que puedan ser causados, dependiendo del tipo de desecho.

El beneficio ambiental debido a una menor utilización de agua es grande debido a que ésta es un recurso muy importante para todos en el planeta.

2.2.2. Herramientas de la Producción Más Limpia

Para la investigación a realizarse son necesarias distintas herramientas que ayudan en el proceso:

- Sistemas Termodinámicos:¹⁵ Un sistema, es una cantidad de materia elegida para estudio. Hay que considerar que un sistema no sufre ningún cambio, a esto se le conoce como estado de equilibrio o balance. Todos los elementos que ingresan a un sistema deben salir (luego de un proceso) en las mismas cantidades o transformados en otra forma (por ejemplo calor), esto es explicado con el siguiente concepto:
 - *Balances de Masa y Energía*: Los balances de materia y energía son una contabilidad de entrada y salidas de materiales y energía de los procesos o de una parte de los mismos. Estos se basan en las leyes de la conservación de la masa y la energía que indican que la masa y energía son constantes y que por lo tanto las masas y la energía entrante a unos procesos, deben ser iguales a la masa y energía salientes a menos que se produzca una acumulación dentro de los procesos. A través de esto se puede llegar a conocer si se está sobre utilizando cualquier material o energía o también si existen residuos que puedan ser reutilizados en un proceso.
- Sistemas en Procesos: Cuando un sistema sufre un cambio de un estado de equilibrio a otro se llama proceso, y la serie de estados por la cual pasa un sistema durante un proceso recibe el nombre de trayectoria del proceso. Para describir por completo un proceso, deben especificarse sus estados

¹⁵Termodinámica, Dr. Yunus A. Çengel, Dr. Michael A. Boles. Colombia, Agosto de 1997.

inicial y final, así como la trayectoria que sigue y las interacciones con los alrededores.

- *Flujogramas o Diagramas de Flujos:* Los diagramas de flujo (o flujogramas) son diagramas que emplean símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción. Estos diagramas ayudarán a describir todos los procesos que se lleven a cabo en la empresa y con esto identificar cualquier zona que sea un posible foco para aplicar cualquier cambio.
- Análisis Económico: Un programa de Producción Más Limpia debe contener un análisis del beneficio económico. En éste análisis se realizan dos cálculos básicos¹⁶:
 - *Tasa Interna de Retorno:* conocido como TIR, es la tasa que hace que el valor actual neto sea igual a cero.
 - *Valor Actual Neto VAN:* es la diferencia entre todos los ingresos y todos los egresos actualizados al período actual. Según el criterio del valor actual neto el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es positivo.
- Evaluación de Impacto Ambiental: Con esta evaluación se identifican los procesos que mayor impacto estén causando al ambiente, para priorizarlos durante la realización de los planes de mejora. Este tipo de herramienta especifica procedimientos o rutinas para el desarrollo de las estrategias empresariales como la Producción Más Limpia y sirve como base para la planeación. Con esta herramienta también se puede verificar que la compañía cumpla con la regulación ambiental a niveles local, regional y nacional, además de cumplir con los estándares y las políticas que ella

¹⁶ <http://www.zonaeconomica.com/excel/van-tir>

misma se ha impuesto.¹⁷ El método de EIA que se va a utilizar es uno de los más conocidos en estos ámbitos, conocido como Matriz de Leopold.

- *Matriz de Leopold:* Ésta es una matriz de causa-efecto. Consiste en cuadros de doble entrada (filas y columnas), en los que figuran acciones que pueden provocar alteraciones y los elementos del medio que pueden ser alterados. En esta matriz las columnas son las acciones del hombre que pueden alterar al medio ambiente, y las filas son las características del medio que pueden ser alteradas. En las casillas se ubica un valor que indique la magnitud del impacto ambiental debido a la actividad realizada (para esto se utilizan escalas numéricas propuestas). Una vez hecho esto se realiza una sumatoria de todas las filas y de todas las columnas, para conocer el impacto total. Con esta matriz se evaluará cuantitativamente los impactos producidos por distintas actividades de manera individual o por todo el desarrollo de un proyecto.¹⁸
- *Matriz Ad-hoc:* Esta es conocida como la matriz modificada de Leopold. Esta matriz es utilizada para la evaluación de impacto ambiental y también para la identificación de soluciones a los impactos evaluados, en esta matriz se realiza una identificación rápida de distintos factores ambientales que puedan causar algún impacto al medio ambiente y sus posibles soluciones. Con esta matriz se realiza una ponderación cuantitativa de los impactos ambientales y de sus soluciones dándoles una valoración. Con esto se puede encontrar los puntos focales que se van a intervenir durante la realización del proyecto de mejora.

La matriz se la construye de manera similar a la de Leopold colocando factores en columnas y filas. En las columnas se ubican las opciones de mejora que se desean realizar y en las filas se describe las posibles vías a través de las cuales se puede llegar al objetivo propuesto en las columnas

¹⁷Producción Más Limpia: Paradigma de gestión ambiental, Bart van Hoof, Néstor Monroy, Alex Saer, Alfaomega Colombiana S.A. 2008

¹⁸V. Crespí - Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Cataluña, España 2000

Una columna será destinada para realizar observaciones necesarias en caso de existir.

Tabla 2-1 Paso 1 Matriz Ad-hoc

Método	Método 1	Método 2	Observaciones
Objetivo			
Objetivo de mejora 1			
Objetivo de mejora 2

Elaborado por: Los Autores

El siguiente paso es el de ponderar cuál es el método más adecuado a utilizar para llegar a los objetivos propuestos. El tipo de ponderación se debe establecer aquel que realice la evaluación.

Tabla 2-2 Paso 2 Matriz Ad-hoc

Método	Método 1	Método 2	Observaciones
Objetivo			
Objetivo de mejora 1	2	4	
Objetivo de mejora 2	5	3	

Escala 1 a 5 siendo, 5 la mejor elección para el proyecto.

Elaborado por: Los Autores

Esta matriz puede ser modificada dependiendo del estudio que se haga.

- Se observa, en la Tabla 2-2 Paso 2 Matriz Ad-hoc que el método 2 funciona mejor para el objetivo 1. Por esto se elegiría el método 2 para la solución buscada.

Con este proceso es posible identificar los impactos principales, pero también se logra identificar cuál es la solución más adecuada y más eficiente, que se apegue a las condiciones de la empresa.

- *Check- list o Lista de Chequeo*¹⁹: Son instrumentos para la obtención de información que se realizan en forma de cuestionarios. Las preguntas se plantean de forma positiva y afirmativa. Las respuestas serán por lo general SI o NO. En caso de existir algún comentario relevante, deberá ser anotada. De esta manera el cuestionario permite efectuar un diagnóstico preciso y fiables, indispensable para elaborar un análisis.
- Diagrama de Pareto:²⁰ Se definió el presente modelo de diagramas como diagramas de Pareto en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923), el cual realizó una investigación acerca de la distribución de la riqueza en Italia y descubrió que el 20% de las personas poseían el 80% de la riqueza, a medida que su investigación avanzaba pudo también identificar que muchos parámetros de estudio en su investigación seguían el mismo modelo, este estudio puede definirse como el punto de partida en el análisis teórico del criterio del “80-20” en el cual se basan los actuales diagramas de Pareto.

En la década del 50 las investigaciones del Dr. Joseph Juran evidenciaron que la regla del “80-20” se adecuaba a una gran variedad de situaciones, de manera especial parecía no tener excepción al aplicarse en el enfoque de procesos productivos direccionados a la calidad, en el ámbito productivo un criterio común es que “el 80% de nuestro negocio proviene del 20% de nuestros clientes”

El diagrama de Pareto o regla del 80-20 se podría definir como una técnica o herramienta gráfica que sirve para separar los problemas de mayor importancia de los de menor importancia estableciendo en los datos un orden de prioridades.

De esta manera el diagrama de Pareto es una metodología " que separa los pocos vitales de los muchos triviales” esto significa que esta técnica separa de una manera gráfica los aspectos de mayor significancia de los que tienen

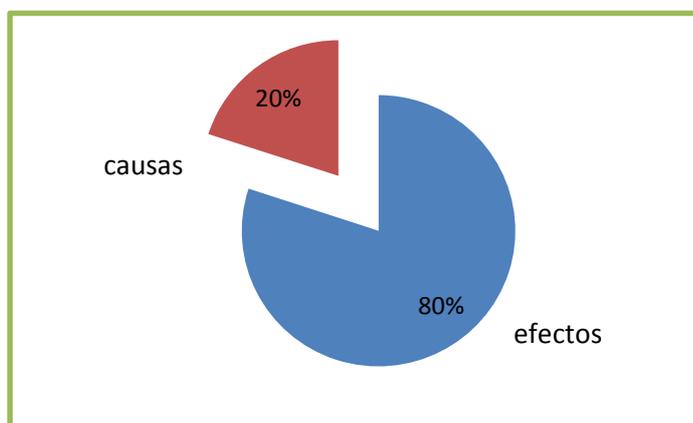
¹⁹ Manual de Gestión y Control Ambiental. 3ra edición. Dr. Fernando Bustos. Ecuador, Enero de 2010.

²⁰ <http://asq.org/learn-about-quality/cause-analysis-tools/overview/pareto.html>

una importancia menor en el análisis de un parámetro, se le conoce como la regla del 80-20 ya que al atacar el 20% de las causas de un problema se logra una mejoría del 80% de los efectos producidos,

El análisis de Pareto es de mucha importancia en el análisis de procesos ya que de esta manera se puede identificar los factores críticos o de mayor importancia en el análisis de un parámetro lo cual permitiría direccionar la mayoría de esfuerzos a mitigar el 20% de las causas las se pueden llamar en adelante las pequeñas o minorías vitales que generan el 80% de los efectos del problema.

Ilustración 2-1 Diagrama de Pareto



Elaborado por: Los Autores

○ *Áreas de aplicación.*

La metodología del “80-20” o criterio de Pareto es de amplia utilización tanto en la investigación como en el análisis de procesos industriales, a continuación se citan algunos ejemplos importantes en el uso del diagrama de Pareto.

- Al identificar las causas que afectan un proceso.
- Cuando se puede identificar oportunidades de mejora en un determinado proceso.
- Al analizar diferentes grupos de datos por ejemplo el nicho de mercado de un producto, las materias primas que intervienen, volúmenes de producción por producto etc.

- Cuando se busca las principales causas que intervienen en un problema para poder plantear soluciones.
- Cuando es necesario cuantificar los cambios efectuados a un proceso, posterior a la implantación de un proyecto de mejora.
- *Pasos para construir un diagrama de Pareto.*
 - Paso 1 Recolección de datos. Como primer paso está la recolección de los datos que debe ser llevada a cabo de una manera lógica y técnica de modo que se pueda garantizar su veracidad. Para el correcto desarrollo del diagrama de Pareto se debe definir los grupos de datos a recolectar de acuerdo al interés del estudio, es necesario identificar todos los posibles elementos que intervengan en el análisis del problema.
 - Paso 2 Ordenar los datos por orden de importancia. Posterior a la recolección de datos se procede a tabularlos de forma descendente de acuerdo a su magnitud de manera de que se los pueda visualizar según su importancia como lo muestra la siguiente imagen.

Tabla 2-3 Pareto Paso 2

Tipo de Error	Frecuencia
A	40
B	37
C	8
D	6
E	5
F	4
Total	100

Elaborado por: Los Autores

- Paso 3 Cálculo de porcentajes. Es necesario obtener los porcentajes totales y acumulados para cada elemento de la tabla, como se muestra a continuación.

Tabla 2-4 Pareto Paso 3

Tipo de Error	Frecuencia	Porcentaje Total %	Porcentaje Acumulado %
A	40	40	40
B	37	37	77
C	8	8	85
D	6	6	91
E	5	5	96
F	4	4	100
Total	100	100	100

Elaborado por: Los Autores

- Paso 4 Trazar los ejes cartesianos del diagrama. Los ejes se rotulan de la siguiente manera, en el eje de las x o abscisas por lo general se dispondrán los diferentes tipos de errores y en el eje de las y las cantidades o frecuencias de cada error, también se puede graficar los errores en relación al porcentaje total de problemas.
- Paso 5 Representar el efecto de cada elemento mediante un gráfico de barras. Se realiza un gráfico de barras en el cual se puede visualizar el efecto de cada elemento en el diagrama y se ordena de izquierda a derecha en el eje de las x.
- Paso 6 Representar el porcentaje acumulado mediante un gráfico lineal. En el diagrama de Pareto se realiza un gráfico lineal que una los puntos del porcentaje acumulado de todos los elementos de manera que se pueda diferenciar los pocos vitales de los muchos triviales.
- Indicadores: Son herramientas que nos ayudan a verificar el correcto funcionamiento de lo que se va a realizar en la empresa. Un indicador es una medida para establecer una condición o un problema. Los indicadores sirven como apoyo para la toma de decisiones de carácter empresarial, ya sea sobre diferentes temas (planeación, operación, control y verificación), o

sobre diferentes alcances (estrategias, tácticas), mediante el levantamiento y el análisis de información.²¹

En un proyecto los indicadores miden lo que es importante y se expresan en términos de magnitud. Estos deben ser un reflejo de los resultados alcanzados, deben basarse en datos obtenibles o que se pueden recoger con un esfuerzo razonable.²²

Tabla 2-5 Creación de Indicadores

PASO		REDACCIÓN – EJEMPLO
1	Buscar un propósito	Reducir la cantidad de desechos generados.
2	Nombre del indicador	Cantidad de desechos generados.
3	Describir el indicador	El indicador ayuda a monitorear la cantidad de desechos generados en el proceso.
4	Fórmula del indicador	Kg de desechos/año
5	Indicar los Medios de Verificación (MDV)	Registros de la empresa.

Fuente: Cátedra Desarrollo Sustentable UDLA

Elaborado por: Los Autores

- Fuentes de Información:²³ Para los propósitos del estudio es forzoso que se haga la extracción y recopilación de la información relevante y necesaria que corresponde al problema de investigación. Esto debe hacerse de forma selectiva debido a la gran cantidad de información existente en artículos, revistas, periódicos, libros, entre otros, alrededor del mundo. Esta información se clasifica en tres tipos:

²¹ Tomado de la Cátedra “Desarrollo Sustentable” de la UDLA dictada por la Máster María Belén Proaño.

²² Producción Más Limpia: Paradigma de Gestión Ambiental, Bart Van Hoof, Néstor Monroy, Alex Saer, Alfaomega Colombiana S.A. 2008

²³ Metodología de la Investigación. 4ta edición. Roberto Hernández Sampiori, Carlos Fernández-Collado, Pilar Baptista Lucio. México, Abril de 2006.

- *Fuentes primarias (directas)*: Proporcionan datos de primera mano, ya que representa la información obtenida in situ, que será levantada en cada uno de los estudios a realizar y proporciona información de primer nivel de cada uno de los procedimientos analizados.
- *Fuentes secundarias*: Las fuentes secundarias corresponden a documentos, tesis, artículos, investigaciones, publicaciones o monografías que contienen los resultados de estudios previos en las áreas del caso de análisis.
- *Fuentes terciarias*: Son referencias incluidas dentro de documentos, tesis, artículos, investigaciones, publicaciones o monografías que han sido tomados como fuentes secundarias.

Para el programa de producción más limpia, las fuentes primarias de información van a ser:

- Datos entregados por la empresa.
- Conceptos tomados de libros y documentos oficiales.

Las fuentes secundarias serán referencias tomadas de tesis ya realizadas en el mismo campo e información adquirida a través de la carrera.

Las fuentes terciarias al contener poca información relevante, no serán utilizadas durante el proceso.

Capítulo III: Diagnóstico

El programa de Producción Más Limpia requiere que se realicen análisis sobre los procesos de la Procesadora VYM S.A., se realizará estudios encaminados hacia la obtención de mejora tanto ambiental como económica. Estos análisis se los realizarán de acuerdo a la metodología ya expuesta anteriormente, pero adaptándola a las necesidades que se vayan presentando durante el proceso de estudio.

Como se pudo ver en la descripción general de la empresa, en la procesadora VYM SA los procesos que se llevan a cabo son destinados a la producción de piezas metálicas, en este tipo de procesos los programas de PML se direccionan hacia el ahorro de materias primas, la disminución en el uso de energía, la reducción o eliminación gradual residuos tóxicos, disminución del consumo de agua.

3.1. Etapas del Diagnóstico

El diagnóstico se realizará de acuerdo a las siguientes etapas:

Tabla 3-1 Etapas de Diagnóstico

Nº	ETAPAS
1.	Establecimiento del Compromiso de la Procesadora.
2.	Formación del Equipo de Trabajo y Reuniones.
3.	Revisión del Cumplimiento Normativo Aplicable.
4.	Descripción del Número de Empleados.
5.	Reconocimiento de las Áreas de Trabajo.
6.	Descripción de Equipos y Maquinaria.
7.	Descripción de Materia Prima utilizada.
8.	Descripción de Insumos y Adicionales para los Procesos.

9.	Descripción de los Consumos de la Procesadora.
10	Descripción de Procesos Realizados.
11	Descripción de Productos Fabricados
12	Descripción de Residuos Generados
13	Evaluación de Impacto Ambiental
14	Identificación de Oportunidades de PML

Elaborado por: Los Autores

3.1.1. Establecimiento del Compromiso de la Empresa al Programa

Para poder iniciar cualquier actividad dentro de una empresa, es necesario obtener la aprobación por parte de los altos mandos de la misma, propietarios, gerentes. De esta manera el programa se puede desarrollar de manera fluida y se llegará a cumplir las metas planteadas.

En la presente tesis, para establecer éste compromiso, se realizó una presentación sobre el proyecto a los ejecutivos de la empresa y a los jefes de cada área, dándoles a conocer todas las actividades que van a ser realizadas para desarrollar el programa. También se indicó cuáles son los beneficios que se pueden obtener con la implementación del Programa de PML, obteniendo con esto la aceptación por parte de la gerencia para realizar el proyecto.

3.1.2. Formación del Eco-equipo

Es necesario que se forme un equipo de trabajo, con el que se pueda tener un nexo con la empresa durante el desarrollo del programa. Este equipo es esencial para la obtención de información, con el conocimiento sobre la empresa que tenga cada integrante se podrá tener una visión general de todos los procesos que se realicen.

Los directivos de la empresa deberían en lo posible retribuir el apoyo otorgado por los empleados que intervengan directamente en las actividades del

programa de PML, ya que dichos trabajadores cuentan con un mayor número de responsabilidades a las que normalmente poseen.

El equipo de trabajo, también denominado eco equipo, deberá estar conformado por personal multidisciplinario de la empresa, vinculados a las áreas productiva y administrativas de la misma, que tendrá como objetivo principal facilitar la ejecución de actividades direccionadas a alcanzar las metas propuestas en el programa de PML.²⁴

Tabla 3-2 Eco-Equipo

Nombre	Área	Formación
Teresa Morales	Producción	Ingeniera
Darwin Gavilánez	Mantenimiento y Producción	Ingeniero
Diego Arévalo	Galvanizado y Calidad	Ingeniero
Ricardo Villavicencio	N/A	Estudiante
Raúl Gutiérrez	N/A	Estudiante

Elaborado por: Los Autores

Es necesario que una vez conformado el eco-equipo se designe un interlocutor de la empresa, el cual deberá estar en capacidad de desenvolverse en las áreas principales de la empresa y tendrá como principal responsabilidad mantener informado al resto del equipo de las actividades a realizarse en conformidad con el plan de PML.

24 Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles – CPTS).

Tabla -3-3 Reuniones con el Eco-Equipo

Frecuencia de las reuniones:	Dos veces por semana
Horarios de las reuniones:	Miércoles y jueves 11:00 am
Interlocutor de la empresa:	Ing. Teresa Morales

Elaborado por: Los Autores

Como parte de la sensibilización del proyecto se planifica una serie de reuniones con el eco-equipo en las cuales se debe presentar la metodología a utilizar en cada etapa del programa para alcanzar los objetivos propuestos.

3.1.3. Revisión del Cumplimiento Normativo

En una empresa es obligatorio que se tenga todos los permisos de funcionamiento requeridos por las autoridades, esto evita multas o sanciones.

La procesadora cuenta con:

- Certificado Ambiental de la Dirección Metropolitana de Ambiente.
- Licencia Metropolitana de Funcionamiento del Municipio del DMQ.

Normativa Aplicable

Los programas de PML pueden llevarse a cabo bajo cualquier situación legal, en el aspecto ambiental en que se encuentre la empresa. No obstante con el cumplimiento de los objetivos planteados en el mismo se puede llegar a una conformidad con varios de los cuerpos legales que rigen las actividades industriales en el Distrito Metropolitano de Quito las cuales se presentan en la tabla 3-4 "Legislación Aplicable". Los artículos completos de cada cuerpo legal mencionado en la siguiente tabla se encuentran en el Anexo 2: Normativa Aplicable.

Tabla 3-4 Legislación Aplicable

TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente) Libro VI: De la Calidad Ambiental	
ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
TITULO II Políticas Nacionales de Residuos Sólidos	
35	Políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito técnico.
TITULO IV REGLAMENTO A LA LEY DE GESTION AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	
41	Aspectos generales sobre las normas y criterios de calidad
45	Principios generales sobre prevención, precaución, mitigación y remediación de impactos.
57	Documentos técnicos o estudios ambientales exigidos por la autoridad.
69	Permiso de descarga, emisiones y vertidos.
73	Procedimientos y métodos para la caracterización de emisiones, descargas y vertidos.
86	Emisiones o descargas accidentales
92	Permiso de descargas, emisiones y vertidos.
TITULO V REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS PELIGROSOS	
153	Sobre los Desechos Peligrosos.
160	Responsabilidades del generador de Desechos Peligrosos.
162	Sobre los accidentes durante la generación y manejo de Desechos Peligrosos.
163, 165	Sobre los envases para los Desechos Peligrosos
164, 167	Lugares para el almacenamiento temporal de Desechos Peligrosos.
166	Sobre el registro de los movimientos de entrada y salida

	de Desechos Peligrosos.
168, 169, 170	Transporte de Desechos Peligrosos.
176	Tratamiento de Desechos Peligrosos.
177	Efluentes líquidos del tratamiento de desechos líquidos, sólidos y gaseosos peligrosos, deberán cumplir con lo estipulado en la Legislación Ambiental
TITULO VI RÉGIMEN NACIONAL PARA LA GESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS	
245	Del etiquetado.
246	De las hojas de seguridad de productos químicos.
249	De la eliminación de desechos o remanentes.
ORDENANZA 213 DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	
CAPÍTULO I DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DOMÉSTICOS, COMERCIALES, INDUSTRIALES Y BIOLÓGICOS POTENCIALMENTE INFECCIOSOS	
SECCIÓN II DE LOS SERVICIOS ORDINARIO Y ESPECIALES DE ASEO	
II.346	Sobre el servicio especial de recolección y disposición de residuos sólidos peligrosos.
SECCIÓN V DE LOS SERVICIOS ESPECIALES DE DESECHOS HOSPITALARIOS, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS	
II.349	Movilización de Desechos Hospitalarios, Industriales y Peligrosos.
II.350	Sitios de Disposición final de Desechos Peligrosos.
CAPÍTULO IV DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
II.380.1	Obligatoriedad de Evaluación De Impacto Ambiental (EIA).
II.380.5	Sujetos de cumplimiento
II.380.6	Efectos. Sobre los que requieran un EIA.

Fuente: TULSMA y Ordenanza del DMQ

Elaborado por: Los Autores

3.1.4. Descripción de Empleados por área.

La empresa cuenta con un total de 76 empleados. En el área administrativa se encuentran alrededor de 10 empleados y en el área de planta se encuentran alrededor de 66 empleados.

Tabla 3-5 Distribución Empleados

AREA	Número de Empleados
Administrativa	10
Productiva	66

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

3.1.5. Reconocimiento de las Áreas de la Empresa

El aspecto más importante para la realización de un programa de Producción Más Limpia es el conocimiento profundo sobre los procesos que se llevan a cabo en la industria. Esto se lo hace con un recorrido de todas las instalaciones de la empresa, sin obviar aquellas en las que se realicen procesos auxiliares.

Con este recorrido no sólo se aprende sobre los procesos, sino también sobre los materiales que se utilizan, los equipos y su funcionamiento, los residuos que se generan, las distancias existentes en cada área de trabajo, para poder dar inicio a la generación de ideas para mejora.

La procesadora VYM SA posee un único recinto en el cual se encuentra su área productiva, administrativa y de almacenamiento o bodegaje.

Tabla 3-6 Recinto de la Procesadora

Nº	Descripción	Área (m ²)
1	Área productiva	677,73
2	Área de almacenamiento o bodega	63,80
3	Área destinada a la disposición de residuos	63,59
4	Área destinada a otros tipos de usos	S/R
5	Área total	805,12

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

- El área productiva es el área en la cual ocurren todos los procesos de producción de la empresa, en ésta se encuentran los equipos y maquinaria que son manejados por los trabajadores.
- En el área de almacenamiento o bodega se almacena insumos como pintura, cartón, trapos, aquí también se realiza el proceso de embalaje.
- En el área de disposición de residuos se ubica la chatarra que se produce en los procesos de producción, que es almacenada hasta que sea llevada por un gestor ambiental.
- El restante del área de la empresa está destinada a procesos administrativos y de gestión, y para uso de los trabajadores (baños y comedor).

LAY OUT DE LA EMPRESA

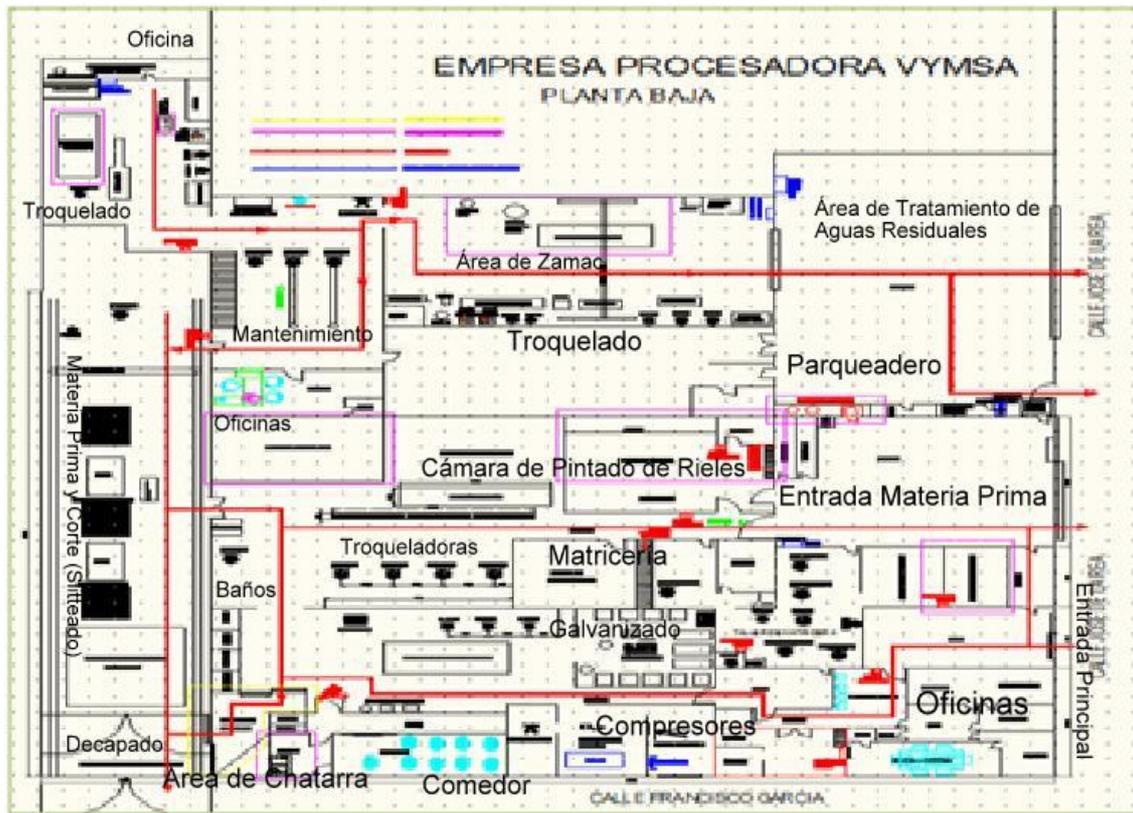
El *lay out* que se presenta a continuación estuvo vigente hasta el mes de marzo del 2011 dado que la procesadora inició modificaciones tanto de espacios como de equipos que se están utilizando en los diferentes procesos.

PLANTA BAJA (PB)

En la planta baja se encuentran ubicadas las oficinas de administración en donde se realizan todas las gestiones con los proveedores y la clientela. Con respecto a los procesos en la planta baja se encuentra el equipo para: galvanizado, sliteado (corte), troquelado, remachado, decapado, matricería, bodega, inyectoras de plásticos, Zamac y aluminio. Los cambios que se están

realizando al momento son con la adquisición de nueva maquinaria para tener una mayor eficiencia en los procesos.

Ilustración 3-1 Planta Baja VYMSA



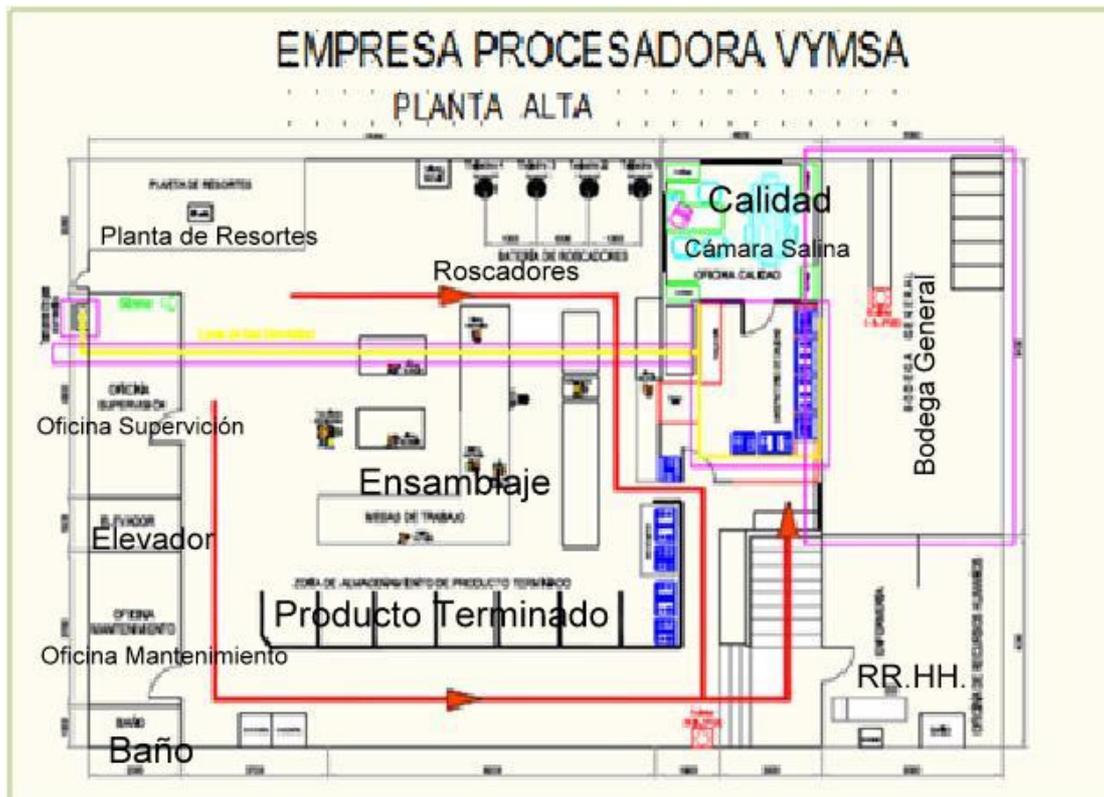
Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

PLANTA ALTA (PA)

La planta alta ha tenido cambios en la distribución de los equipos en los últimos meses, razón por la cual el *lay out* que se presenta de la planta alta no representa la distribución actual de los equipos, exceptuando el área del proceso de ensamblaje de piezas y conformado de resortes que no han sufrido cambios.

Ilustración 3-2 Planta Alta VYMSA



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

3.1.6. Equipos y Maquinaria Utilizados

En la procesadora VYM S.A se utiliza la siguiente maquinaria para realizar todos los procesos:

Tabla 3-7 Equipos y Maquinaria VYMSA

Proceso	Equipo	Cdad.	Descripción/Función	Área
Pintado	Compresor	4	Máquina que genera aire a presión, para el proceso de pintado de áreas en la empresa.	PB
Troquelado	Prensa Troqueladora	11	Prensa que trabaja con moldes (troqueles) para dar una forma determinada al metal.	PB

Transporte de Materiales	Ascensor	1	Utilizado para el transporte desde la planta baja a la planta alta o viceversa.	N/A
Cortado	Slitter	1	Tijera de acero. Trabaja con desbobinadores cuchillas circulares, para el corte de metal.	PB
Matricería	Torno	1	Se realiza trabajo de mantenimiento y conformación de troqueles.	PB
	Rectificadora de superficie	1		
	Cepilladora	1		
	Fresadoras	2		
	Horno de temple	1		
	Electro-hilo	1		
	Prensa hidráulica	1		
Fabricación de resortes	Conformador	3	Fabrica los resortes, elimina excesos de metal y corta el resorte	PA
	Esmeriladora	3		
	Cortadora	3		
	Extractor de polvillo.	1		
Galvanizado	Cubas o tinas	10-12	Baños de desengrase, enjuague, cromatizado y zincado.	PB
	Centrífugas	2	Secado de piezas	
Ensamble	Roscadores,	4	Utilizados para el proceso de roscado, remachado y limpieza en el proceso de ensamble.	PA
	Pistones de ensamblaje	2		
	Taladro	1		
	Pistola Neumática	5 y 1 doble.		
Inyección	Aluminio	1	Maquinaria que al fundir diferentes materiales, a	PB
	Plástico	2		

	Zamac	2	través de inyección crea remaches y piezas de recubrimiento plástico.	
--	-------	---	---	--

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

En lo referente a la maquinaria utilizada en la procesadora cabe acotar que en el proceso de galvanizado se utilizan cuatro tanques plásticos con una capacidad de 800 litros los cuales fueron adquiridos en el año 2005 y son utilizados en las diferentes etapas del proceso, 3 cubas metálicas de 600 litros de capacidad, fabricadas en el año 2005 y que son utilizados en el proceso de galvanizado electrolítico, además se utilizan 5 tinas plásticas de 100 litros de capacidad en los procesos del cromatizado y blanqueo.

También se realizará el cambio de las cabezas de máquinas roscadoras que poseen una broca a cabezas que poseen 2 y 3 brocas, con el fin de incrementar la eficiencia en el proceso de roscado.

En el mes de mayo del año 2011 se realizó la adquisición de un segundo tambor centrífugo de secado.

Uno de los obstáculos que se encontró es que en la actualidad la procesadora no cuenta con un registro que describa la maquinaria existente en la planta ya que muchas son antiguas, pero siguen en correcto funcionamiento.

Recientemente se realizó la importación de nueva maquinaria proveniente de China la que será adecuada específicamente en el área fabricación de resortes. Se realizó el movimiento de maquinaria hasta la segunda planta del área productiva la cual se encuentra en remodelación.

Una oportunidad de mejora para la empresa, es realizar una inversión en maquinaria que utilice menor cantidad de materia prima, que sea más eficiente en cuanto al consumo de energía y que sea menos contaminante.

Con el cumplimiento de estos parámetros se puede llegar a recuperar la inversión y a disminuir el impacto ambiental causado durante el proceso de producción. En el marco de la presente investigación, se identificó que en el

caso específico de la Procesadora se podría analizar la opción de reemplazar las troqueladoras antiguas ya que demandan demasiada energía y producen una gran cantidad de residuos (chatarra), por lo cual el equipo de investigación recomendó analizar su remplazo por maquinaria más eficiente, sugiriendo la adquisición de troqueladoras automáticas chinas de marca Accurl cuya descripción se encuentra en el Anexo 3: Características y Especificaciones de Troqueladora “ACCURL” del Metal Automático.

3.1.7. Materiales Utilizados

Materia Prima

La principal materia prima utilizada en la procesadora VYM S.A. es el metal. Este metal viene en forma de bobinas de acero, planchas o bobinas de aluminio para el conformado de piezas y planchas de galvanizado o recubrimiento electrolítico. También se utiliza alambre trefilado para el conformado de resortes. Los principales proveedores de acero son: IPAC, DIPAC, Aceros y Aluminios, IdealAlambrec. Proveedores nacionales.

Tabla 3-8 Materia Prima

Planchas	
Pueden ser de acero o aluminio, su composición así como sus dimensiones dependerán de las necesidades de producción.	
Bobinas	
Pueden ser de acero o aluminio, su composición así como sus dimensiones dependerán de las necesidades de producción.	

Ángulos o Retales

Pieza de acero utilizada en el proceso de troquelado para la producción de gatillos y palancas



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de las principales materias primas adquiridas por la empresa en el lapso que va desde mayo del 2010 a abril del 2011, y se obtuvieron directamente de los registros de bodega de la empresa.

Tabla 3-9 Compra Materia Prima (Bobinas, Planchas y Retal) 2010-2011

Mes – Año	Producto	Cantidad Bobinas (ton)	Cantidad Planchas (ton)	Cantidad Retal (ton)	Total (ton)	PRECIO 1,16 USD POR KG
may-10	BOBINAS, PLANCHAS Y RETAL	20,57	3,90	8,93	33,40	38,75
jun-10		10,97	4,26	0	15,23	17,67
jul-10		16,50	13,35	14,60	44,45	51,56
ago-10		40,45	5,04	9,38	54,88	63,66
sep-10		10,49	6,03	37,25	53,77	62,37
oct-10		0	6,36	10,34	16,70	19,38
nov-10		0	15,57	10,74	26,31	30,52
dic-10		0	11,55	10,71	22,26	25,83
ene-11		16,05	0	0	16,05	18,62
feb-11		15,05	1,35	0	16,39	19,02
mar-11		32,09	3,39	0	35,48	41,16
abr-11		2,47	4,32	0	6,79	7,88
TOTAL		164,65	75,12	101,97	341,74	396,42

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-10 Compra Materia Prima (Alambre) 2010-2011

Mes – Año	Producto	Cantidad Alambre (ton)	PRECIO 1,16 USD POR KG
may-10	ALAMBRE	2,40	2784
jun-10		5,57	6464,68
jul-10		4,20	4872
ago-10		0	0
sep-10		4,20	4872
oct-10		4,20	4872
nov-10		6,90	8004
dic-10		6,90	8004
ene-11		0	0
feb-11		4,20	4872
mar-11		0	0
abr-11		2,06	2393,08
TOTAL		40,64	47137,76

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

En la tabla a continuación se presenta los porcentajes utilizados para construir el diagrama de Pareto que describe la cantidad anual (en toneladas) de materia prima en sus diferentes presentaciones que se utilizó en el último año en la procesadora.

Tabla 3-11 Porcentajes Acumulados Materia Prima

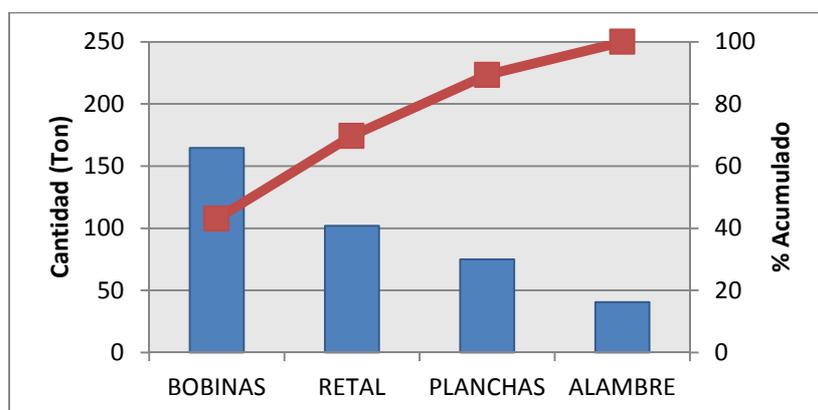
DESCRIPCION	Cantidad (ton)	% Acumulado	%
BOBINAS	164,65	43,07	43,07
RETAL	101,97	69,75	26,67
PLANCHAS	75,02	89,37	19,62
ALAMBRE	40,63	100	10,62

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Los porcentajes de materia prima utilizada se visualizan de mejor manera en la Ilustración 3-3 “Diagrama de Pareto para Materia” que muestra un diagrama de Pareto de las principales materia primas expresando su peso en toneladas.

Ilustración 3-3 Diagrama de Pareto para Materia Prima



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

La materia prima en bobinas de acero es la de mayor utilización en la empresa en lo que se refiere a cantidad de material procesado, aunque se puede acotar que los registros de materia prima en los cuales se basaron los datos presentados poseían un cierto grado de inconsistencia ya que no se presentan datos de compra de material en algunas etapas del periodo analizado, en los cuales no existía un registro.

Gracias a la experiencia de los operarios del proceso de slitteado (corte), se llega a conocer que es más sencillo y a la vez productivo trabajar solamente con bobinas como materia prima, es decir, sin el uso de planchas metálicas.

Esto se da porque las bobinas son manipuladas por la maquinaria de manera semiautomática y el proceso de corte es realizado de una manera más rápida, mientras que con planchas es necesario colocarlas en la maquinaria una por una haciendo al proceso bastante ineficiente. Por esto se podría presentar como una oportunidad el adquirir la materia prima solamente en forma de bobinas y eliminar la compra de planchas metálicas, haciendo al proceso más rápido y más eficiente.

Insumos y Adicionales

Se utiliza insumos o materiales en varios de los procesos individuales de producción los cuales son un apoyo necesario para el procesamiento de la materia prima principal, en los procesos productivos de la procesadora se utilizan principalmente remaches, grilón (nylon), grasa para alimentos. En el proceso de galvanizado se utiliza sosa cáustica, Zinc, Óxido de Zinc, desengrases, Ácido Nítrico y Sulfúrico, Cromo. Estos son comprados a: PFGroup, REFICOL, CONAUTO, Metalquímica Galvano.

Los principales insumos y auxiliares se muestran de manera detallada en la tabla 3-12 “Insumos VYMSA”.

Tabla 3-12 Insumos VYMSA

Insumo Galvanizado	Promedio	%	%
	Mensual (KG)	Acumulado	
Ánodos de Zinc	169,68	30,43	30,43
Brillo de Zinc	141,92	55,89	25,45
Purificador	77,69	69,82	13,93
Sales Correctoras de Zinc	30,85	75,35	5,53
Cianuro	29,62	80,67	5,31
Óxido de Zinc	21,15	84,46	3,79

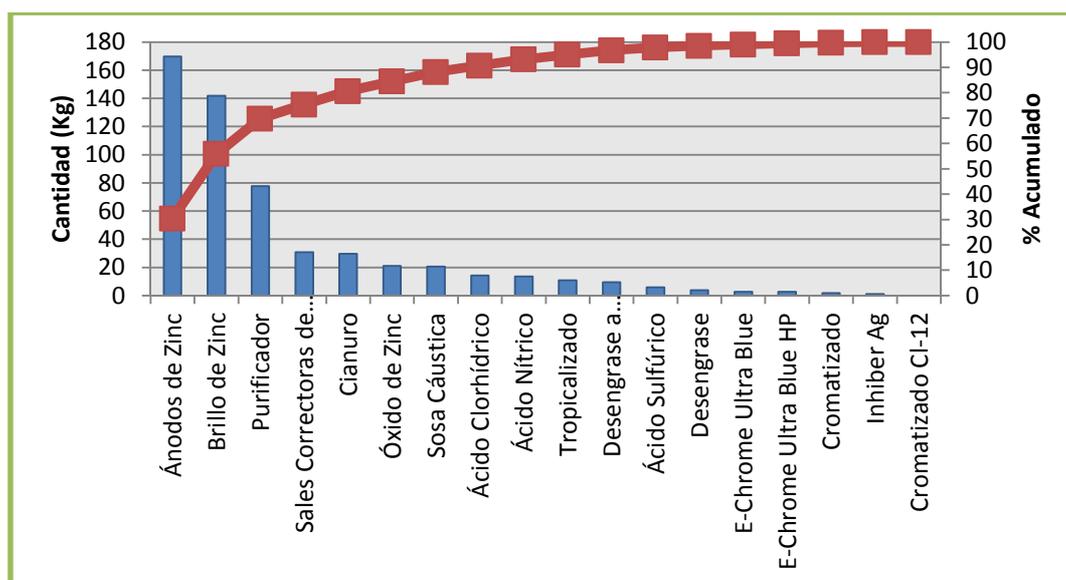
Sosa Cáustica	20,69	88,17	3,71
Ácido Clorhídrico	14,27	90,73	2,56
Ácido Nítrico	13,46	93,14	2,41
Tropicalizado	10,79	95,08	1,94
Desengrase a Inmersión	9,38	96,76	1,68
Ácido Sulfúrico	5,92	97,82	1,06
Desengrase	3,85	98,51	0,69
E-Chrome Ultra Blue	2,69	99,00	0,48
E-Chrome Ultra Blue HP	2,69	99,48	0,48
Cromatizado	1,74	99,79	0,31
Inhiber Ag	1,17	100,00	0,21
Cromatizado Cl-12	0	100,00	0

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

El proveedor de los insumos para el galvanizado es METALQUÍMICA GALVANO. Se elaboró un diagrama (Ilustración 3-4 “Diagrama de Pareto de Insumos”) de Pareto para poder visualizar los productos que son utilizados en mayor cantidad para el proceso de galvanizado.

Ilustración 3-4 Diagrama de Pareto de Insumos



Fuente: VYM S.A / Bodega

Elaborado por: Los Autores

Como se puede ver en el diagrama de Pareto de insumos y auxiliares las principales sustancias utilizadas son: Brillo de Zinc, Ánodos de Zinc y Purificador ya que constituyen el 80 % de los gastos que realiza la procesadora en la compra de este tipo de elementos.

Se puede analizar la posibilidad de disminuir un porcentaje el uso de estos tres elementos sin causar ningún cambio a la naturaleza del proceso y las propiedades de los productos galvanizados, esto se podría lograr realizando las siguientes actividades:

- Realizar, de ser posible, un reciclaje interno de estas sustancias.
- Reducir el tiempo de inmersión en los baños de galvanizado evitando un excedente de zinc u otros materiales en las piezas metálicas.
- Analizar la dosificación de estas sustancias en los baños del área de galvanizado para poder determinar si su uso es realmente eficiente.
- Minimizar el uso de sustancias altamente tóxicas como el cianuro.

3.1.8. Consumos de la Empresa

Consumo Eléctrico

La energía eléctrica es suministrada por la Empresa Eléctrica Quito. Los datos de éste consumo son obtenidos de las planillas de consumo eléctrico archivadas en la procesadora.

Tabla 3-13 Consumo Eléctrico en VYMSA 2010-2011

Mes- Año	Consumo Kw/ h 7-22	Gasto USD	Consum o Kw/ h 22-7	Gasto USD	Impuesto USD	Total Consumo Kw/h	Total Gastos USD
05-2010	14.895	863,91	2.777	127,74	448,09	17.672	1.439,74
06-2010	13.558	786,36	2.603	119,74	332,47	16.161	1.238,57
07-2010	12.756	739,85	2.586	118,96	325,71	15.342	1.184,52
08-2010	14.330	831,14	2.609	120,01	384,58	16.939	1.335,73
09-2010	14.760	856,08	3.722	171,21	455,3	18.482	1.482,59
10-2010	17.230	999,34	3.464	159,34	475,01	20.694	1.633,69

11-2010	10.580	613,64	3.844	176,82	394,14	14.424	1.184,60
12-2010	21.638	1255	5.920	272,32	568,1	27.558	2.095,42
01-2011	12.094	701,45	5.183	238,42	486,17	17.277	1.426,04
02-2011	15.093	875,39	4.075	187,45	507,08	19.168	1.569,92
03-2011	19.962	1.157,8	4.614	212,24	585,49	24.576	1.955,53
04-2010	16.953	983,27	3.182	146,37	467,09	20.135	1.596,73

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

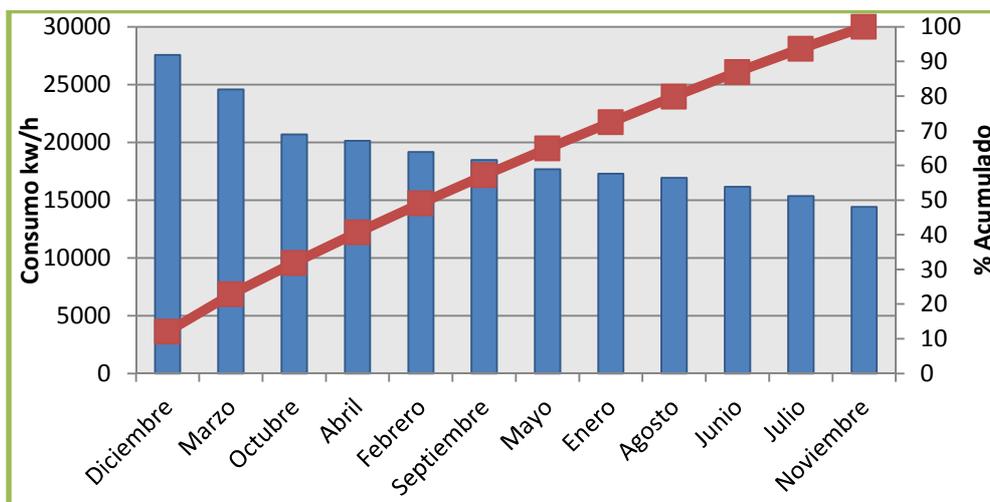
Análisis de consumo/gastos de energía eléctrica

Tabla 3-14 Consumo y Gasto por Electricidad

Consumo Anual (kw/h)	Gasto Total Anual (USD)
228.428	1.8143,08
Consumo Medio Mensual	Gasto Promedio Mensual
19.035,66	1.511,92
Consumo Máximo Mensual	Gasto Máximo Mensual
27.558	2.095,42
Consumo Mínimo Mensual	Gasto Mínimo Mensual
14.424	1.184,52

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-5 Diagrama de Consumo Eléctrico



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

El diagrama muestra que en el mes de Diciembre el consumo energético es el mayor. El consumo eléctrico dependerá de la cantidad de pedidos que existan en la empresa. Mientras más pedidos existan, la maquinaria de la empresa funcionará durante más tiempo, consumiendo mayor cantidad de energía.

Factor de Corrección y Potencia Eléctrica

Estos factores describen la eficiencia de utilización de la energía eléctrica en algún lugar. Los valores que se presentan a continuación se obtuvieron de las planillas eléctricas del periodo correspondiente.

Tabla 3-15 Factor de Corrección y Potencia

Año	Mes	Factor Potencia	Factor Corrección
2011	Mayo	0,99	0,73
2011	Abril	0,99	0,76
2011	Marzo	0,99	0,81
2011	Febrero	0,98	0,73
2011	Enero	0,97	0,73
2010	Diciembre	0,97	0,73
2010	Noviembre	0,98	0,74

2010	Octubre	0,98	0,77
2010	Septiembre	0,98	0,77
2010	Agosto	0,98	0,70
2010	Julio	0,99	0,60
2010	Junio	0,99	0,60
2010	Mayo	0,98	0,89
Promedios		0,98	0,73

Fuente: VYM S.A. / Planillas de consumo eléctrico

Elaborado por: Los Autores

De los datos se puede apreciar que el factor de potencia es elevado (superior a 0,92), indicando de primera mano un uso eficiente de la energía. Respecto del factor de corrección, existen valores que se alejan del ideal (0,6), lo que representa una oportunidad de mejora que se debería analizar por parte de la empresa.

Consumo de Agua

El agua que la empresa utiliza en sus procesos proviene de la red metropolitana de agua potable, el medidor de agua que se utiliza para la lectura del consumo total es compartido con un lote que la empresa alquila a una segunda empresa cuyas actividades son textiles, razón por la cual se estima que la mayor cantidad del agua consumida se deba a las actividades de dicha empresa.

Tampoco se conoce el porcentaje de consumo que tiene cada proceso independiente del área productiva, sin embargo se estima por simple inspección que el 90 % del agua consumida en la empresa, proviene de los baños realizados en el área de galvanizado, dejando el restante 10% como usos de baños y limpieza.

A partir de información otorgada por la empresa se pudo conocer que el agua consumida en los baños de galvanizado en promedio es de 8 m³ al año.

A continuación se presenta la información de los consumos de agua, la cual fue recopilada directamente de las planillas del pago de consumo de agua en el periodo entre mayo del 2010 y abril del 2011.

Tabla 3-16 Consumo de Agua 2010-2011

Mes-Año	Consumo m3	Costo USD/m3	Costo Total Consumo USD	Otros Gastos USD	Total a Pagar USD
may-10	269	0,72	193,68	76,86	270,54
jun-10	283	0,72	203,66	80,75	284,41
jul-10	176	0,72	126,72	51,01	177,73
ago-10	250	0,72	180	71,58	251,58
sep-10	188	0,72	135,36	54,35	189,71
oct-10	197	0,72	141,84	56,85	198,69
nov-10	205	0,72	147,6	59,07	206,67
dic-10	272	0,72	195,84	77,69	273,53
ene-11	194	0,72	139,68	56,02	195,7
feb-11	202	0,72	145,44	58,2	203,64
mar-11	162	0,72	116,64	47,12	163,76
abr-11	156	0,72	112,32	45,46	157,78
				Total Anual	2573,74

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Análisis de consumo-gastos de agua potable

Tabla 3-17 Consumo y Gasto por Agua

Consumo Anual (m3)	Gasto Total Anual (USD)
2554	2573,74
Consumo Promedio Mensual (m3)	Gasto Promedio Mensual (m3)
212,833	214,478
Consumo Máximo Mensual (m3)	Gasto Máximo Mensual USD
283	284,41
Consumo Mínimo Mensual (m3)	Gasto Mínimo Mensual USD
156	157,78

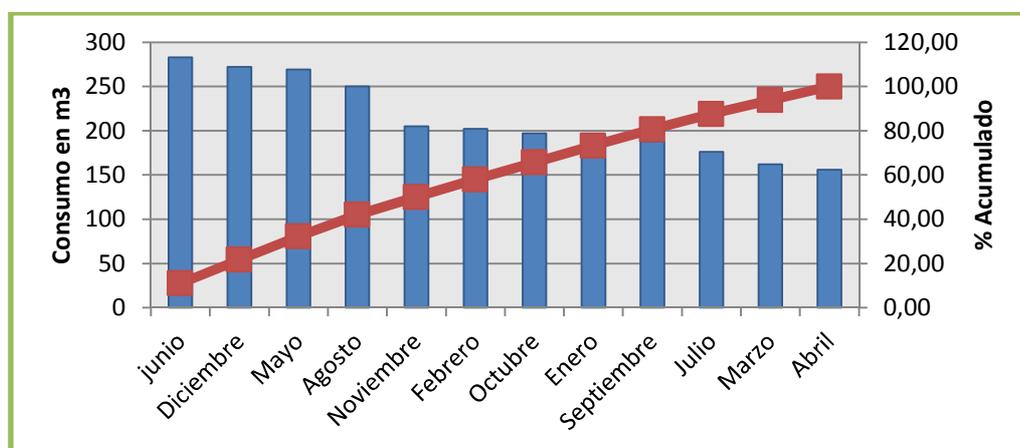
Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Como se señaló anteriormente el mayor porcentaje de consumo de agua se da en el área de galvanizado de la empresa, el restante es agua utilizada para baños y otros usos menores.

Por consiguiente si se desea reducir los consumos de agua se debe proponer opciones de mejora destinada a reducir la cantidad de agua utilizada en las tinas de galvanizado pero sin alterar las propiedades requeridas por el producto final.

Ilustración 3-6 Diagrama de Consumo de Agua



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

3.1.9. Descripción de los Procesos de la Empresa

Proceso General o Global

A continuación se realiza una descripción de los procesos productivos de la empresa.

Tabla 3-18 Proceso General

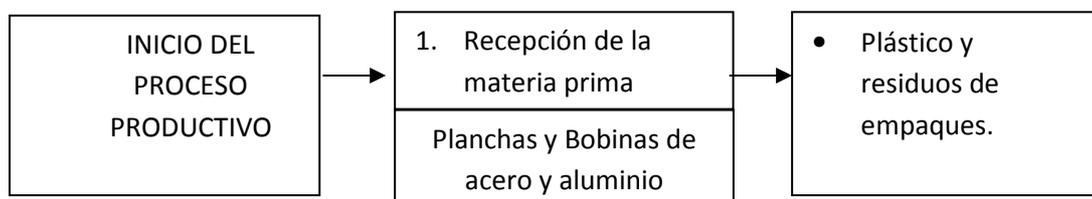
Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
01	Recepción de la Materia Prima	La materia prima llega al área de producción en forma de bobinas o planchas de acero o aluminio.	Receptar y organizar la materia prima.	
02	Slitteado	El slitteado es un proceso de corte de la materia prima, a través de cuchillas de gran precisión con la finalidad de formar flejes de diferentes dimensiones.	Obtener flejes de diferentes dimensiones, los que serán utilizados en el proceso de troquelado.	
03	Troquelado	El troquelado es la acción que ejecuta un molde, también llamado troquel al ser presionado contra el acero o aluminio, mediante el uso de una prensa.	Dotar de un diseño o forma determinadas a los flejes metálicos provenientes del proceso de slitteado según las necesidades de producción.	
04	Galvanizado	Es un proceso electroquímico en el cual se trata de recubrir un metal con otro para dotarle de nuevas características tanto físicas como químicas.	Proveer a las piezas metálicas de una mayor resistencia frente a ambientes extremos.	

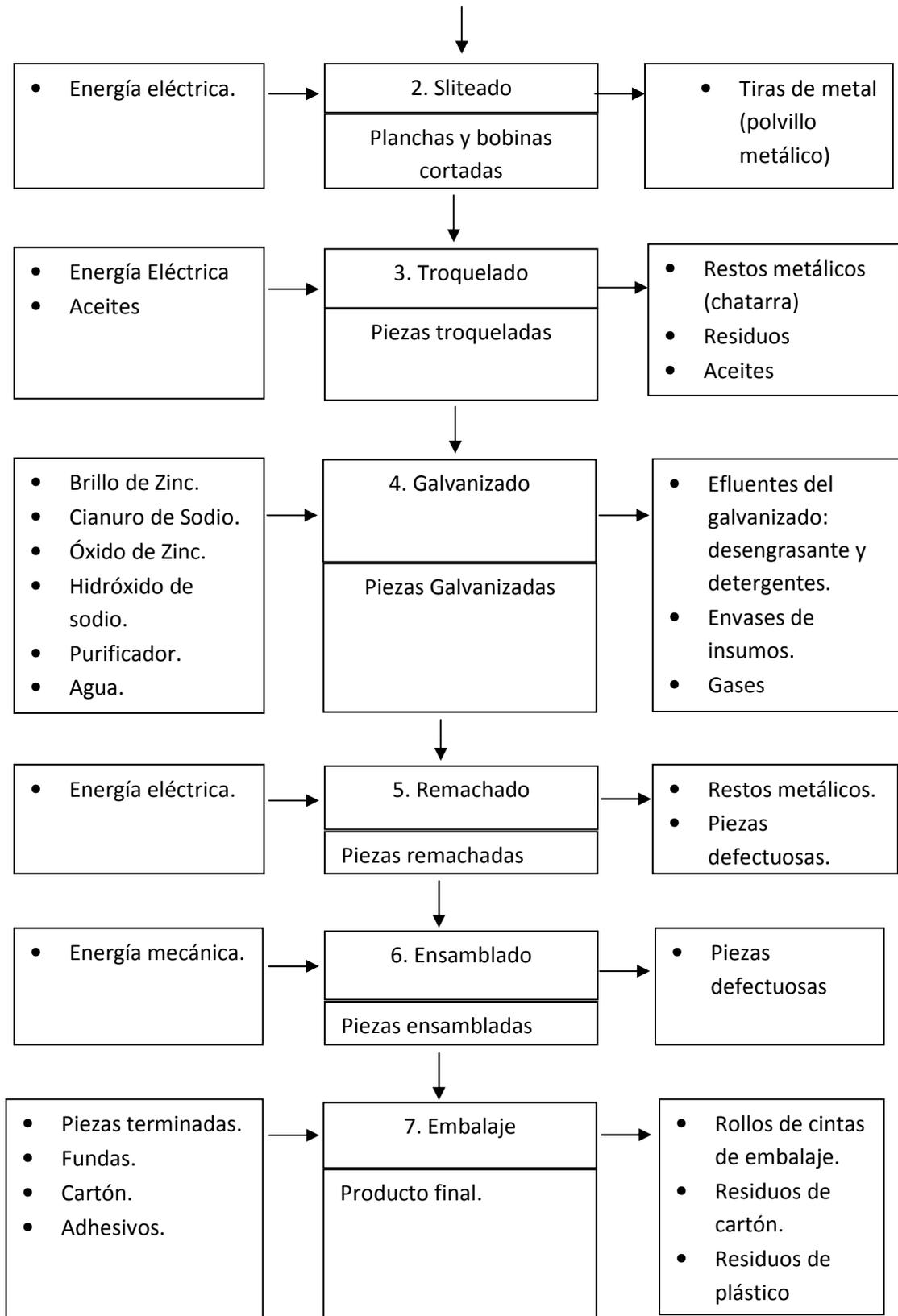
05	Remachado	Proceso que provee a la pieza de un remache o roblón para unirla de manera permanente a otra pieza.	Unir piezas de manera uniforme.	
06	Ensamblado	Proceso manual en el cual se arman las diferentes piezas individuales provenientes del galvanizado, con la finalidad de obtener una pieza única la cual será el producto final.	Obtener piezas terminadas de acuerdo a las necesidades de producción.	
07	Embalaje	Proceso en el cual se organizan en cajas los productos finales para ser comercializados.	Organizar los productos finales para su comercialización.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Diagrama de flujo de los procesos

Ilustración 3-7 Diagrama de Flujo Global





Procesos Específicos

En este punto se ahondará en la descripción de los procesos que se dan en la procesadora, siendo esta una de las etapas en las que se logre encontrar la mayor cantidad de oportunidades de mejora a realizarse dentro del programa de Producción Más Limpia.

Slitteado (Corte)

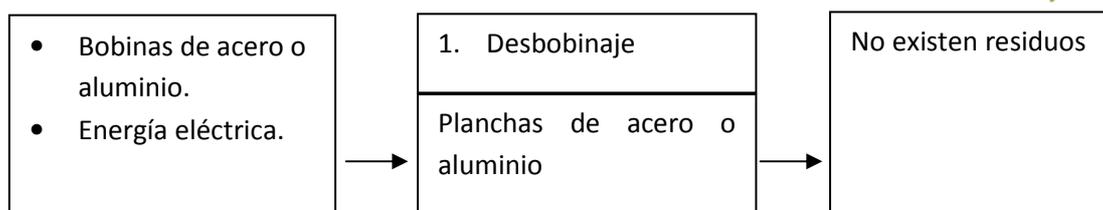
Tabla 3-19 Slitteado 1

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
01.01	Desbobinaje	Proceso en el cual la materia prima que llega en forma de bobinas de acero o aluminio es desenrollada y lista para proceder al cortado.	Desenrollar las bobinas de manera uniforme.	

Fuente: VYM S.A

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-8 Desbobinaje



Fuente: VYM S.A

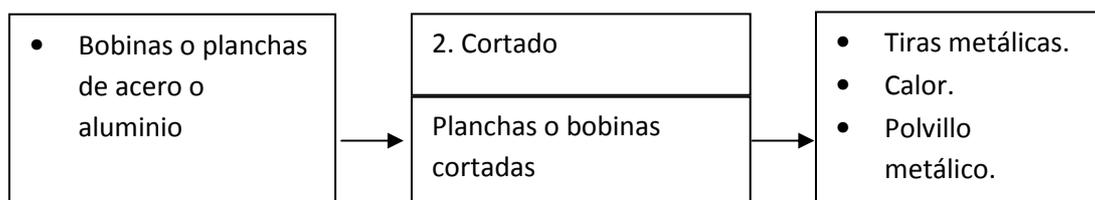
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-20 Slitteado 2

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
01.02	Slitteado o Cortado	Es un proceso por el cual la materia prima es cortada, a través de cuchillas de gran precisión con la finalidad de otorgarle diferentes dimensiones.	Obtener cortes de diferentes dimensiones.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-9 Cortado-Slitteado



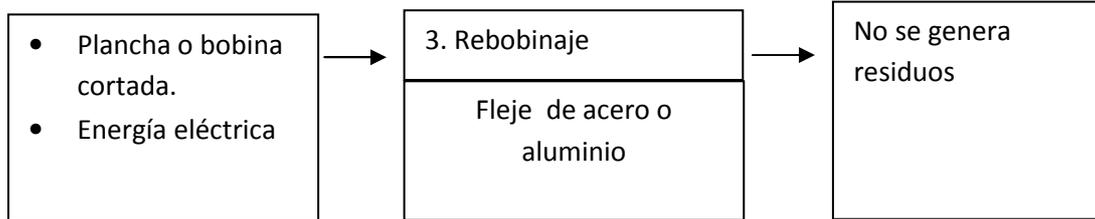
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-21 Slitteado 3

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
01.03	Rebobinado	Una vez obtenidos los cortes de diferentes dimensiones se procede a enrollarlos nuevamente para el siguiente proceso, para lo cual se utiliza un eje mecánico giratorio.	Agrupar los flejes obtenidos de acuerdo a sus dimensiones.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-10 Rebobinaje



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

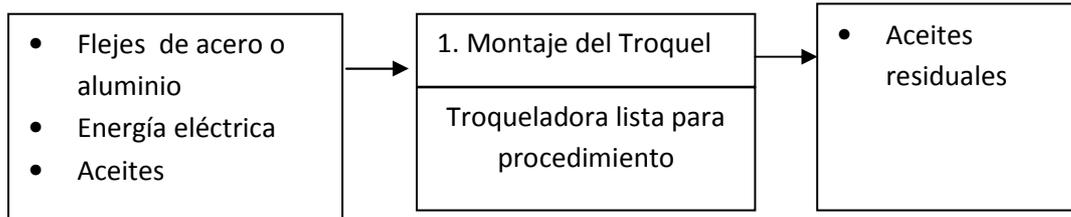
Troquelado:

Tabla 3-22 Troquelado 1

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
02.01	Montaje del troquel	Colocación del molde o troquel en la maquinaria (prensa) para realizar el troquelado dependiendo de las necesidades de producción.	Preparar la maquinaria para el proceso de troquelado	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-11 Diagrama de Troquelado 1



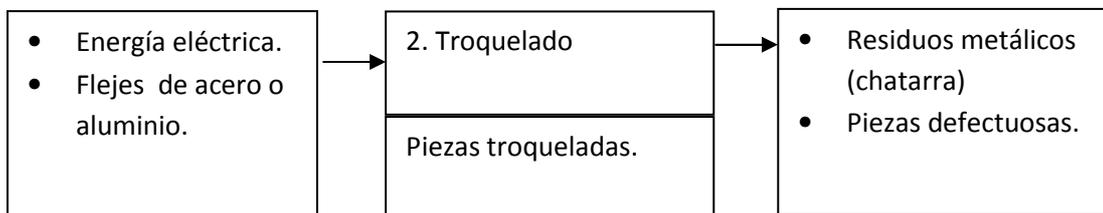
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-23 Troquelado 2

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
02.02	Troquelado	El troquelado es la acción que ejecuta un molde, también llamado troquel al ser presionado contra un material en este caso acero o aluminio, mediante el uso de una prensa con la finalidad de proveer a la materia prima una forma determinada.	Dotar de un diseño o forma determinadas según las necesidades de producción a los flejes metálicos provenientes del proceso de slitteado.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-12 Diagrama de Troquelado 2



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Galvanizado

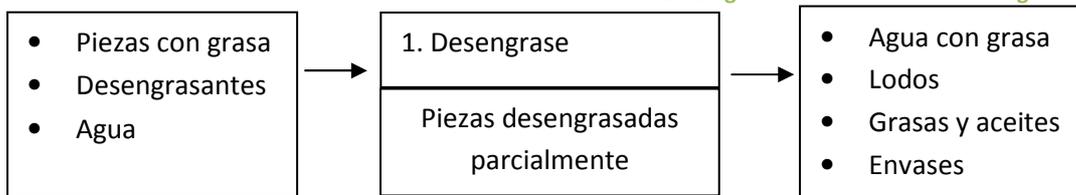
Tabla 3-24 Galvanizado 1

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.01	Desengrase	Consiste en retirar las impurezas de la pieza mediante el uso de agua con desengrase como se puede apreciar en la fotografía.	Obtener piezas desengrasadas y libres de impurezas.	

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-13 Diagrama de Galvanizado-Desengrase



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

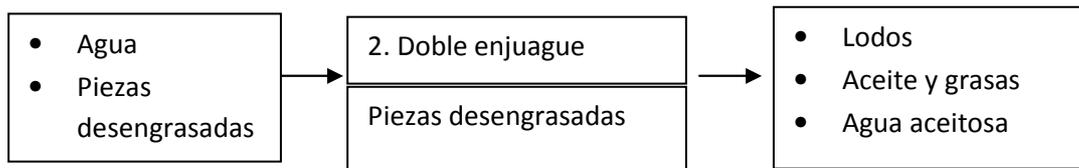
Tabla 3-25 Galvanizado 2

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.02	Doble enjuague	Proceso que tiene como finalidad preparar la pieza para el galvanizado se lo realiza en tinas de agua de 400 litros y se lo lleva a cabo manualmente.	Obtener piezas listas para el galvanizado.	

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-14 Diagrama de Galvanizado-Doble Enjuague



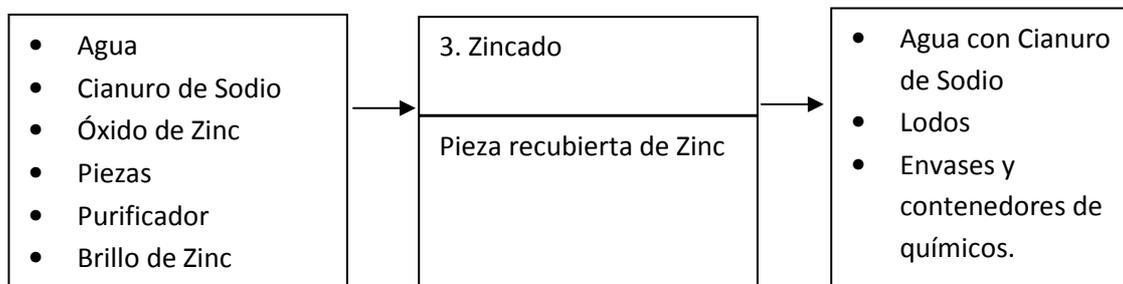
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-26 Galvanizado 3

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.03	Galvanizado	Es un proceso electroquímico en el cual se recubre un metal con otro para dotarle de nuevas características tanto físicas como químicas. Se lo realiza de manera semiautomática, utilizando placas de zinc y otros insumos.	Proveer a las piezas metálicas de una mayor resistencia frente a ambientes extremos.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-15 Diagrama de Galvanizado-Zincado



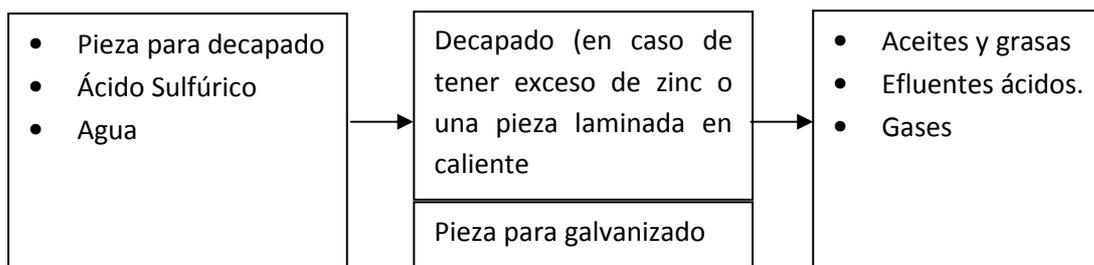
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-27 Decapado

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
—	Decapado	Proceso alternativo que se realiza en caso de obtener productos con poco zinc o a aquellos laminados en caliente. Se da a la pieza un baño de ácido sulfúrico durante 25 minutos y posteriormente se realiza un reproceso volviendo a la etapa de desengrase.	Retirar de la pieza rastros de capas galvánicas no deseadas.	No se dispone debido a que en el área de decapado se utilizan sustancias químicas peligrosas.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-16 Diagrama de Decapado



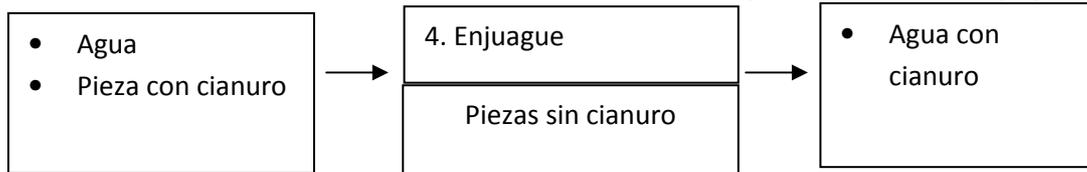
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-28 Galvanizado 4

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.04	Enjuague de Cianuros	Proceso manual realizado en tinas de 400 litros y que tiene como finalidad retirar los restos de cianuro provenientes del proceso de galvanizado.	Obtener piezas libres de restos de cianuro.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-17 Diagrama de Galvanizado-Enjuague



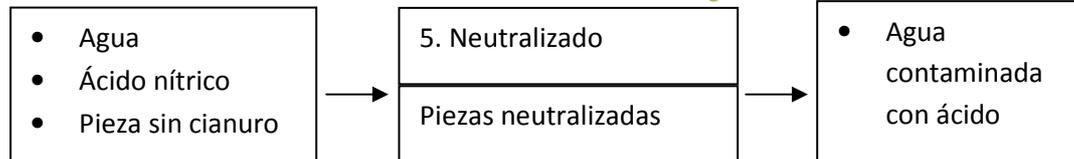
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-29 Galvanizado 5

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.05	Neutralizado	Proceso manual realizado en tinas de 50 litros de capacidad, en el que se provee a la pieza de una mezcla de ácido nítrico y agua con la finalidad de que esta obtenga una tonalidad mas blanca.	Proveer a la pieza de una tonalidad blanca.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-18 Diagrama de Galvanizado-Neutralizado



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

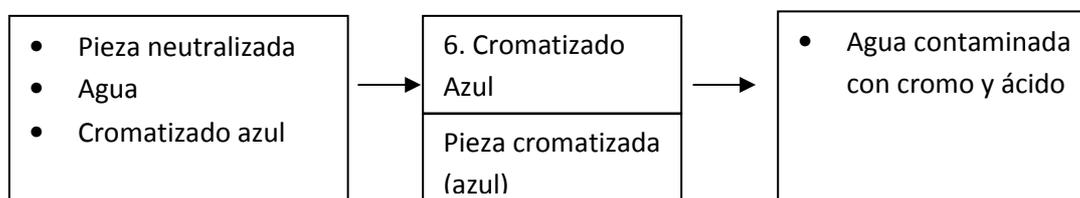
Tabla 3-30 Galvanizado 7

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.06	Cromatizado Azul	Proceso manual mediante el cual se le confiere un color deseado a la pieza en el caso del cromatizado azul se realiza después del proceso de neutralizado, su duración es de 5 a 10 segundos y en este proceso se utiliza <i>ultrablue</i> y ácido nítrico.	Obtener piezas acromatizadas de un color azul.	
03.05.02	Cromatizado amarillo	Proceso mediante el cual se le confiere un color deseado a la pieza, en el caso del cromatizado amarillo este proceso se lo realiza inmediatamente después de realizar el enjuague de cianuros sin la etapa del neutralizado y su duración oscila entre los 10 y 15 segundos.	Obtener piezas de color amarillo, color similar al bronce.	

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

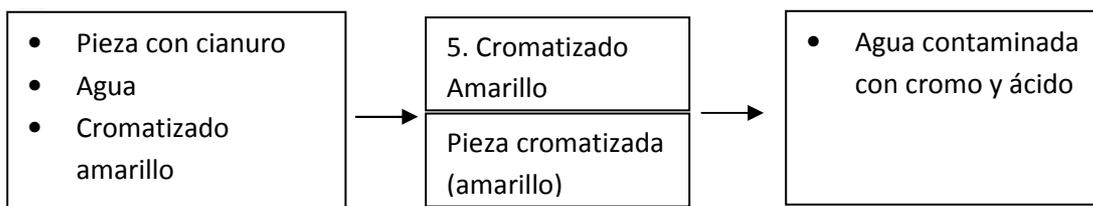
Ilustración 3-19 Diagrama de Galvanizado-Cromatizado Azul



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-20 Diagrama de Galvanizado-Cromatizado Amarillo



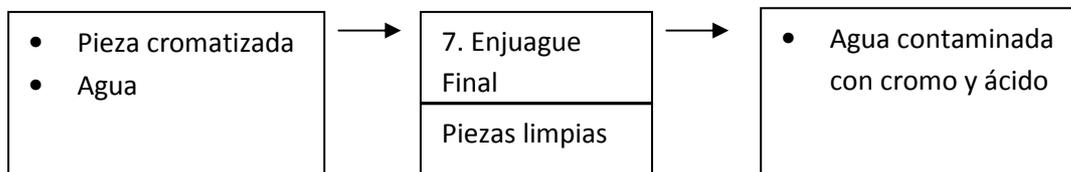
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-31 Galvanizado 7

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.07	Enjuague	Proceso en el cual se retira los residuos de químicos en las piezas una vez realizado el proceso.	Retirar remanentes del proceso de galvanizado.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-21 Diagrama de Galvanizado-Enjuague Final



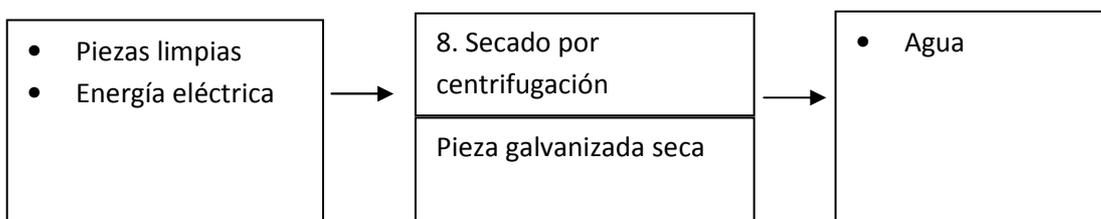
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-32 Galvanizado 8

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
03.08	Secado por Centrifugación	Proceso semiautomático en el cual la pieza es insertada en un barril centrifugador eliminando los restos de agua de etapas anteriores y poniendo a punto la pieza para su posterior ensamblaje.	Eliminar los restos de agua de las piezas de modo que estén secas.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-22 Diagrama de Galvanizado-Secado



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

En cada etapa del galvanizado se realiza un escurrido de los líquidos que son utilizados como el agua y los químicos.

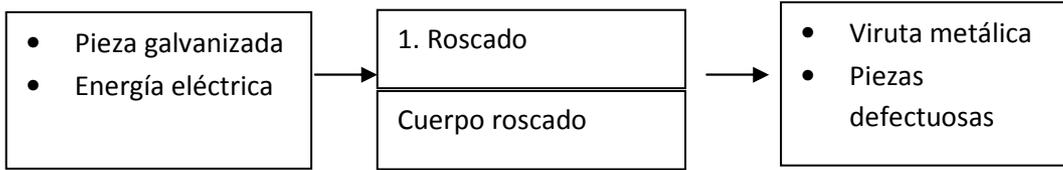
Roscado

Tabla 3-33 Roscado

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
04.01	Roscado	Proceso mecánico en el que mediante la utilización de un taladro se realiza un agujero en la pieza en el cual se atornillara un perno para poder adherir la pieza a una u otra superficie.	Obtener agujeros precisos en las piezas.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-23 Diagrama de Roscado



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

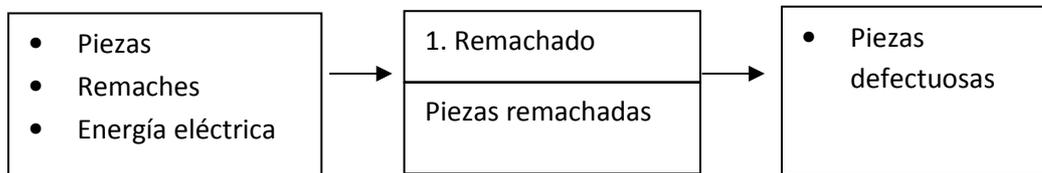
Ensamblaje

Tabla 3-34 Ensamblaje 1

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
05.01	Remachado	Proceso que provee a la pieza de un remache o roblón para unirla de manera permanente a otra pieza.	Unir piezas de manera uniforme.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-24 Diagrama de Ensamblaje-Remachado



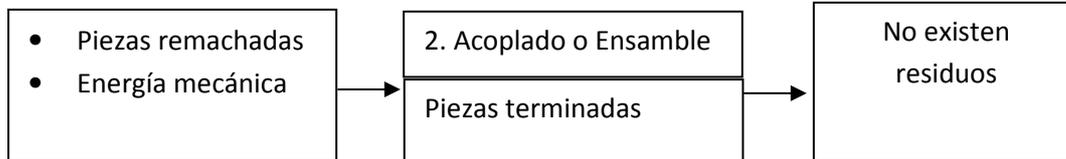
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-35 Ensamblaje 2

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
05.02	Acople o Ensamble	Proceso manual que tiene como finalidad acoplar todas las piezas individuales de modo que formen una pieza única que será el producto final del proceso.	Obtener el producto final en óptimas condiciones.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-25 Diagrama de Ensamble-Acople



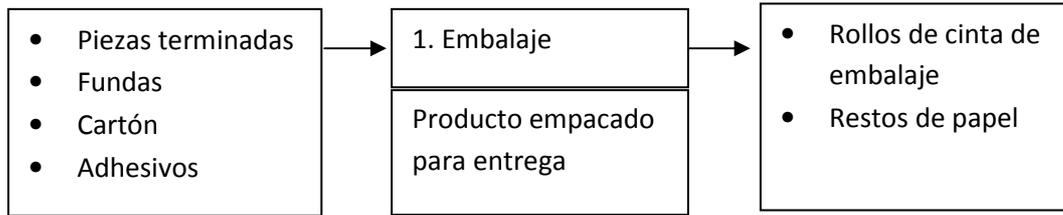
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-36 Embalaje

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
06.01	Embalaje	Proceso en el cual se organizan en cajas los productos finales para ser comercializados.	Organizar los productos finales para su comercialización.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-26 Diagrama de Embalaje



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

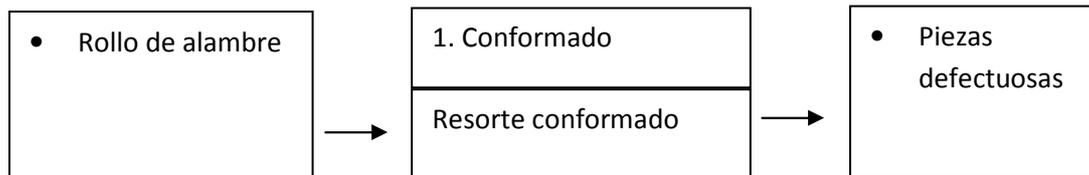
Elaboración de Resortes

Tabla 3-37 Conformado Resortes 1

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
07.01	Conformado	Es el proceso mecánico mediante el cual partiendo de un rollo de alambre se da la forma del resorte de manera automática.	Obtener resortes conformados a partir de materia prima.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-27 Diagrama de Conformado de Resortes



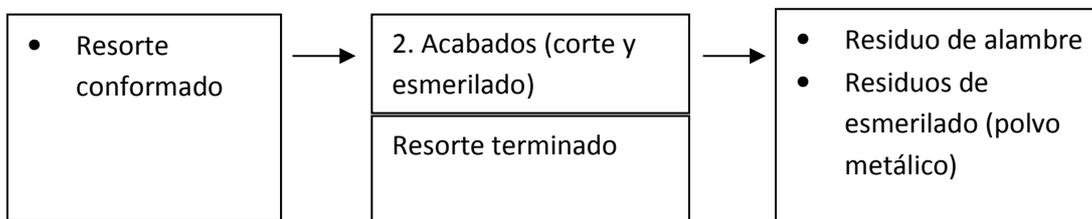
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 3-38 Conformado Resortes 2

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
07.02	Acabados	Es un proceso en el cual se retira las imperfecciones existentes en el resorte conformado y se lo pone a punto para su utilización.	Obtener resortes sin fallas.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-28 Diagrama de Conformado de Resortes- Acabados



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

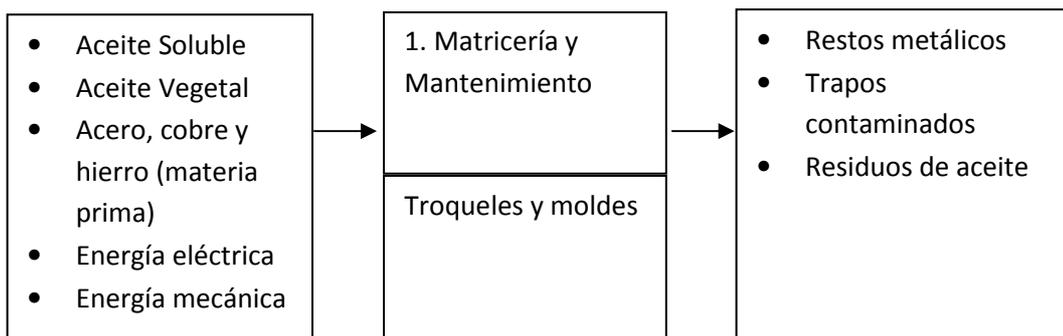
Matricería

Tabla 3-39 Matricería

Fase N°	Proceso	Descripción	Objetivo	Fotografía
08.01	Matricería	Es un proceso de apoyo con el cual se construye y da mantenimiento a troqueles que son el molde para realizar el corte de las piezas metálicas en el proceso de troquelado.	Realizar un mantenimiento eficaz de los troqueles.	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-29 Diagrama de Matricería



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

3.1.10. Descripción de Productos Principales

La empresa crea distintos tipos de productos, que son utilizados en la fabricación de línea blanca. Los productos principales son las bisagras para las puertas de cocinas. Estas son, la bisagra que es utilizada en puertas de horno de cocina (Bisagra Puerta de Horno o BPH), la bisagra que es utilizada en la puerta calentaplatos de las cocinas (Bisagra Caliente Platos o BCP). Adicionalmente, la empresa produce los complementos para la bisagra puerta de horno como: el recibidor alivianado y el recibidor estándar. Todos los productos tienen variadas tensiones de apertura que pueden ser utilizadas en diferentes tipos y modelos de puertas para cocinas.

Tabla 3-40 Productos Principales

PIEZA	DESCRIPCIÓN	FOTO
Bisagra Puerta de Horno	Lleva las siglas BPH, estas bisagras se colocan en las puertas de los hornos de las cocinas.	

Bisagra Caliente Platos	Existen dos la BCP y la VQZ. Ambas son colocadas en las puertas de caliente los platos en cocinas. La diferencia entre las dos es su tamaño.	
Recibidor	Hay dos tipos, el estándar y el alivianado. De igual manera la diferencia entre los dos es su tamaño. Son piezas que sirven como soporte para las BPH.	

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

3.1.11. Cantidad de Productos Fabricados

En esta tabla se indica la cantidad de productos que se han fabricado entre mayo del 2010 hasta abril del 2011. Es necesario dar a conocer que la bisagra calientaplatos de cuarzo fue introducida en el proceso de producción de la Procesadora desde el año 2011, por lo cual no existen registros de la misma durante el año 2010.

Tabla 3-41 Producción 2010-2011

Siglas		BPH	BCP	E-BPH-R	E-BPH-R-ALIV.	E-BCP-QZ
Nombre		Bisagra Puerta de Horno	Bisagra Caliente Platos	Recibidor	Recibidor Alivianado	Bisagra Caliente Platos de Cuarzo
Año	Mes	Número de Piezas Producidas				
2010	Mayo	40.400	17.000	46.500		
2010	Junio	57.800	48.000	40.000	17.600	
2010	Julio	47.200	32.000	4.000	59.400	
2010	Agosto	55.600	27.000	14.000	50.000	
2010	Septiembre	75.800	20.500	13.000	56.000	

2010	Octubre	55.300	26.950	6.900	45.500	
2010	Noviembre	48.500	16.800	2.550	46.210	
2010	Diciembre	70.250	27.200	4.700	80.150	
2011	Enero	53.870	10.000	6.300	15.700	
2011	Febrero	64.720	25.600	12.890	60.800	
2011	Marzo	51.590	18.400	3.850	63.900	1.850
2011	Abril	51.110	13.700	1.800	47.610	4.980
	SUMA	672.140	283.150	156.490	542.870	6.830
	PROMEDIO MENSUAL	56.012	23.596	13.041	49.352	3.415

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Como se indicó anteriormente, la bisagra calentaplatos de cuarzo no tuvo una producción durante el año 2010, es por esto que no va a representar un valor alto de producción en los resultados de la tabla. En esta tabla está la cantidad de productos que se han generado durante el periodo, con lo cual se puede realizar los análisis para obtener una oportunidad de mejora.

Tabla 3-42 Pesos de Productos Principales

Producto	Peso Unitario (kg)	Promedio Mensual (unidades)	Peso Promedio Mensual (ton)	Unidad al Año	Peso Anual (Ton)
BPH	0,15	56012	8,40	672140	100,821
BCP	0,035	23596	0,83	283150	9,91025
Recibidor	0,041	13041	0,53	156490	6,41609
Recibidor Alivianado	0,032	49352	1,58	542870	17,37184
VQZ	0,032	3415	0,11	6830	0,21856
Totales		145415	11,45		134,74

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

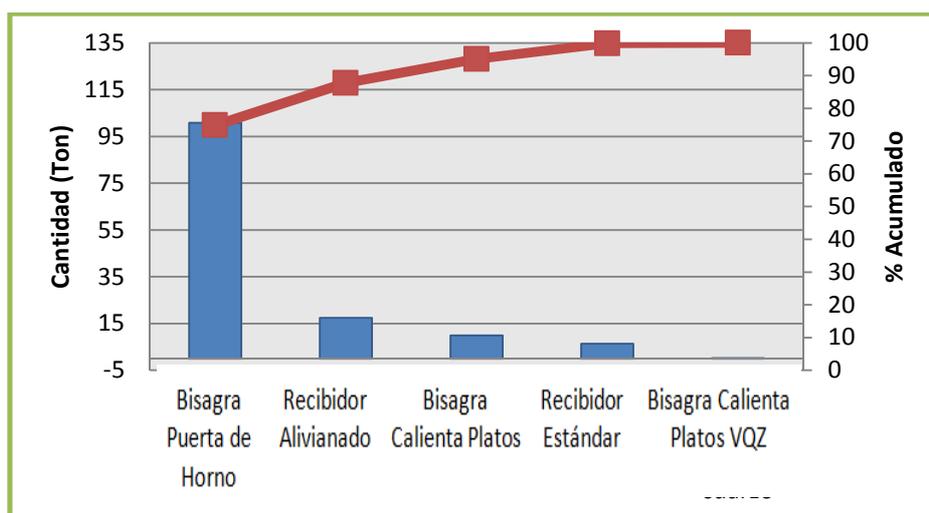
En la tabla a continuación se muestran las cantidades anuales de cada producto y el porcentaje que representan respecto del total de la producción.

Tabla 3-43 Porcentaje de Producción por Producto

Producto	Peso Anual (ton)	% Acumulado	%
Bisagra Puerta de Horno	100,82	74,83	74,83
Recibidor alivianado	17,37	87,72	12,89
Bisagra Caliente Platos	9,91	95,08	7,36
Recibidor Estándar	6,42	99,84	4,76
Bisagra Caliente Platos de Cuarzo	0,22	100,00	0,16
Totales	134,74	100,00	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 3-30 Pareto Productos Fabricados



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Como se puede observar en el diagrama de Pareto el producto de mayor producción dentro de la procesadora es la bisagra puerta de horno. Otro producto que requiere gran atención, es el recibidor alivianado, que aunque es un producto relativamente liviano en comparación a las bisagras, es de gran importancia por su cantidad de producción.

Estos productos están compuestos por las siguientes partes.

Tabla 3-44 Componentes de los Productos

Partes	Peso U (g)	Unidad Anual	Peso Anual por Pieza (kg)	Peso Anual por Pieza (ton)	Peso promedio mensual (ton)
Caja BCP	18	289980	4581,68	4,58	0,38
Tapa BCP	12	289980	2754,81	2,75	0,23
Flecha	2	289980	376,97	0,38	0,03
Gatillo	22	672140	15593,65	15,59	1,30
Porta resorte	15	672140	10014,89	10,01	0,83
Recibidor A	33	542870	17534,70	17,53	1,46
Palanca BPH	36	672140	24869,18	24,87	2,07
Seguro	2	672140	2150,85	2,15	0,18
Cuerpo BPH	77	672140	50007,22	50,01	4,17
Resorte BCP	2	289980	942,44	0,94	0,08
Recibidor E	41	156490	6416,09	6,42	0,53

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

3.1.12. Análisis de Residuos Generados

En el análisis de los procesos surge como un punto de vital importancia el poder determinar los focos de producción de residuos, y las causas o factores que están influyendo directamente en su origen.

Se estima que en la mayoría de los casos, la cantidad de residuos generados en un proceso industrial se encuentra ligado directamente a la tecnología que se está utilizando, si bien es cierto que la eficiencia tecnológica con que se

cuenta en una planta de producción es uno de los factores determinantes en la producción de residuos, no debería ser tomado como el único al momento de analizar posibles oportunidades de mejora.

Chatarra

Para la chatarra se utiliza un cuarto de almacenamiento temporal, en el cual se colocan los residuos de chatarra tanto de metal como de aluminio. Estos residuos son tanto restos de metal provenientes del proceso de troquelado como piezas defectuosas resultante de algún proceso. El tipo de chatarra es de metales y aluminio, se tienen dos zonas de almacenamiento para el metal y el aluminio respectivamente.

Este residuo debe ser contabilizado, en especial las piezas defectuosas, a través de registros que lleva el personal. Una vez que se llena (llega a un tope) el lugar de almacenamiento, es llevada por compradores de chatarra, es decir, la procesadora vende la chatarra, al ser el aluminio procesado en menores cantidades, la zona de almacenamiento se completa en mayor tiempo, usualmente toma 6 meses. Los compradores son los que realizan todo el trabajo de carga con su personal, se vende por toneladas, siempre se realiza un sólo viaje de 13 toneladas aproximadamente.

La venta de esta chatarra así como su volumen depende de la producción que exista, si hay poca producción el metal se vende cada 2 a 3 meses, si es alta, se realiza cada mes.

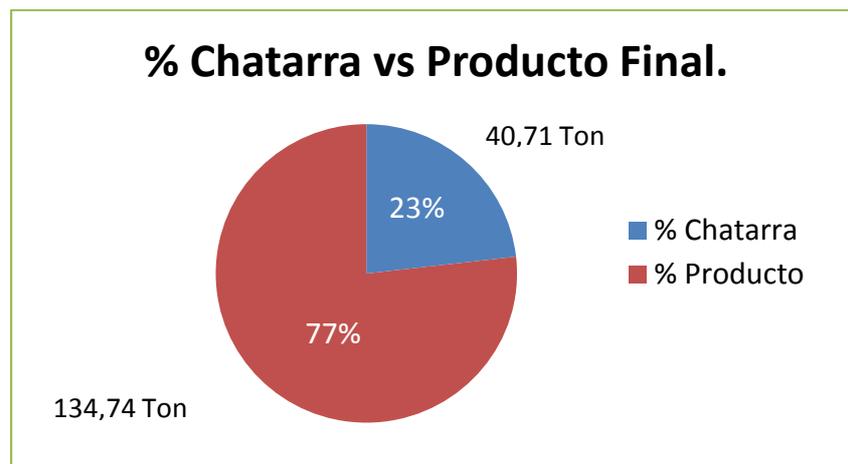
Tabla 3-45 Generación de Chatarra 2010-2011

AÑO	Mes	Tipo de Chatarra	Cantidad (kg)	Cantidad (ton)	Precios (0,3136 USD/Kg)
2010	Mayo	Acero	9.790	9,79	3.070,144
2010	Junio	Acero	11.230	11,23	3.521,728
2010	Julio	Aluminio	2.470	2,47	774,592
2010		Acero	9.080	9,08	2.847,488

2010	Agosto	Acero	11.140	11,14	3.493,504
2010	Septiembre	Acero	12.690	12,69	3.979,584
2010	Octubre	Acero	12.660	12,66	3.970,176
2010		Aluminio	610	0,61	191,296
2011	Noviembre	Acero	9.540	9,54	2.991,744
2011	Diciembre	Acero	16.610	16,61	5.208,896
2011	Enero	Acero	11.980	11,98	3.756,928
2011	Febrero	Acero	14.380	14,38	4.509,568
2011	Marzo	Acero	S/R	S/R	S/R
2011	Abril	Acero	7.630	7,63	2.392,768
	Total	Acero	129.810	129,81	40.708,416

En la siguiente imagen se puede apreciar el porcentaje que representa la chatarra frente al producto total producido en toneladas.

Ilustración 3-31 Generación Chatarra vs Producción



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

En lo referente a la generación de chatarra se puede identificar algunas oportunidades de mejora ya que como se puede observar en el gráfico se produce una considerable cantidad de chatarra.

Teniendo en cuenta que en los procesos no todo lo resultante son el producto y chatarra, también existe el residuo que procede del corte y de algunas máquinas troqueladoras, dependiendo del tipo de pieza, conocido como polvillo metálico que al tener un peso muy bajo no es considerado en los cálculos.

Para tener una mejora en los procesos de la empresa, referente a la chatarra, se tomará en cuenta las siguientes opciones:

- Reprocesar la chatarra existente.
- Tener mejores opciones de venta de este residuo para aumentar los réditos económicos obtenidos.
- Reducir la dimensión de los flejes de acero de modo que limiten con el tamaño del troquel de la pieza eliminando los bordes como residuo.

Evaluación de costos derivados de la chatarra

La chatarra al ser el principal residuo de la procesadora tiene una gran importancia económica y ambiental debido a las grandes cantidades que se generan.

La elevada producción de chatarra así como el precio de la materia prima de la cual proviene directamente, constituyen un problema de eficiencia económica en cuanto al aprovechamiento de recursos. Con esto surge la necesidad de realizar una evaluación económica, en la cual se pueda determinar los costos reales que implica la generación de chatarra, para poder proponer actividades o proyectos que aumenten la eficiencia de los procesos, reduciendo este tipo de residuos.

Análisis con los Productos Principales

En la siguiente tabla se muestra la información global de los principales productos o piezas producidas.

Tabla 3-46 Productos Principales

Productos Principales			
Producto/Pieza	Peso unitario (g)	Producción anual unidades	Peso anual (kg)
BPH	150	672.140	10.0821
BCP	35	283.150	9.910,25
Recibidor	41	156.490	6.416,09
Recibidor Alivianado	32	542.870	17.371,84
VQZ	32	6.830	218,56
Total			134.737,74

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Análisis de insumos y materia prima

Para realizar las evaluaciones es necesario conocer la materia prima o los insumos que intervienen en el proceso o generador del residuo a evaluar.

Tabla 3-47 Materia Prima y Auxiliares

Materias primas y auxiliares					
Material	Cantidad anual	Unidad	Costo unitario de compra (USD)	costo total	Participación del producto
Bobinas o Planchas	341.743	Kg	1,16	396.421,88	100%

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Análisis de residuos o emisiones

En este punto se analizarán los residuos generados en cuantos a procesamiento del metal, para el caso en particular los residuos serán la chatarra metálica y las piezas no conformes.

Tabla 3-48 Residuos y Emisiones

Residuos y Emisiones					
Residuos / emisiones (sólidos, líquidos, etc.)	Cantidad anual (Kg)	costo de compra (1,16 USD/KG)	Costo de transporte (0,055/KG)	Disposición residuo	Costo Total
Chatarra metálica	12.9810	150.579,6	7.139,55	Vendido	157.719,15

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Evaluación global del costo del residuo

Tabla 3-49 Análisis de Costos por Residuos

Evaluación de costos									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Residuo	cantidad MP**	costo MP	costo total MP	Cantidad residuos	Costo (almacenaje, transporte, etc.)* 0,045	precio de venta 0,3136	Ganancia con venta de residuo	costo residuo relacionado MP	Costo total residuo
	kg/año	USD/Kg	USD	kg/año	USD	USD	USD	usd/kg	KG/Año
	A	B	C=A*B	D	E=D*Factor	f=D*Factor	G=F-E	H=B*D	I=(E+H)-F
Chatarra metálica	341.740	1,16	396.418	129.810	5.841,45	40.708,41	34.866,97	150.579,6	115.712,63
*el valor de 0,045 USD se lo calculo tomando en cuenta el costo de alquiler de un galpón de almacenaje en la zona y el costo de transporte de los residuos, en razón de la cantidad generada anualmente									
** Materia Prima									

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Residuos Sólidos no Metálicos (Plásticos, Cartón)

Los procesos productivos no generan este tipo de desecho directamente, sino que tienen su origen en procesos de apoyo, por ejemplo la producción de residuos de papel en las oficinas y los baños, la producción de desperdicios de

cartón y plástico utilizados en los empaques tanto de la materia prima como de los productos terminados.

Este tipo de residuo no guarda un registro detallado en la empresa, ya que su cantidad así como su costo de manejo es despreciable. Lo que se hace en la procesadora con estos residuos es separarlos y enviarlos con el carro recolector del servicio municipal los días martes, jueves y sábados. El residuo de plástico proveniente del empaque de la materia prima, es pulverizado y utilizado en los procesos de inyección en la empresa.

Los residuos sólidos no metálicos son recogidos por el municipio del DMQ para su disposición final en el relleno sanitario.

Residuos Peligrosos

Se debe tener un especial cuidado ya que dentro de este tipo de residuos sólidos se encuentran los considerados peligrosos que pueden representar un riesgo para la salud de los operarios que los manipulen. La procesadora no dispone al momento de un listado que contemple los residuos peligrosos generados y sus cantidades, a continuación se presentan los residuos identificados:

- o Guantes y trapos usados que han cumplido su tiempo de vida útil.
- o Recipientes que contenían los productos químicos utilizados en el proceso de galvanizado.
- o Efluentes que se producen en el mismo
- o Focos fluorescentes dañados, entre otros.

Por el riesgo que implica el manejo de este tipo de residuos peligrosos, es necesario que tanto el manejo como el almacenaje de estos residuos se los realice tomando en cuenta prácticas de seguridad y salud en galvanoplastia. Las reglas de seguridad industrial en el manejo de productos químicos y finalmente las reglas para el almacenamiento seguro de productos químicos industriales.

Efluentes

Después de realizados los baños en el área de galvanizado y teniendo en cuenta que casi en su totalidad el agua de las tinas es utilizada para procesos de lavado de piezas metálicas se pudo estimar que el 95 % del agua utilizada se convierte en un efluente contaminado con sustancias químicas propias de los procesos de galvanizado.

Tratamiento de efluentes de agua procedentes de las tinas del galvanizado.

En la actualidad la procesadora VYM SA provee de un tratamiento primario a sus aguas grises procedentes de las tinas del galvanizado cuya finalidad es dotar de un tratamiento previo a su envío a un gestor acreditado que en el caso particular es GALVAGESTOR.

Este proceso se lo realiza a base de meta bisulfito e hipoclorito, y se lo lleva a cabo mediante un sistema de filtración por caída en diferentes niveles en el cual interviene los agentes químicos antes mencionados como se ilustra en la siguiente imagen.

La disminución de la cantidad de efluente es una oportunidad que no sólo disminuiría el impacto ambiental causado, también disminuiría los gastos por tratamiento en la procesadora.

Ilustración 3-32 Sistema de Tratamiento de Agua Primario de VYM S.A.



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Una vez realizado el tratamiento primario las aguas grises producidas en la empresa son entregadas a GALVAGESTOR, empresa encargada de proveer a las aguas residuales un tratamiento, el costo de este tratamiento es de 70 USD por cada metro cúbico de agua.

Un ejemplo de la caracterización de las aguas residuales provenientes del galvanizado se muestra a en la tabla 3-50 “Caracterización de Aguas Residuales”

Tabla 3-50 Caracterización de Aguas Residuales²⁵

pH	10
TDS	800 ppm
Conductividad	457 us
Temperatura	16 °C
Zinc	20 ppm
Cianuro	6 ppm
Cr hexavalente	10 ppm
Sulfuro	13 ppm
Sulfatos	600 ppm
Cobre	N/A
Aluminio	N/A
Níquel	N/A

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El modelo de informe de laboratorio provisto por la empresa GALVAGESTOR se encuentra en el Anexo 4: Análisis de Laboratorio.

3.1.13. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Una vez conocidos todos los procesos, sus entradas y salidas, se realiza una evaluación de impacto ambiental, que ayuda con la identificación de procesos productivos que causen mayor impacto ambiental. A través de esto se puede encontrar una oportunidad de mejora en la empresa.

²⁵ Informe de efluentes GALVAGESTOR.

La evaluación de impacto ambiental revelará aquellos procesos que deban ser intervenidos, en caso de que estén causando un grave impacto ambiental.

Tabla 3-51 EIA

Elementos	Importancia económica	Cantidad de Desecho generado	Desechos tóxicos generados	Enfermedades laborales causadas	Área de uso por desecho	Facilidad de tratamiento	Facilidad de ejecución	
Chatarra metálica	3	3	1	2	3	2	3	17
Agua	1	2	2	2	2	3	2	14
Electricidad	2	1	1	1	1	1	1	8
Insumos químicos	2	1	3	2	1	1	2	12
Residuos sólidos no metálicos	1	1	2	1	1	1	2	9
Escala	1: baja, 2: media, 3: alta	1: 0-500 kg, 2: 501-5000 kg, 3: 5001-15000 kg	1: No peligroso, 2: Dudosa procedencia, 3: Desecho Tóxico	1: No muy graves; 2: Algo Graves; 3: Muy	1: 0-10m ² , 2: 11-15m ² , 3: 16-20m ²	1: Sencillo, 2: Normal, 3: complicado	1: Sencillo; 2: Normal; 3: Complicado	TOTAL

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

3.1.14. Identificación de oportunidades de Producción Más limpia

A través de los análisis realizados se puede identificar oportunidades diferentes de cambios en los procesos de la empresa. Las oportunidades y cambios pueden ser con respecto a cualquier etapa de los procesos productivos de la

empresa, es decir que es posible encontrar oportunidades y hacer los cambios ya sea en las entradas, en el proceso en sí o en las salidas. Es por esto que es necesario conocer todas las etapas existentes en la empresa. Para proponer cualquier oportunidad es necesario tener en cuenta los siguientes criterios:

- Etapas de mayor generación de residuos.
- Etapas con mayores pérdidas económicas.
- Costo de las materias primas y de los energéticos.
- Costos por la administración de residuos y emisiones.
- Riesgo de seguridad para el personal y el entorno.
- Potencial para reducir o eliminar los cuellos de botella de producción, donde se genera mayor cantidad de residuos y se tienen mayores pérdidas económicas.
- Presupuesto disponible para la realización de las opciones de PML.
- Capacidad de las compañías para obtener medios de financiamiento.
- Expectativas respecto a la competitividad de la empresa.
- Generación de residuos peligrosos

Capítulo IV: Mediciones

En este capítulo se analizará muy detalladamente las operaciones más importantes en los procesos productivos de la empresa VYM SA, teniendo como objetivo la identificación de problemas durante la producción, como por ejemplo desperdicio de materia prima, excesiva utilización de insumos (agua, electricidad, químicos, entre otros) en donde se puede implementar las medidas de Producción Más Limpia.

Los procesos en los cuales se identificó la mayor cantidad de oportunidades de mejora tendrán una importancia especial en cuanto a la toma de datos, con los cuales se pretende completar la información presentada de los procesos.

Las mediciones son necesarias para verificar todo lo que se pudo identificar en etapas anteriores dentro de la procesadora. Esto se realiza tomando en cuenta que los datos tomados vienen de registros de la empresa, los cuales son bases teóricas, que no necesariamente representan una realidad de lo que está ocurriendo día a día.

Las mediciones se enfocan principalmente en los tiempos de realización de los procesos, el tiempo de funcionamiento de la maquinaria, la cantidad de materiales utilizados y la cantidad de residuos generados en cada proceso.

Las mediciones no solamente ayudan a verificar datos tomados, sino que durante el proceso también se logra la identificación de más oportunidades.

4.1. Tipo de Mediciones.

Para determinar el tipo de mediciones a realizar y el proceso en el cual éstas se llevaran a cabo es preciso que se realice el análisis de los datos y las evaluaciones obtenidas en la etapa anterior de diagnóstico global de los procesos productivos de la procesadora. Estas mediciones deben proporcionar datos precisos y confiables en la evaluación cuantitativa de una operación

Las principales mediciones a realizar seleccionadas por el equipo de trabajo se presentan a continuación.

Tabla 4-1 Mediciones

Actividad		Descripción
Mediciones principales	Medición de tiempos	Medir tiempos del proceso de slitteado
		Medir tiempos del proceso de troquelado
		Medir tiempos del proceso de galvanizado
		Medir horas de trabajo de trabajo de maquinaria (cuello de botella)
	Medición de pesos	Medir peso de materia prima
		Medir peso de chatarra (residuos)
		Medir acumulación de zinc (peso) en las diferentes piezas galvanizadas
Complementarias	Otras Mediciones	Verificación de costos de materias primas, insumos, energía y residuos
		Verificación de multas en planillas de servicios básicos (energía, agua potable etc.)
		Medición de áreas de ser necesarias
		Verificación de datos de producción (productos, pesos, concentraciones, etc.)

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

En la selección de las actividades a realizar en la etapa de medición se consideraron diferentes factores, que se ajustan al enfoque del programa de PML y son los siguientes.

- El tipo y origen de los problemas en el uso de materia prima, energía e insumos en general, teniendo en cuenta la cantidad utilizada y el costo derivado de las pérdidas de estos elementos.
- La cantidad de residuos generados, analizando su origen en la cadena productiva y el valor que generan por su manejo y disposición final.
- La factibilidad en la recolección y verificación de datos.
- La posibilidad de ejecutar medidas de mejora.

Para la realización de las actividades descritas y la toma de datos se utilizarán los dispositivos señalados en la tabla 4-2 “Dispositivos para Mediciones”

Tabla 4-2 Dispositivos para Mediciones

Actividad	Dispositivo
Medición de tiempos por proceso.	Cronómetros
Medición de pesos de productos.	Balanzas
Medición de pesos de materia prima.	Balanzas
Medición de consumo de agua en el Galvanizado.	Hidrómetro/ Cronómetro
Otras mediciones.	Cronómetros/Calculadoras/planillas

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

4.2. Medición de Tiempo.

El tiempo de cada proceso debe ser medido para tener indicadores de eficiencia en la procesadora. Al tener las medidas, se pueden comparar con lo establecido para cada proceso, encontrando así oportunidades de mejora en las áreas en las que exista demora durante el proceso, lo que pueda causar cuellos de botella en la línea productiva y por consecuencia una disminución en la eficiencia de la producción.

4.2.1. Medición de Tiempo en el proceso de Slitteado.

Con la hipótesis que el tiempo de corte de una plancha es mayor al tiempo que toma cortar una bobina, es necesario medir el tiempo de cada uno de los procesos, para lo cual debe tomarse un parámetro en común de medición que para este caso en particular será la medida de tres planchas. Posteriormente se procede a comparar los tiempos para lograr tener un respaldo con datos reales. Primero se realiza la medición del corte con planchas, la medición se la realiza sobre dos etapas de corte (Preparación y Cortado):

Tabla 4-3 Tiempo de Slitteado de Planchas

Planchas	Preparación	Cortado
1	5,46	0,45
2	1,78	0,3
3	2,87	0,68
4	3,9	0,46
5	3,5	0,4
6	3,6	0,33
7	1,58	0,33
8	3,35	0,28
9	7,6	0,53
10	2,17	0,3
Promedio	3,58	0,406
Total	3,99 min/plancha	

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Se realizó la medición del tiempo con tres planchas que tienen 2,46m de longitud.

Al igual que el corte de planchas se realiza en diferentes etapas, el corte con bobinas se realiza de la siguiente manera:

Tabla 4-4 Tiempo de Slitteado de Bobinas

Bobina	Montaje de la bobina	Acoplado al Slitter	Medición de tiempo de corte	Total (min)
1	8,86	5,01	0,75	14,62

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Se realiza una comparación del tiempo que toma cortar la misma longitud de metal que tiene una bobina al cortar cierto número de planchas. Se toma en cuenta que las etapas de montaje y acoplado no se repiten durante el corte con

bobinas, mientras que el corte con planchas requiere que éstas se repitan durante cada corte.

Tabla 4-5 Comparación de Tiempos de Slitteado de Bobinas y Planchas

Material	Tiempo de Corte	Observación
Bobina	14,62 min	Corte con una bobina
Plancha	14,62min	Corte de 3,7 planchas

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Con los datos obtenidos se puede observar que el tiempo que toma en cortar 3,7 planchas, que representan 9,02 metros, es igual al tiempo que toma cortar la misma longitud de material en su presentación en bobinas. Se observa que mientras mayor sea la cantidad y longitud de material a cortar esta brecha se amplía, con esta información se concluye que:

- El proceso de slitteado (corte) es más rápido cuando la materia prima a procesar proviene de bobinas, ya que a diferencia de lo que ocurre con las planchas, el tiempo de montaje, acoplado y preparación se realiza una sola vez.
- Mientras mayor es la longitud del material a procesar mayor es la eficiencia durante el corte con bobinas y menor con el corte de planchas metálicas.

4.2.2. Medición de Tiempo en el Proceso de Troquelado

Para realizar la medición de los tiempos del proceso de troquelado fue necesario tomar los tiempos individuales de los subprocesos principales en ésta área productiva, se tomó también en cuenta varios factores de relevancia al momento de la toma de datos

1. El parámetro de medición se lo definió en cincuenta prensadas ya que es un número promedio de piezas que pueden llenar un balde, cantidad de material necesario para continuar con el siguiente proceso, el galvanizado.

2. El tipo de pieza a troquelar. Depende si se utiliza un fleje o un triángulo.
3. La maquinaria con la cual se va a realizar el proceso debido a la existencia de máquinas antiguas y máquinas nuevas.
4. La facilidad de manipular el fleje metálico a procesar.
5. La capacidad y experiencia de cada operario.
6. Factores externos de distracción, mala posición del fleje, descompostura de una máquina.

Cabe mencionar que en la procesadora se troquelan todas las piezas que conforman los productos principales y por esta razón al momento de realizar la medición se consideró importante que los datos obtenidos representen el troquelado de la mayoría de piezas, para de esta manera contar con datos representativos y confiables en cada uno de los subprocesos.

El tiempo varía mucho dependiendo de la pieza que se va a troquelar. En la siguiente tabla se muestran las variaciones que existen con respecto a cada pieza y a cada maquinaria.

Tabla 4-6 Tiempos de Troquelado

Actividades				
Medición	Parámetro de Medición	Montaje del Troquel (min)	Troquelado (min)	Tiempo Total (min)
1	50 prensadas	9,09	10,48	12,57
2	50 prensadas	13,55	8,17	16,72
3	50 prensadas	11,84	5,83	7,67
4	50 prensadas	13,59	3,77	7,36
5	50 prensadas	11,17	4,97	8,13
6	50 prensadas	14,45	1,09	5,54
7	50 prensadas	13,37	7,36	10,73
8	50 prensadas	12,15	1,78	3,93

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Esta tabla contiene datos que se tomaron de manera aleatoria, sin considerar el tipo de pieza. Como se puede observar, existe una gran variación en los

tiempos, por lo cual es necesario siempre tomar datos que correspondan a una misma pieza a troquelar, para de esta manera, encontrar oportunidades en ese proceso específico.

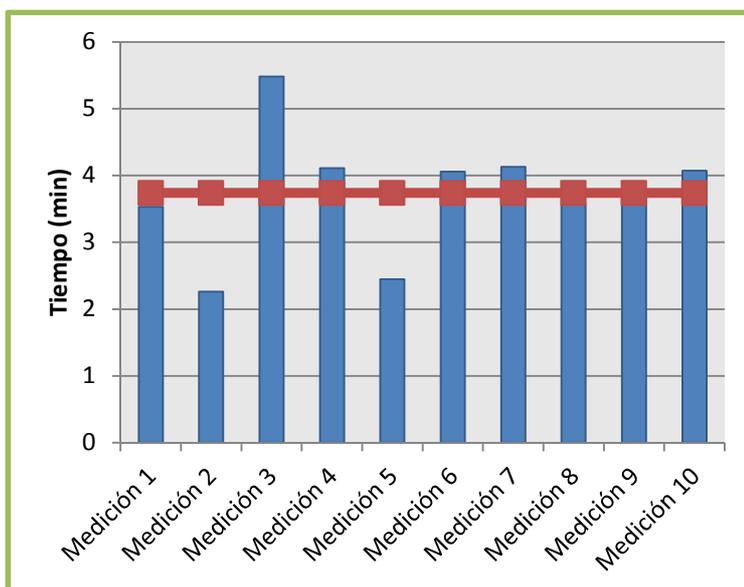
Para lograr encontrar una oportunidad, se lleva a cabo el concepto del 80-20, y se realiza la medición del troquelado de aquellas piezas que sean más importantes dentro de la línea productiva.

Cuerpo BPH: Tiempo promedio 3,74 minutos

Tabla 4-7 Troquelado Cuerpo BPH

CUERPO BPH	
Medición	Tiempo (min)
Medición 1	3,53
Medición 2	2,26
Medición 3	5,48
Medición 4	4,11
Medición 5	2,45
Medición 6	4,06
Medición 7	4,13
Medición 8	3,57
Medición 9	3,7
Medición 10	4,07

Ilustración 4-1 Tiempo Troquelado Cuerpo BPH



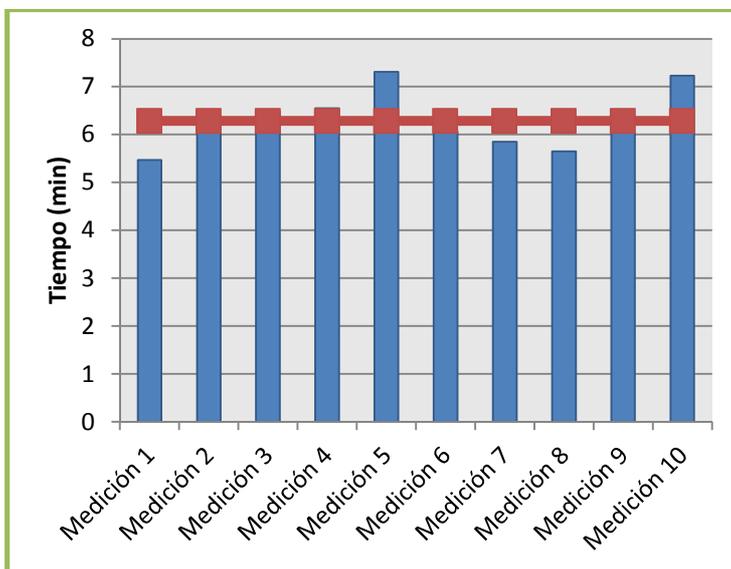
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Palanca BPH: Tiempo promedio 6,28 minutos

Tabla 4-8 Troquelado Palanca BPH

Ilustración 4-2 Tiempo Troquelado Palanca BPH

PALANCA BPH	
Medición	Tiempo (min)
1	5,47
2	6,21
3	6,48
4	6,55
5	7,31
6	6,06
7	5,85
8	5,65
9	6,04
10	7,23



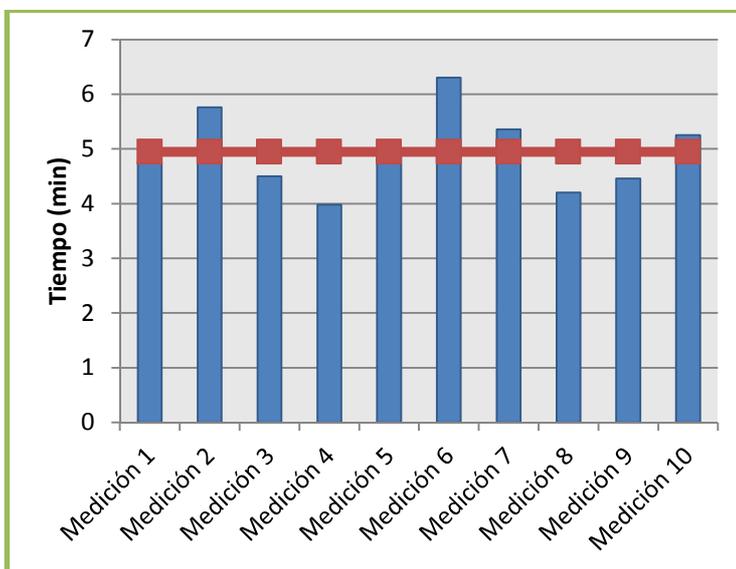
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Gatillo: Tiempo promedio 4,94 minutos

Tabla 4-9 Troquelado Gatillo

Ilustración 4-3 Tiempo Troquelado Gatillo

GATILLO	
Medición	Tiempo (min)
1	4,76
2	5,76
3	4,5
4	3,98
5	4,88
6	6,3
7	5,36
8	4,2
9	4,46
10	5,25



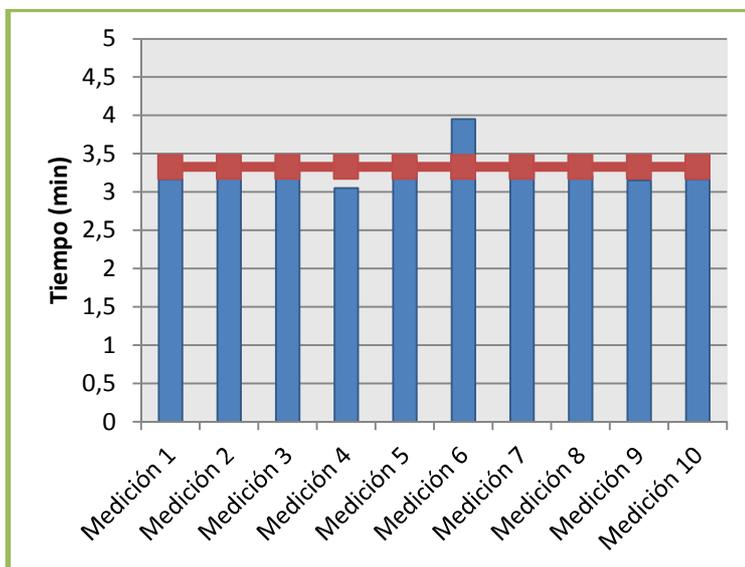
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Caja BCP: Tiempo promedio 3,32 minutos

Tabla 4-10 Troquelado Caja BCP

Ilustración 4-4 Tiempo Troquelado Caja BCP

CAJA BCP	
Medición	Tiempo (min)
1	3,17
2	3,47
3	3,33
4	3,05
5	3,41
6	3,95
7	3,36
8	3,21
9	3,15
10	3,17



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Como se puede apreciar en las tablas y gráficos, a pesar de que se realizaron las mediciones en un mismo tipo de piezas existe cierta variación en los tiempos resultantes. Esto se da por muchas razones como por ejemplo por la necesidad de tomar un nuevo lote de piezas a troquelar, por realizar el cambio de contenedores de piezas, por recoger piezas que se cayeron durante el proceso, entre otros. Sin embargo, estas variaciones no son lo suficientemente grandes como para generar una ineficiencia durante alguno de los procesos, haciendo que sea dificultosa la identificación de oportunidades en el tiempo de troquelado de las piezas.

La única oportunidad identificable es la de concentrar el troquelado de las piezas más importantes en la maquinaria más nueva, disminuyendo los tiempos que toma el troquelado y también utilizando una menor cantidad de energía al ser la maquinaria nueva más eficiente en la utilización de este insumo.

4.2.3. Medición de tiempo en el proceso de Galvanizado

Con la finalidad de evitar los cuellos de botella producidos por los desfases de tiempo que pueden ocurrir entre un proceso y otro, al momento de procesar un determinado lote de productos, el proceso de galvanizado es de vital importancia en el análisis de los tiempos de la línea productiva ya que tiene varios subprocesos consecutivos que dependen del inmediato anterior.

Para el proceso de galvanizado, a más de evitar cuellos de botella, las mediciones ayudarán a comprobar si el tiempo de inmersión es el correcto para las piezas a ser galvanizadas. Para comprobar esto se realizará mediciones de tiempo que serán comparadas con aquellas que han sido establecidas por la sección de galvanizado. En caso de existir alguna diferencia se llevará a cabo el análisis respectivo para obtener una mejora.

Para medir tiempos en el galvanizado se consideró importante que cada uno de los subproductos procesados se encuentre representados en la toma de datos, de manera principal los productos con una mayor demanda de producción por unidades en la empresa.

Tabla 4-11 Tiempo de Galvanizado

TIEMPO EN EL PROCESO DE GALVANIZADO			
ETAPA	PROCESO	Tiempo Indicado	PROMEDIO (minutos)
1	Desengrase por inmersión	25 minutos	30,61
2	Enjuague del desengrase (sacar y sacudir) (s)	20-30 s 0,33-0,5 min	0,33
3	Monta del tambor hasta arriba del baño hasta inmersión	S/R	1,27
4	Baño alcalino Cianurado de Zinc	60-90 min	79,59
5	Desmante del tambor (hasta la tina de enjuague)	S/R	3,14
6	Enjuague del baño de cianuro de zinc desde que cae la primera	S/R	26,74

	pieza a la tina, hasta que sale la última)		
6	Enjuague del baño de cianuro de zinc (desde que cae la primera pieza hasta sacar la primera tanda a neutralizar)	S/R	15,47
7	Neutralización (tiempo de inmersión)	5 -10 s 0,08-0,17 min	0,26
8	Cromatizado (tiempo de inmersión)	30 s 0,5 min	0,55
9	Enjuague (tiempo de inmersión)	30 s 0,5 min	0,34
10	Secado	3 min	2,48

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Para la obtención de estos tiempos se tomó 10 mediciones de cada una de las etapas del proceso de galvanizado. Algunas de las etapas no poseen un tiempo teórico, sin embargo, al ser parte del proceso, éstas son imprescindibles para la identificación de oportunidades.

Se realizó gráficos solamente para aquellas etapas que tienen un tiempo establecido en la procesadora, de esta manera se puede visualizar con más facilidad las diferencias existentes entre las mediciones tomadas y aquellas que son establecidas por la procesadora.

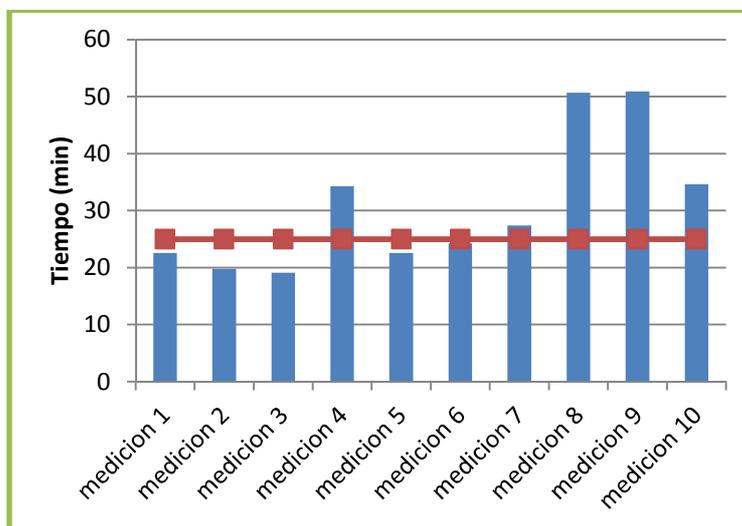
Toda diferencia será considerada como una oportunidad. Si existe un exceso, se debe realizar un control con los operarios para evitar una sobre acumulación de zinc. Mientras que, si los tiempos medidos se encuentran por debajo de los teóricos y la calidad de las piezas sigue en los estándares de la procesadora, se puede considerar realizar un cambio en el tiempo teórico establecido.

- **Desengrase:** Tiempo teórico 25 minutos.

Tabla 4-12 Tiempo Desengrase

Ilustración 4-5 Tiempo Desengrase

Medición	Tiempo (min)
Medición 1	22,55
Medición 2	19,78
Medición 3	19,08
Medición 4	34,28
Medición 5	22,58
Medición 6	24,25
Medición 7	27,37
Medición 8	50,67
Medición 9	50,92
Medición 10	34,6



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

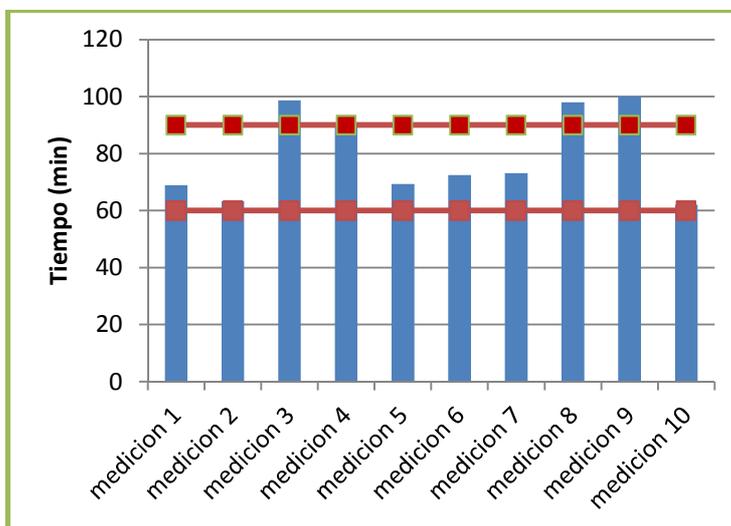
En el proceso de desengrase si el tiempo de inmersión sobrepasa aquel que es el teórico, no se tiene consecuencias perjudiciales a más de la demora que puede causar a otros procesos, incluidos aquellos subprocesos del galvanizado. Existen mediciones que se encuentran por debajo de los tiempos recomendados, sin embargo, no se ha dado una disminución de la calidad lo cual indica que es probable la disminución de los tiempos en este proceso sin afectar al resultado que se ha obtenido hasta el momento.

- **Zincado:** Tiempo teórico 60 a 90 minutos.

Tabla 4-13 Tiempo Zincado

Medición	Tiempo (min)
Medición 1	68,9
Medición 2	63,33
Medición 3	98,71
Medición 4	90
Medición 5	69,3
Medición 6	72,5
Medición 7	73,15
Medición 8	98
Medición 9	100
Medición 10	62

Ilustración 4-6 Tiempo Zincado



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

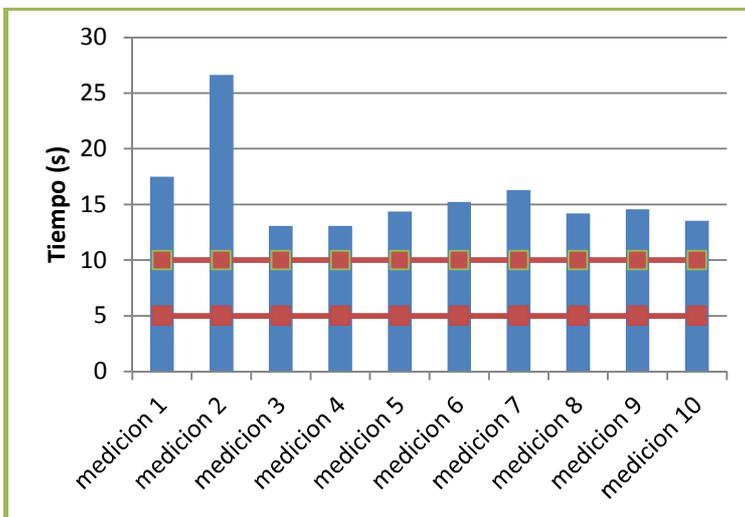
El proceso principal en esta área, (galvanizado electrolítico), se lo realiza dentro de los tiempos recomendados (60-90 minutos), al ser el promedio de los tiempos medidos 79,59 minutos. El zincado es una de las etapas más importantes del galvanizado, al ser un proceso que requiere mucha precisión. En las mediciones se observa que éstas se mantienen cercanas a los tiempos recomendados por la procesadora pero no de manera exacta y esto, debido al tipo de proceso, puede causar una sobreutilización de los insumos (zinc) durante el proceso, haciendo que se acumulen de manera excesiva en las piezas, ocasionalmente generando un reproceso (decapado y nuevo zincado) disminuyendo así la productividad.

- **Neutralizado:** Tiempo teórico 5 a 10 segundos.

Tabla 4-14 Tiempo Neutralizado

Ilustración 4-7 Tiempo Neutralizado

Medición	Tiempo (s)
Medición 1	17,49
Medición 2	26,64
Medición 3	13,07
Medición 4	13,06
Medición 5	14,35
Medición 6	15,23
Medición 7	16,29
Medición 8	14,2
Medición 9	14,55
Medición 10	13,53



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

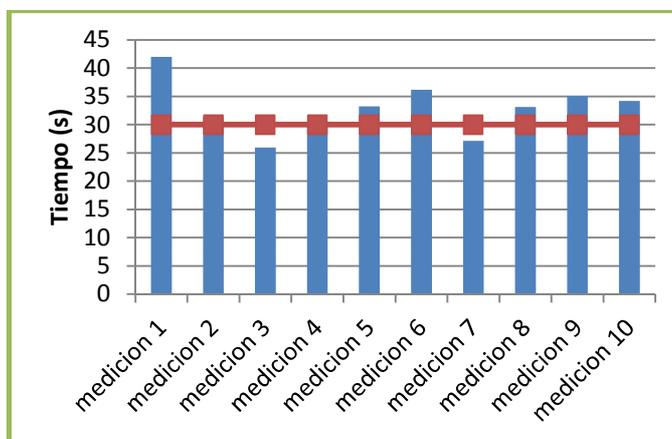
Las mediciones del neutralizado se encuentran por encima del tiempo indicado, pero al ser pocos segundos, no influyen en una gran proporción al proceso. Esto es difícil de cambiar, debido a que es los operarios no pueden tener gran exactitud al realizar procesos que se realizan en sólo segundos.

- **Cromatizado:** Tiempo teórico 30 segundos.

Tabla 4-15 Tiempo Cromatizado

Ilustración 4-8 Tiempo Cromatizado

Medición	Tiempo (s)
Medición 1	42
Medición 2	31,37
Medición 3	25,96
Medición 4	30,33
Medición 5	33,2
Medición 6	36,15
Medición 7	27,12
Medición 8	33,1
Medición 9	35,01
Medición 10	34,2



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

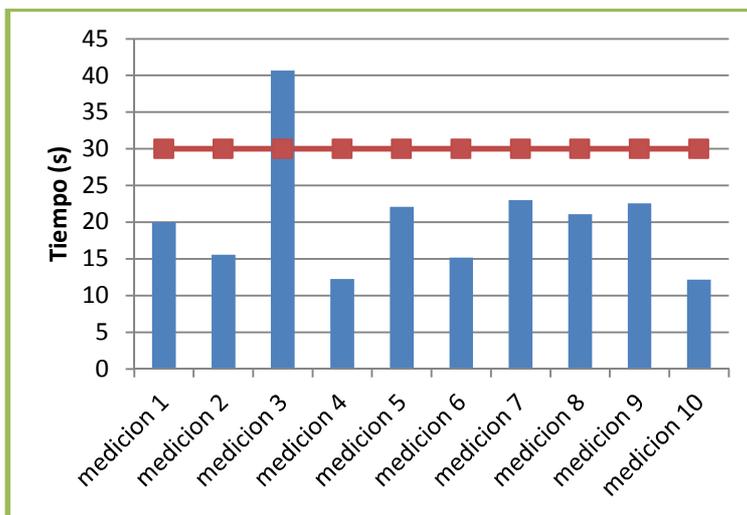
Este proceso también es realizado en segundos, y por esta razón también tiene algunas irregularidades que no afectan a la calidad del producto final.

- **Enjuague:** Tiempo teórico 30 segundos.

Tabla 4-16 Tiempo de Enjuague Final

Ilustración 4-9 Tiempo de Enjuague Final

Medición	Tiempo (s)
Medición 1	20,00
Medición 2	15,56
Medición 3	40,65
Medición 4	12,27
Medición 5	22,11
Medición 6	15,18
Medición 7	23,00
Medición 8	21,10
Medición 9	22,56
Medición 10	12,15



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

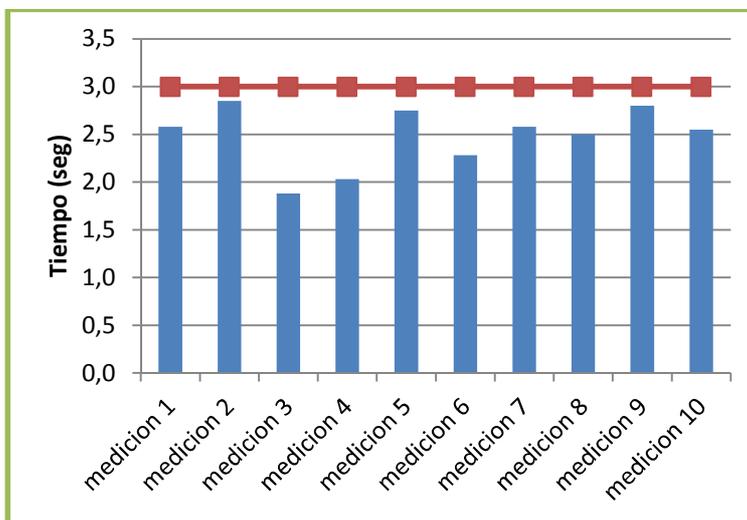
En este proceso claramente se observa que el tiempo teórico puede ser excesivo, ya que el operario lo puede realizar en un tiempo más bajo. Esto genera una oportunidad de mejora de tiempos. Ésta no representa inmediatamente una mejora grande al ser un proceso que se realiza en pequeñas cantidades de tiempo.

- **Secado:** Tiempo teórico 3 minutos.

Tabla 4-17 Tiempo Secado

Ilustración 4-10 Tiempo Secado

Medición	Tiempo (min)
Medición 1	2,58
Medición 2	2,85
Medición 3	1,88
Medición 4	2,03
Medición 5	2,75
Medición 6	2,28
Medición 7	2,58
Medición 8	2,50
Medición 9	2,80
Medición 10	2,55



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El tiempo de secado se mantiene en los 120 segundos, ya que la centrífuga de secado tiene un dispositivo de apagado automático. El tiempo extra es el requerido para la ubicación de las piezas en la máquina.

Existen observaciones importantes al momento de la recolección de datos que incidieron directamente en la variación de los tiempos en cada uno de los subprocesos en comparación a los tiempos teóricos proyectados por la empresa, a continuación se detallan las observaciones más importantes:

- Recipientes o contenedores pequeños en el área de galvanizado, lo que dificulta la manipulación de las piezas y el transporte de éstas durante todo el proceso.
- Los procesos de montaje y desmonte del tambor de zincado electrolítico no poseen un tiempo teórico recomendado, pero se pudo observar que se los realizaba de manera eficiente y en tiempos bastante aceptables.
- En el enjuague del baño electrolítico se tomó dos parámetros de medición. El primero que fue desde que cae la primera pieza del tambor electrolítico hasta que sale la primera tanda de piezas a las siguientes etapas y el segundo, que parte desde el mismo punto pero que culmina cuando sale la

última tanda de piezas desde la tina a las siguientes etapas, esto se dio ya que la diferencia entre el primer parámetro y el segundo fue bastante significativa, teniendo por consecuencia, que la última tanda de piezas se encuentra inmersa por un largo tiempo en el enjuague en relación a las piezas de la primera tanda.

- Los procesos de cromatizado, enjuague y secado tuvieron promedios de tiempos medidos que se encuentran dentro de los parámetros recomendados.

A través de los análisis se puede ver que no existen grandes diferencias con respecto a los tiempos teóricos, pero como se dijo anteriormente, el zincado electrolítico es un proceso que requiere de exactitud, para evitar la sobre acumulación de zinc en los productos y de esta manera evitar la realización de procesos extra como el decapado.

4.2.4. Medición de tiempos en el proceso de ensamblado.

El proceso de ensamblado de piezas se lo realiza inmediatamente terminado el proceso de galvanizado, se desarrolla en la planta alta de la empresa y es una de las etapas finales en la línea productiva. Su finalidad es el ensamble de todos los subproductos o piezas provenientes de procesos anteriores para convertirlos en los productos finales listos para su posterior empaque y distribución a sus clientes. El ensamble de piezas se lo realiza en base a tres productos principales y sus componentes, estos productos son:

- La Bisagra Puerta de Horno (BPH) en sus diferentes presentaciones que varían por el tipo de galvanizado y por la tensión del resorte que la compone, esto no incide en la línea de ensamble.
- La Bisagra Caliente Platos (BCP) que incluye también la Bisagra Caliente Platos VQZ ya que sigue la misma línea de ensamble.
- Los dos tipos de recibidores, el Estándar y el Alivianado.

Es de vital importancia conocer los tiempos en que se lleva a cabo el ensamble de los diferentes tipos de piezas, para poder identificar posibles oportunidades de mejora que pueden derivarse tanto de ineficiencia del personal como de la

maquinaria utilizada. En el momento de la medición se optó por realizar mediciones individuales para cada uno de los productos antes mencionados, los tiempos de ensamble de cada una de las piezas se detallan a continuación.

➤ **Ensamble de Bisagras Puerta de Horno (BPH).**

El ensamble de la bisagra puerta de horno es el que toma el mayor tiempo debido a que es la pieza con un mayor número de componentes lo que supone un mayor número de subprocesos para su ensamble, los datos obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 4-18 Tiempo Ensamble BPH

Proceso (segundos)							
ENSAMBLADO BISAGRA PUERTA DE HORNO	Medición	Roscado Cuerpo	Armado Gatillo/ Seguro	Remachado gatillo con seguro	Embocinado o gatillo y seguro	Ensamble gatillo con cuerpo	Total
	1	3,65	5,15	3,6	4,43	15,41	
	2	3,36	4,84	2,1	3,46	16,6	
	3	4,31	3,67	2,18	4,04	8	
	4	4,94	5,5	1,83	3,91	11,4	
	5	2,1	5,11	2,73	2,9	9,06	
	6	3,6	6,55	2,75	5,58	7,17	
	7	2,27	4,97	2,65	3,22	9,3	
	8	6	4,92	3,06	3,6	8,87	
	9	3,36	2,26	3,1	3,47	12,3	
	10	2,05	5,7	2,6	4,26	9,9	
	Media	3,564	4,867	2,66	3,887	10,801	
	Medición	Ensambl e Palanca	Remachar Palanca	Ensamble con resorte	Remachado Resorte	Verificar	Total
	1	2,28	4,59	9,02	3,3	8,02	59,45
	2	8,1	3,3	8,04	11,02	8,02	68,84
3	4,5	4,1	9,6	2,9	8,02	51,32	
4	20	4,05	8,25	3,26	8,02	71,16	
5	6,1	3,35	8,6	3,95	8,02	51,92	
6	8	3	6	2,75	8,02	53,42	
7	3,44	3,2	11,67	2,75	8,02	51,49	
8	5,6	3,7	9,2	3,06	8,02	56,03	

	9	3,4	4,5	10,68	3,1	8,02	54,19
	10	5,3	4,1	10,2	2,1	8,02	54,23
	Media	6,672	3,789	9,126	3,819	8,02	57,20

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

En la tabla se muestra el tiempo promedio en que se llevan a cabo los procesos de ensamble de BPH (57,02 segundos). Según se pudo observar en la toma de datos este proceso es el que requiere de una mayor cantidad de recursos tanto en lo que se refiere a maquinaria como espacios y personal, esto se debe a que es el producto con la mayor demanda comercial de la empresa, también se pudo observar que el proceso se lo lleva a cabo de una manera eficaz, pero al ser el proceso que conlleva una mayor cantidad de actividades probablemente sea el proceso en el cual se pueda identificar una mayor cantidad de oportunidades de mejora.

➤ **Ensamble de Bisagras Calienta Platos (BCP,VQZ)**

El ensamble de Bisagras calienta platos es realizado por un sólo operario el cual está encargado de realizar todas las actividades detalladas en la tabla, los datos obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 4-19 Tiempo Ensamble BCP/VQZ

Proceso (segundos)							
ENSAMBLADO BISAGRA CALIENTA	Medición	Martillado	Ensamblado	Remachado	Ensamblado	Verificar	Total
	1	0,71	5,91	4,7	8,16	8,02	27,5
	2	1,8	11,2	7,1	12,03	8,02	40,15
	3	2,9	5,9	1,46	11,12	8,02	29,4
	4	2,9	18,3	2,71	9,5	8,02	41,43
	5	1,6	5,89	2,6	10,3	8,02	28,41
	6	2,15	5,9	2,5	15,6	8,02	34,17

7	1,9	9,03	2,19	19,08	8,02	40,2 2
8	1,22	10,31	10,18	11,8	8,02	41,5 3
9	2,8	4,9	4,26	11,3	8,02	31,2 8
10	1,5	5,1	2,6	11,1	8,02	28,3 2
Media	1,948	8,244	4,03	11,999	8,02	34,2 4

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

➤ **Ensamble de Recibidores**

El ensamble de recibidores tanto estándar como alivianados supone la menor cantidad de subprocesos en comparación a las otras piezas, pero a la vez es una pieza de gran demanda comercial por unidades de modo que el análisis de los tiempos en que se realiza todo el proceso es de gran importancia para la eficiencia de la línea productiva. Los datos obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 4-20 Tiempo Ensamble Recibidor

Proceso (segundos)					
ENSAMBLADO DE RECIBIDORES	Medición	Roscado	Ensamble	Remache	Total
	1	6,35	8,82	5,33	20,5
	2	5,18	6,9	5,53	17,61
	3	5,92	8,5	5,3	19,72
	4	12,04	7,55	4,61	24,2
	5	7,58	13,14	4,95	25,67
	6	5,89	15,98	5,2	27,07
	7	9,07	24,45	8,65	42,17
	8	6,04	13,34	5,21	24,59
	9	7,1	7,27	5,91	20,28
	10	3,78	8,91	4	16,69

	Promedio	6,895	11,486	5,469	23,85
--	-----------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

4.2.1. Medición de Tiempos de Maquinaria Encendida

Durante el proceso existen ocasiones en las cuales la maquinaria se encuentra encendida pero sin producir. Esto ocurre debido a la demora de procesos anteriores, a esta demora en los procesos que mantiene encendida la maquinaria sin producir se le conoce como “cuello de botella”, para lograr su eliminación es necesaria la compra de maquinaria que ayude durante el proceso que está utilizando demasiado tiempo. Para esto se toma el tiempo de la maquinaria mientras produce y mientras no produce, y se comparan. Al eliminar los cuellos de botella se mejora tanto la productividad de la empresa como el consumo de energía para el funcionamiento de la maquinaria.

Con el reconocimiento realizado en la procesadora, se identificó cuellos de botella muy cortos, los cuales no requieren un estudio profundo porque no afectan a la eficiencia de producción de la procesadora.

4.3. Medición de Pesos

4.3.1. Medición de acumulación de zinc

Una oportunidad de mejora identificada en el proceso de galvanizado es evitar la acumulación excesiva de zinc en las piezas, esta acumulación de zinc puede ser debido a un desfase en la proporción de los químicos utilizados en las tinas de recubrimiento electrolítico, también en este problema interviene el tiempo de inmersión de las piezas en los tambores.

Conocer si existe un exceso en la deposición de zinc en las piezas, y de ser así poder identificar en cuál de las piezas que se galvanizan la deposición de zinc es mayor es de vital importancia, ya que un exceso lleva a la realización de un nuevo proceso (decapado) que disminuye la eficiencia y significa un costo adicional en el proceso productivo no sólo por los aditivos químicos que se utilizan en este proceso sino también por la pérdida de insumos como el zinc.

Para verificar las concentraciones de zinc por cada pieza se debe medir el peso de las piezas antes y después del proceso de galvanizado, la diferencia de los pesos será la cantidad de zinc depositada en cada pieza. En caso de existir un exceso de zinc se deberá analizar si es factible realizar cambios en el proceso de galvanizado, específicamente en el de recubrimiento electrolítico y así evitar la sobreutilización de los insumos químicos y también el retraso en el proceso productivo.

Las mediciones se realizarán en 5 lotes de tres unidades cada uno y por cada una de las piezas, previo al galvanizado y después de haberlo realizado, de esta manera se contará con datos suficientes para que los resultados finales puedan ofrecer una mayor confianza, los datos obtenidos se resumen en la tabla 4-21 “Acumulación de Zinc” a continuación, los datos completos se detallan en el Anexo 5: Acumulación de Zinc en Piezas Galvanizadas.

Tabla 4-21 Acumulación de Zinc

Pieza	Parámetro de medición	Peso promedio sin galvanizar (gr)	Peso promedio galvanizado (gr)	Acumulación de zinc (gr)
Cuerpo	5 lotes de 3 piezas	216,3	221,462	5,162
Palanca		110,27	110,628	0,358
Gatillo		68,836	68,866	0,03
Porta resorte		44,712	44,854	0,142
Seguro		9,784	9,786	0,002
Recibidor		100,21	101,016	0,806
Resorte BCP		9,092	10,294	1,202
Tapa		33,076	33,248	0,172
Caja		51,464	52,214	0,75
Flecha	5 lotes de 6 piezas	8,62	8,676	0,056

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

En el caso de la flecha al tener un peso unitario muy bajo se optó por realizar la medición en lotes con una mayor cantidad de piezas, 6 por cada lote, de esta manera se obtienen datos más confiables para poder realizar los cálculos.

Para la realización de los cálculos, es necesario expresar los datos de la tabla anterior cambiando el parámetro de medición a una pieza, los datos se presentan a continuación.

Tabla 4-22 Acumulación Unitaria de Zinc

Pieza	Peso promedio sin galvanizar (g)	Peso promedio galvanizado (g)	Acumulación de zinc (g)
Cuerpo	72,10	73,82	1,721
Palanca	36,76	36,88	0,1193
Gatillo	22,95	22,96	0,0100
Porta resorte	14,90	14,95	0,0473
Seguro	3,26	3,26	0,0007
Recibidor	33,40	33,67	0,2687
Resorte BCP	3,03	3,43	0,4007
Tapa	11,03	11,08	0,0573
Caja	17,15	17,40	0,2500
Flecha	2,87	2,89	0,0187

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Con la finalidad de tener cifras más representativas, se han realizado los cálculos adaptando la deposición de zinc por cada pieza a la cantidad de piezas anuales producidas. También se realiza el cálculo de cuánto zinc se acumula en el área de cada pieza, que es el objetivo de este análisis. El área de cada pieza fue entregada al equipo por el Ing. Darwin Gavilanes

Tabla 4-23 Acumulación Anual de Zinc

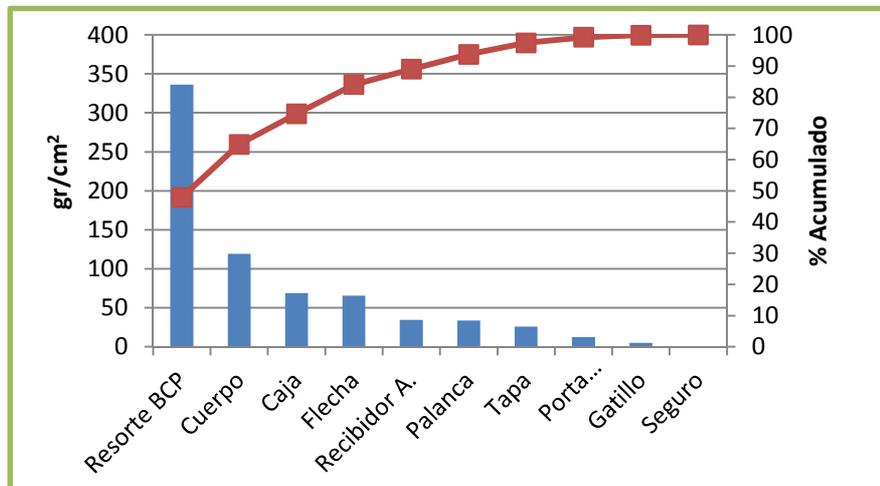
Pieza	Acumulación Anual de Zn (Kg)	Área Anual Galvanizada (m ²)	Acumulación de Zn por Área (g/m ²)	% Acumulado	%
Resorte BCP	116,19	345,46	336,32	47,90	47,90
Cuerpo	1156,53	9703,95	119,18	64,87	16,97
Caja	72,50	1049,15	69,10	74,71	9,84
Flecha	5,41	82,30	65,77	84,08	9,37
Recibidor	145,85	4233,30	34,45	88,98	4,91
Palanca	80,21	2390,00	33,56	93,76	4,78
Tapa	16,63	642,60	25,87	97,45	3,68
Porta resorte	31,81	2578,33	12,34	99,20	1,76
Gatillo	6,72	1385,95	4,85	99,89	0,69
Seguro	0,45	599,55	0,75	100,00	0,11

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Los datos en la presente tabla han sido ordenados de mayor a menor y en ellos se ve claramente que la deposición de zinc en gramos por metro cuadrado que existe en los resortes BCP es superior a la deposición existente en otras piezas, pero también existe una deposición importante en el cuerpo BPH y en la caja BCP, estas tres piezas representan el 80% de mayor importancia en cuanto a la deposición de zinc que tienen por área galvanizada. Se realizó un diagrama de Pareto el cual se muestra a continuación.

Ilustración 4-11 Pareto Acumulación de Zinc



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El gráfico indica que las piezas de mayor importancia y en las cuales se deben realizar los análisis pertinentes son: el resorte BCP, el cuerpo y la caja.

La razón de la acumulación se da por un alto tiempo de inmersión en el baño electrolítico de zinc. Para evitar esto es necesario disminuir el tiempo de inmersión de las piezas y así evitar la acumulación excesiva de zinc en las piezas y por lo tanto su sobreutilización, sin que se vea afectada la calidad del producto al realizar las pruebas en cámara salina.

4.3.2. Cantidad de chatarra por troquel

La producción de chatarra en el proceso de troquelado se identificó en etapas anteriores como uno de los focos principales en la producción de residuos en toda la línea productiva, consecuentemente su completo análisis es de vital importancia al momento de proponer oportunidades de mejora viables.

En la procesadora se troquelan todas las piezas o subproductos necesarios para la conformación de los principales productos como lo muestra la tabla 4-24 "Componentes Troquelados".

Cada una de las piezas troqueladas posee un molde o troquel con el cual mediante el prensado de las troqueladoras se obtiene los diferentes productos.

Tabla 4-24 Componentes Troquelados

Producto	Componentes	Unidades anuales
Bisagra puerta de horno (BPH)	Cuerpo	672.140
	Palanca	
	Gatillo	
	Seguro	
	Porta resorte	
Bisagra caliente platos (BCP) (VQZ)	Tapa	289.980
	Caja	
	Flecha	
Recibidor estándar	Recibidor estándar	156.490
Recibidor Alivianado	Recibidor Alivianado	542.870

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Al analizar estos factores se consideró necesario realizar mediciones, principalmente en los moldes de los componentes de los productos que se troquelan en mayor cantidad, como son los componentes de la bisagra puerta de horno (BPH). Para el estudio se consideraron las piezas de mayor tamaño que son componentes de la bisagra puerta de horno el cuerpo, palanca y gatillo. Estos son troquelados de flejes metálicos, el cuerpo y compartiendo un ángulo metálico la palanca y gatillo como se detalla en la Tabla 4-25 “Forma de Troquelado”.

Tabla 4-25 Forma de Troquelado

Presentación materia prima	Componentes BPH	Piezas troqueladas anuales	Área de la pieza (cm ²)	Área del troquel (cm ²)	Piezas/troquel
Fleje	Cuerpo	672.140	72,18	800	8
Triángulo	Palanca	672.140	17,78	N/A	8
	Gatillo	672.140	10,31	N/A	3

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Se realizaron distintas mediciones, el área de cada uno de los troqueles tomando como referencia 8 piezas en el caso del fleje metálico del cual proviene el cuerpo, 8 piezas de palanca y 3 de gatillo que comparten cada triángulo metálico, también se procedió a tomar los pesos tanto de la materia prima como de la chatarra producida después del proceso, tomando como referencia el parámetro antes mencionado. Los datos se presentan a continuación.

Tabla 4-26 Pesos Materia Prima y Chatarra

Componentes BPH	Área de la pieza (cm ²)	Peso materia prima (g)	Peso de la chatarra (g)
Cuerpo	72,18	798	206
Palanca	17,78	1007,2	645
Gatillo	10,31		

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

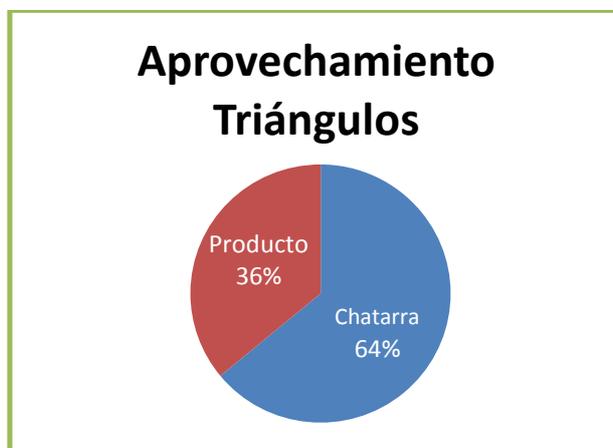
Con los datos presentados en la tabla 4-26 “Pesos Materia Prima y Chatarra” se realiza cálculos de la cantidad de chatarra que se produce con el troquelado de las piezas más importantes.

Tabla 4-27 Comparación de Materia Prima y Chatarra

Componentes BPH	Kg chatarra /kg materia prima	Kg producto / kg de materia prima
Cuerpo	0,26	0,74
Palanca	0,64	0,36
Gatillo		

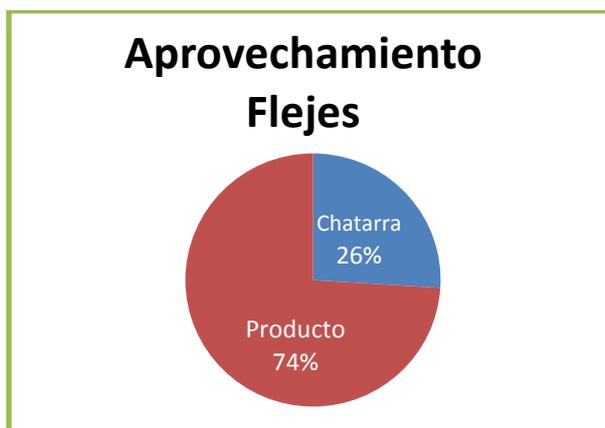
Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 4-12 Aprovechamiento Triángulos



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 4-13 Aprovechamiento Flejes



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Con el análisis de todos los datos presentados se puede concluir lo siguiente:

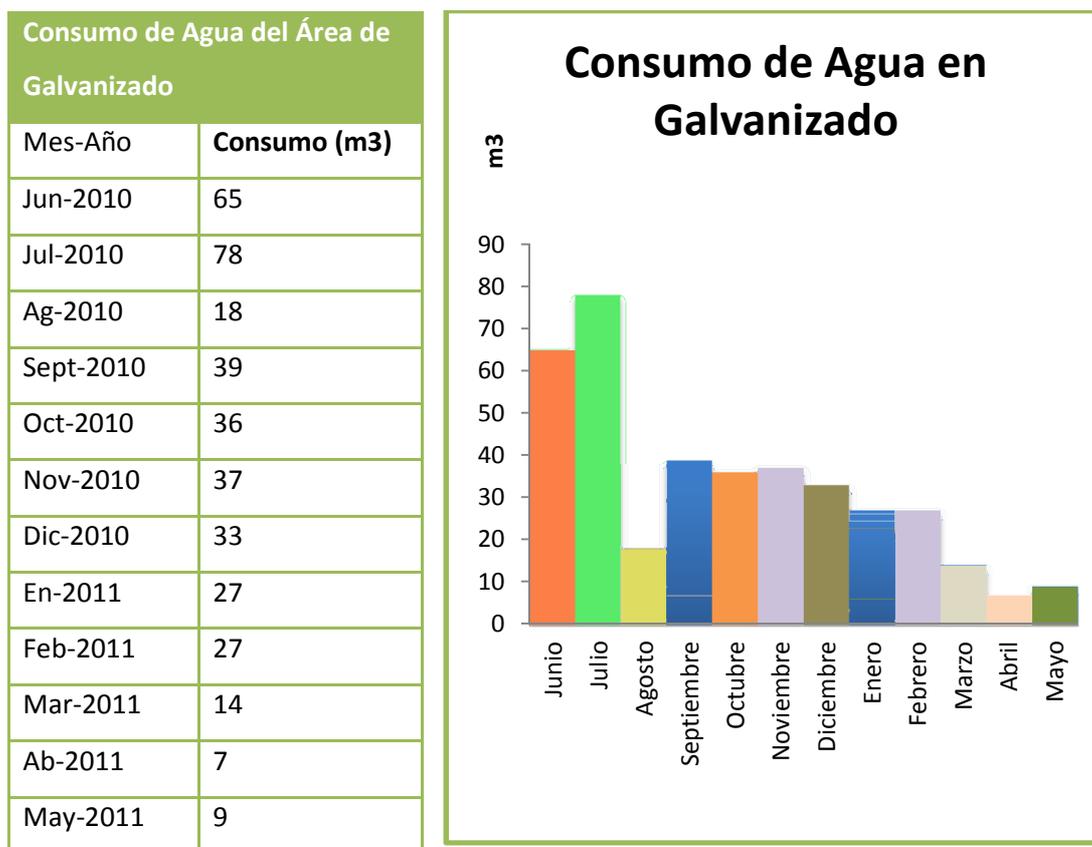
- La presentación de la materia prima a troquelar varía dependiendo de la pieza que se va a producir, por ejemplo en la producción de cuerpos BPH se utilizan flejes metálicos ligeros, y en la producción de gatillos y palancas se utilizan triángulos metálicos de mayor peso, razón por la cual su producción de chatarra en peso será mayor.
- En la producción de gatillos y palanca, por cada kg de materia prima se producen 640 gramos de chatarra, significando que éste es un factor importante a analizar ya que con este indicador claramente se puede ver que el proceso o la elección de materia prima es un problema en la producción de residuos metálicos.
- Al troquelar 8 cuerpos en la presentación de flejes metálicos se produce un 74% de aprovechamiento del material ya que sólo el 26% del material analizado se convierte en chatarra, se podría definir a este proceso en esta pieza en específico como considerablemente satisfactorio.

4.4. Otras Mediciones

4.4.1. Medición de Cantidad de Agua Utilizada en Galvanizado

La mayor parte de agua que se utiliza en la procesadora es en el proceso de galvanizado de piezas metálicas. La cantidad que se utiliza se indica a continuación:

Tabla 4-28 Consumo de Agua en Galvanizado Ilustración 4-14 Consumo de Agua en Galvanizado



Fuente: VYM S.A.

Elaborado: Autores

En la procesadora, en el área de galvanizado, se tiene diferencia en el consumo de agua debido a que este depende de los pedidos que se realicen. Esto quiere decir que a mayor cantidad de pedidos mayor será el consumo de agua para realizar el proceso de galvanizado. Como se puede observar en la tabla se tuvo mayor consumo durante los meses de junio y julio del año 2010. En la procesadora se han tomado medidas para tener un consumo más eficiente del recurso, disminuyendo su sobreutilización. Ejemplos de éstas medidas es un mejor control sobre los operarios en el procedimiento, la creación de tablas de control que deben ser completadas al final de cada turno con la cantidad de agua consumida, evitar acarrear demasiada agua durante el traslado de las piezas de una etapa a otra, mejorando con eso el consumo.

Tabla 4-29 Consumo de Agua/Material Galvanizado

CONSUMO DE AGUA POR KG DE MATERIAL GALVANIZADO					
	Piezas galvanizadas			Consumo de agua	
Consumo Anual de Agua [m3] en el Área Galvanizado	[Kg] anual	[Ton] anual	Unidades Producidas	m3 de agua/ ton Piezas galvanizado	Litro agua/kg de piezas galvanizadas
390	134737,74	134,74	5219980	2,89	2,89

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Capítulo V: Identificación y Selección de Oportunidades

Una vez realizadas las etapas de diagnóstico de los procesos y mediciones de las operaciones críticas identificadas, se procede a la siguiente etapa, que es la de describir y seleccionar oportunidades de mejora.

5.1. Análisis y Evaluación de Oportunidades Identificadas

Una de las etapas de mayor complejidad en el desarrollo del estudio de Producción Más Limpia, es la de comparar todas las opciones u oportunidades de mejora previamente identificadas durante el diagnóstico, de modo que se las pueda categorizar de acuerdo a su prioridad y factibilidad.

Para poder realizar esta categorización se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Factor ecológico
- Factor económico
- Factibilidad técnica
- Costo de implementación

En lo que se refiere a las escalas y la priorización de cada uno de los factores en sus determinados niveles, por lo general se lo realiza de forma individual de acuerdo al criterio del equipo consultor y a la realidad de la empresa.²⁶

La selección de opciones de mejora de eco-eficiencia en determinados procesos se basa en los siguientes principios básicos.

- Perseguir el uso eficiente de la energía
- Aumentar el control sobre las condiciones del proceso.
- Reutilización y recuperación de insumos
- Aumento de la productividad.

²⁶ CNP+L Centro Nacional de Producción Más Limpia, Colombia Medellín

Con el diagnóstico realizado se obtuvo datos que revelaron algunas oportunidades de mejora. Estas oportunidades se detallan a continuación para su posterior análisis y selección. Aquellas oportunidades que no sean escogidas para implementación, serán consideradas como recomendaciones de mejora que se pueden realizar en otros estudios.

A continuación se presenta el formato en el cual se describen las oportunidades encontradas:

Tabla 5-1 Formato de Oportunidades

Oportunidad	Beneficio esperado	Inversión requerida	Tiempo de recuperación	Obstáculos	Plazo estimado
NOMBRE DE LA OPORTUNIDAD	BENEFICIO QUE SE ESPERA CON LA OPORTUNIDAD	SI LA INVERSIÓN VA A SER ALTA MEDIA O BAJA.	TIEMPO EN EL CUAL SE PUEDE RECUPERAR LA INVERSIÓN	OBSTÁCULOS QUE SE PUEDAN ENCONTRAR PARA IMPLEMENTAR	TIEMPO EN EL CUAL SE PUEDE LLEVAR A CABO LA OPORTUNIDAD

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

5.1.1. Oportunidad 1: Mejora de Eficiencia en el Corte.

Esta oportunidad fue identificada durante la etapa de medición de tiempo del corte. Se compararon los resultados de corte de bobinas y planchas metálicas y se verificó que el corte con planchas es menos eficiente que el corte con bobinas.

Tabla 5-2 Oportunidad 1

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Corte de Materia prima (Metal)	1. Mejoramiento de la eficacia en el proceso de corte debido a mayor utilización de bobinas y menor de planchas	Al realizar el corte con las bobinas, se requiere colocarlas sólo una vez en el Slitter, mientras que el corte de planchas requiere la colocación de cada una de ellas en el Slitter, causando retraso en el proceso de corte.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: El principal obstáculo en esta oportunidad es el desconocimiento de la necesidad de producción a largo plazo, ya que ésta se determina de acuerdo a las necesidades inmediatas de producción que dependen de los pedidos que se realicen, por esta razón la utilización de planchas puede ser necesaria en un determinado momento dependiendo de las necesidades de la empresa.

Tabla 5-3 Análisis Oportunidad 1

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Mayor productividad al disminuir el tiempo que requiere el corte.	Baja	Mediano	Corto

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Observaciones: En esta oportunidad se realiza la recomendación de hacer el corte con máximo 4 planchas, caso contrario es preferible que se lo realice con bobinas como se puede observar en la tabla 4-3 “Comparación de Tiempos de Slitteado de Bobinas y Planchas” en la etapa de mediciones.

5.1.2. Oportunidad 2: Sustituir insumos químicos por menos peligrosos en el área de galvanizado.

A través de estudios sobre galvanizado destaca el hecho que existen métodos para realizar el proceso de galvanizado con elementos menos peligrosos que causan menor impacto ambiental.

Tabla 5-4 Oportunidad 2

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Galvanizado	2. Sustitución de químicos por menos peligrosos en el proceso de galvanizado, sin alterar resultados.	Aunque requiere un estudio más profundo, existen nuevas técnicas de galvanizado que han dejado de utilizar químicos como los cianuros, que son muy contaminantes.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: En el análisis de esta oportunidad se pudo identificar varios obstáculos, entre ellos el económico y técnico, pero sin duda se destaca el rediseño completo del proceso y área de galvanizado, lo cual supondría un gran esfuerzo económico y tecnológico por parte de la empresa, y un estudio complementario que abarque completamente el proyecto.

Tabla 5-5 Análisis Oportunidad 2

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Disminución del impacto ambiental y del gasto por tratamiento de agua	Alta	Alto	Largo

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Observaciones: Investigar sobre las nuevas tecnologías de galvanizado y los elementos que se utilicen para disminuir el impacto ambiental.

5.1.3. Oportunidad 3: Disminución del Consumo de Agua en el proceso de enjuague.

Al observar el proceso de galvanizado se manifestó la idea de reutilizar el agua del segundo enjuague para disminuir el consumo de esta cantidad de agua y al mismo tiempo evitar el costo de tratamiento.

Tabla 5-6 Oportunidad 3

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Galvanizado	3. Disminución del consumo de agua en proceso de enjuague.	El segundo enjuague es utilizado como un complemento para el primero, sin embargo, se puede notar que éste no es muy necesario y el agua del mismo se contamina debido a que el agua restante del enjuague anterior no es escurrida lo suficiente. Debido a eso se ha pensado en recircular el agua de éste enjuague para disminuir el consumo de la misma y su contaminación.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: El obstáculo que se encuentra en esta oportunidad es lograr estimar el tiempo de duración del agua de la segunda tina en la primera debido a la variabilidad de la producción de piezas. También se puede notar que existirían dificultades porque al final simplemente se retrasaría el tiempo en el que agua nueva es utilizada, eliminando los beneficios esperados.

Tabla 5-7 Análisis Oportunidad 3

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo de Plazo Estimado
Beneficio económico debido a la disminución del agua a tratar y también disminuye el impacto ambiental ya que se reduce la cantidad en m ³ que se produce de aguas residuales.	Baja	Corto	Corto

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Observaciones: En esta oportunidad puede generar una disminución en la adherencia del zinc a las piezas, por lo cual es necesario tener cuidado con esta oportunidad.

5.1.4. Oportunidad 4: Utilizar la grúa en todo el proceso de galvanizado.

Durante el diagnóstico del área de galvanizado se pudo observar que es posible el movimiento de la grúa en toda el área de galvanizado, lo cual incrementaría la eficiencia del proceso considerando que actualmente se utiliza solamente para trasladar los tambores para el baño electrolítico.

Tabla 5-8 Oportunidad 4

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Galvanizado	4. Aumentar la eficiencia en el proceso de transporte, al utilizar el puente grúa.	Al tener una grúa para realizar una etapa del proceso, se puede realizar una adaptación para utilizarla durante todo el proceso, facilitando así el traslado de piezas a cada una de las tinas mejorando con esto los tiempos del proceso de galvanizado.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: Igual que en otras oportunidades dentro del área de galvanizado, el obstáculo es el rediseño del área lo que lleva a un cese temporal de las actividades.

Tabla 5-9 Análisis Oportunidad 4

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Mayor eficiencia al disminuir el tiempo total del proceso de galvanizado.	Mediana	Mediano	Mediano

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Observaciones: Con esta oportunidad se incrementaría tanto la eficacia en el proceso como la cantidad de piezas que se produzcan. También se mejora la seguridad de los operarios al ayudar la grúa a cargar el peso de las piezas.

5.1.5. Oportunidad 5: Mejorar el factor de Corrección Eléctrico:

Como se mencionó en capítulos anteriores el factor de corrección y de potencia representan la eficiencia de la utilización de la energía eléctrica. Si se logra una mejora en estos, se puede generar un ahorro importante.

Tabla 5-10 Oportunidad 5

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Consumo Eléctrico	5. Mejorar el factor de corrección	La reducción de este factor se la realiza con la instalación de un conjunto de capacitores que ayuden en la generación de energía eléctrica cuando se debe iniciar la maquinaria. Al ser el inicio de la maquinaria una etapa en la cual la energía no está generando ningún trabajo, se debe controlarla a través de estos capacitores, incrementando el factor de corrección y disminuyendo el gasto por consumo de energía eléctrica.

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: El principal obstáculo es el de la necesidad de contratar a expertos del área para lograr esta mejora.

Tabla 5-11 Análisis Oportunidad 5

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Beneficio económico y ambiental gracias al consumo eficiente de energía eléctrica.	Mediana	Largo	Mediano

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

5.1.6. Oportunidad 6: Disminución de Uso de Zinc en Galvanizado

Oportunidad identificada al realizar la medición de acumulación de zinc en las piezas a través de la diferencia de pesos de las mismas, esto sugiere que los tiempos en el proceso de recubrimiento electrolítico de zinc están siendo ligeramente excesivos, por tanto esta oportunidad se enfoca en optimizar los tiempos de inmersión de las piezas.

Tabla 5-12 Oportunidad 6

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Insumos Químicos (Galvanizado)	6. Disminución de consumo de zinc y tiempo de proceso de galvanizado.	Es necesario que estos tiempos sean más precisos durante el procedimiento, para evitar la acumulación excesiva de zinc en las piezas.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: Falta de control a los operarios para que el tiempo de inmersión sea más exacto, es decir, evitar que los operarios sobrepasen el tiempo teórico del baño alcalino de zinc.

Tabla 5-13 Análisis Oportunidad 6

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Beneficio económico con la reducción en la compra de zinc, y beneficio ambiental debido a la disminución en kg de zinc utilizado y a la reducción en m ³ del agua que interviene en el proceso así como el agua residual a tratar.	Baja	Mediano	Mediano

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Observaciones: Con esta oportunidad se puede obtener una disminución en la cantidad de zinc utilizada, pero se debe tener cuidado debido a que una excesiva disminución de los tiempos conlleva a la disminución de la calidad de las piezas.

5.1.7. Oportunidad 7: Rediseño de Troqueles

Al realizar la medición de la cantidad de chatarra generada, se pudo observar que con ciertos troqueles no se utilizaba eficientemente el metal generando altos porcentajes de chatarra.

Tabla 5-14 Oportunidad 7

Proceso/ Material	OPORTUNIDA D	DETALLES
Generación de Chatarra en el troquelado.	7. Optimización del consumo de materia prima en el proceso de troquelado.	A pesar de su gran importancia, este rediseño toma una gran cantidad de tiempo, dado que el rediseño de un troquel (por ejemplo aquel que genere mayor desperdicio) puede llevar al rediseño de todos, ya que estos están diseñados con el fin de complementarse el uno al otro, es decir, todas las piezas son troqueladas en igualdad, y al cambiar el diseño de uno puede disminuir o incrementar excesivamente la cantidad de piezas que se obtengan, causando un desperdicio de materiales.

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: Rediseñar los troqueles produciría un exceso de stock de las piezas obtenidas de cada troquelada previo al galvanizado y generando un desfase importante frente a la producción de los otros componentes del producto final. Dado que se requeriría almacenar el exceso de piezas

troqueladas, éstas podrían sufrir alteraciones y degradar sus condiciones óptimas.

Por otra parte, el rediseño de los troqueles requiere de un alto conocimiento y experiencia en el área de producción de la industria, lo cual conllevaría a la contratación de un consultor externo especializado en el área.

Tabla 5-15 Análisis Oportunidad 7

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Beneficio económico, al utilizar de forma más eficiente la materia prima y evitar su desperdicio, un considerable beneficio ambiental al disminuir la generación de toneladas de chatarra en el proceso del troquelado.	Alta	Mediano	Largo

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Observaciones: Esta oportunidad genera un alto beneficio económico, por lo cual debe ser tomada muy en cuenta para futuros estudios, en caso de no ser seleccionada.

5.1.8. Oportunidad 8: Creación de Áreas de Verificación en Ensamblado

En la etapa de medición de tiempos se observó que la mayoría de los trabajadores que se encuentran en el proceso de ensamblado tienen que verificar el buen estado de las piezas antes de realizar su etapa de ensamblado utilizando un cierto tiempo en cada pieza que ensamblen, lo cual genera una disminución de la eficiencia en los tiempos del proceso completo.

Tabla 5-16 Oportunidad 8

Proceso/ Material	OPORTUNIDAD	DETALLES
Ensamble	8. Incremento de la eficiencia en el proceso de ensamblaje.	En el área de ensamblaje, durante cada etapa los trabajadores deben verificar que las piezas no tengan imperfecciones, esto toma un corto tiempo, pero al realizarlo con cada pieza a ensamblar, se desperdicia tiempo que se multiplica por cada uno de los trabajadores que están realizando el ensamblado. Esto se puede mejorar al crear un área de verificación para que los ensambladores se concentren solamente en el proceso de ensamblado y no al realizar verificaciones de piezas.

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Obstáculos: Para esta oportunidad es necesario un rediseño del *lay-out* del área del ensamblado. También se puede requerir la contratación de más personal o un intercambio del mismo.

Tabla 5-17 Análisis Oportunidad 8

Beneficio Esperado	Inversión Requerida	Tiempo de Recuperación	Plazo Estimado
Se incrementa la producción de piezas al evitar que los ensambladores tengan que realizar procesos distintos al de ensamblar.	Baja	Alto	Mediano

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Observaciones: El beneficio es difícil de analizar debido a que el incremento de producción de piezas en el tiempo que se logre ahorrar va a ser muy pequeño en comparación con la cantidad que se realiza normalmente.

5.2. Selección de Oportunidades

Una vez realizado el diagnóstico y la identificación de oportunidades de Producción Más Limpia en la procesadora, se lleva a cabo la etapa de selección de oportunidades.

En esta etapa se realiza la presentación de las oportunidades identificadas en etapas anteriores, con el fin de que la empresa las analice y escoja aquellas que les sea más convenientes, dependiendo de la cantidad de cambios que se vaya a realizar, la inversión que sea necesaria, el tiempo que pueda tomar realizar los cambios, entre otros. Estas oportunidades son las que van a ser seleccionadas para la implementación y mejora de los procesos de la empresa.

En la procesadora VYM S.A. la selección de oportunidades de Producción Más Limpia se realizó en una reunión con la Ing. Teresa Morales, en la cual se hizo una presentación de las oportunidades identificadas, su beneficio, el tiempo estimado para llevarlas a cabo, la cantidad estimada de la inversión que se

necesite para la implementación de las mismas (estimador cualitativo), entre otros.

Con la presentación de las oportunidades, se realizó la selección de aquellas que puedan generar los mejores resultados tanto en niveles económicos como ambientales, esta selección se basó en los resultados obtenidos con la matriz de decisión que se encuentra en el Anexo 6: Matriz de Decisión.

Un aspecto importante a mencionar es que en la procesadora se había encontrado ineficiencias semejantes a aquellas encontradas por el equipo de trabajo, esto demostró que el diagnóstico realizado generó resultados que se encuentran dentro de las necesidades que fueron identificadas por los miembros del área de producción.

Las oportunidades que seleccionadas fueron nombradas de acuerdo a su naturaleza y son las siguientes:

5.2.1. Mejora de Tiempos de Inmersión en el baño de zinc.

Esta oportunidad fue identificada a través de la medición de acumulación de zinc en las partes que conforman cada una de las piezas que son vendidas por la procesadora. A través de este análisis se llegó a la conclusión de que el Cuerpo BPH, la tapa y resorte BCP son aquellos que tenían una mayor acumulación de zinc en su superficie, y por esto es necesario realizar una mejora en los tiempos de inmersión en las tinas de galvanizado electrolítico. Esto trae un beneficio económico ya que se disminuirá en cierto porcentaje la cantidad de zinc que se utilice en la procesadora y por lo tanto se disminuirá la cantidad que se compra. Del mismo se obtendrá un considerable beneficio ambiental ya que se reduce la cantidad en kg del zinc utilizado en el proceso y de los insumos químicos utilizados en el mismo, también se reduce la cantidad de agua en m³ que se utiliza en la realización del proceso al aumentar la eficiencia del mismo.

5.2.2. Reciclaje y Optimización de Agua en los Enjuagues del Galvanizado:

Esta oportunidad fue previamente conocida como “Reutilización de Agua en Doble Enjuague”, pero también se pudo ver que se lograría mejorar la utilización del agua con ciertas prácticas. Primeramente para disminuir la contaminación generada en el agua, se debe controlar los tiempos de escurrido durante la limpieza de las piezas, puesto que si en una etapa del proceso de limpieza no se da un buen escurrido del agua, las piezas llevarán la suciedad a la siguiente etapa, generando contaminación y posiblemente disminuyendo la capacidad de las piezas para adherir el zinc debido a la mala limpieza. Como segunda parte, se realizará una reutilización del agua en la etapa del doble enjuague como se describió en la oportunidad inicialmente, para potencializar el uso de agua en este proceso. Esta oportunidad no requiere una inversión pero de igual manera no genera un gran beneficio económico, sin embargo la rapidez con la que se puede realizar la hace ideal para la procesadora.

Una vez finalizada esta etapa, se lleva a cabo el análisis de las propuestas seleccionadas para su posterior implementación.

Capítulo VI: Implementación de Oportunidades

Las oportunidades seleccionadas serán tratadas como proyectos que se van a realizar en la empresa, cada uno tendrá etapas que se deben llevar a cabo para su implementación y para que se puedan proyectar los resultados que se generen posteriormente.

6.1. Proyecto de Optimización de Uso de Zinc en Galvanizado.

Con la realización de este proyecto se pretende disminuir la cantidad de zinc utilizada en el proceso de galvanizado y por lo tanto reducir la cantidad que se adquiere, esto se logrará con un menor tiempo de inmersión, específicamente de las siguientes piezas: Cuerpo BPH, Caja y Resorte BCP. Es de vital importancia el hacer esto de manera individual para cada pieza debido a que la cantidad de zinc que se acumula en cada tipo de pieza es distinta, debido a su tamaño principalmente.

6.1.1. Situación actual.

En la procesadora se realiza el baño electrolítico a diferentes tiempos, dependiendo de la pieza con la cual se va a trabajar, estos tiempos son lo suficientemente buenos para mantener los estándares de calidad requeridos por los clientes, sin embargo, estos no son adecuados para que este proceso sea eficiente en cantidad de insumos que se utilizan. Los tiempos actuales para cada pieza son:

Tabla 6-1 Tiempos de Galvanizado

PIEZA	TIEMPO
Cuerpo BPH	60 minutos
Caja BCP	90 minutos
Resorte BCP	90 minutos

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

6.1.2. Situación Esperada

Con la implementación de este proyecto se espera lograr disminuir la cantidad de zinc que se acumula en cada pieza debido a un exceso de tiempo de inmersión en los tambores de galvanizado.

6.1.3. Caracterización de Desperdicios

En el caso particular el desperdicio principal es el excedente de zinc, que se deriva de un tiempo probablemente excesivo en el proceso de inmersión electrolítica para cada una de las piezas, el objetivo es reducir la compra de zinc en su presentación de placas llamadas ánodos de zinc.

Con la reducción de los tiempos de inmersión, se logrará además la disminución de otros insumos que se los puede catalogar como secundarios dentro de este proyecto. En la siguiente tabla se detallan los desperdicios que se pretende reducir.

Tabla 6-2 Desperdicios de Galvanizado

Desperdicios		
Principal	Secundarios	
Placas de zinc	Otros insumos químicos	cianuro de sodio
		óxido de zinc
		Purificador
		Brillo de zinc

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

6.1.4. Prueba para el Proyecto

Para obtener la reducción del excedente de zinc en las piezas manteniendo el mismo estándar de calidad que los clientes requieren, es necesario realizar un proceso de experimentación mediante el cual se pueda obtener un mayor conocimiento sobre la naturaleza del proceso, identificar los factores o causas que generan el problema y las posibles soluciones a implementar.

Diseño de experimentos

• Introducción

El diseño de experimentos es una herramienta científica de gran utilidad para conocer profundamente un sistema o proceso, se ha escogido esta metodología para generar conocimiento del proceso a atacar en el proyecto, el galvanizado electrolítico.

Un experimento se puede definir como un cambio en la naturaleza de operación de un determinado proceso, en el cual se manipulan con criterio técnico los factores controlables que intervienen y afectan el sistema, con la finalidad de medir el efecto de estas alteraciones en la variable respuesta, que constituye el objetivo principal del experimento, y mediante la cual se puede cuantificar los resultados de cada una de las pruebas.

• Etapas del experimento

Tabla 6-3 Etapas del Diseño Experimental

DISEÑO DE EXPERIMENTOS	Etapas		Actividades	
	Planificación	Entender y delimitar el problema u objeto de estudio		
		Formulación de hipótesis		
		Elegir la variable de respuesta a medir en cada punto del diseño		
		Determinar los factores a analizar y manipular en el sistema, de acuerdo a su influencia		
		Seleccionar los niveles del factor de estudio así como el modelo adecuado a implementar		
		Planear y organizar el trabajo experimental		
	Realización	Ejecución del experimento		
		Análisis estadístico de los datos obtenidos		
	Conclusiones	Interpretación de resultados		
Control y conclusiones finales				

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

- **Entender y delimitar el problema u objeto de estudio**

Diagnóstico

La acumulación excesiva de zinc en el proceso de galvanizado electrolítico, como se pudo identificar en capítulos anteriores, supone un problema significativo de eficiencia y optimización de recursos en la procesadora, por este motivo surge la necesidad de determinar los factores que influyen directamente en esta deficiencia para poder rediseñar el proceso en pos de obtener los mejores resultados.

Se optó por realizar el presente experimento ya que las mediciones realizadas en el punto 4.3.1 “Medición de Acumulación de Zinc” cuyo estudio tuvo la finalidad de determinar si existía en las piezas una excesiva deposición de zinc, tomando en cuenta como parámetro el área en el cual es depositado proporcionan evidencia de que en efecto este problema existe, específicamente en las piezas resorte BCP, cuerpo BPH, caja BCP como se puede ver en la Ilustración 4-11 “Pareto Acumulación de Zinc”.

Estas piezas serán el material a analizar en el presente experimento.

La forma de determinar si existe o no esta acumulación en dichas piezas metálicas, es cuantificando su tiempo de resistencia a condiciones extremas, lo cual se logra introduciendo el material a analizar en la cámara salina.

- **Objetivo**

El objetivo del plan de experimentación es que a través de un mejor conocimiento del proceso a intervenir, se pueda identificar las causas por las cuales se genera un exceso de zinc en las piezas de estudio, para poder proponer las posibles soluciones destinadas a mitigar los efectos negativos identificados.

- **Formulación de hipótesis.**

El experimento está basado en la premisa de que en el proceso de galvanizado, específicamente en el de recubrimiento electrolítico con las

condiciones actuales de producción, se produce un exceso en la deposición de zinc en determinadas piezas, lo cual se traduce a un exceso de resistencia de la pieza a condiciones extremas, que normalmente y por especificaciones del cliente debería ser de 72 horas (3 días).

- **Elección de la variable de respuesta.**

La elección de la variable respuesta es de vital importancia ya que es un reflejo confiable de las pruebas²⁷ y constituye el valor central en el análisis estadístico de los resultados, se lo representara con la letra “y”.

En el experimento en curso se consideró que la variable de respuesta que mejor refleja los resultados requeridos es “el número de horas que la pieza resiste en cámara salina”, se ha considerado este valor ya que tiene una relación directamente proporcional al problema, de este modo mientras mayor es la deposición de zinc en las piezas mayor es la cantidad de horas que la pieza soporta las condiciones extremas de la cámara salina.

- **Determinar los factores a analizar y manipular en el sistema de acuerdo a su influencia.**

Unidad experimental

Es la pieza o muestra en la cual se realizan las diferentes pruebas para generar información representativa al momento de analizar resultados²⁸, en la planificación de un diseño es de vital importancia determinar cuál va a ser la unidad experimental, ya que se puede considerar una pieza o un conjunto de piezas que reflejen mejor los resultados.

La unidad experimental en el estudio es “Piezas individuales de cada uno de los productos analizados”, se consideró esta unidad de muestra ya que esto nos ayuda a ver la variación de pieza a pieza.

²⁷ Análisis y Diseño de experimentos de Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar.

²⁸ Análisis y Diseño de experimentos de Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar.

Repeticiones

Las repeticiones son la cantidad de veces que se correrá una prueba en idénticas condiciones para obtener una muestra de valores estadísticamente aceptables, que a través de su análisis pueda proveer al equipo de datos confiables para poder realizar una correcta toma de decisiones.

Al momento de planificar cuantas repeticiones se realizarán en el proceso se debe tomar varios factores importantes que limitarán el número de veces que se puede correr el experimento, estos factores en nuestro caso de estudio son:

- **Económico.-** El costo de realizar las pruebas, ya que se procesa una gran cantidad de piezas que no se podrán comercializar, el costo de detener la producción del proceso al momento de realizar las pruebas, el costo de todos los recursos que intervienen en el proceso incluyendo la utilización de la cámara salina.
- **Tiempos.-** el tiempo que toma tanto la producción de las piezas como su duración en cámara salina, que como se estimó anteriormente es al menos de tres días, tomando en cuenta también el tiempo que no se usa la cámara salina en actividades productivas propias de la empresa.
- **Otras.-** disponibilidad de recursos y de las piezas necesarias para poder correr las pruebas.

En el área de calidad de la empresa usualmente se realizan pruebas con una cantidad de 2 a 3 piezas, el número de muestras que se escogerán en este proyecto viene regido por criterios estadísticos que son específicos para cada una de las piezas, debido a su comportamiento, y generan tres diferentes experimentos.

Los cálculos realizados se presentan en el Anexo 7 Selección de Muestra, y los resultados se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 6-4 Tamaño de Muestra

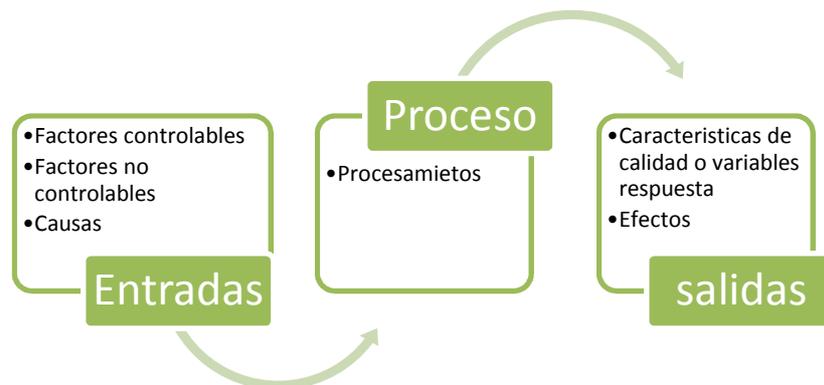
Pieza	Tamaño de muestra (n=)
Cuerpos BPH	9
Caja BCP	10
Resorte BCP	9

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

• Conocimiento del sistema

Es de vital importancia conocer el proceso específico como un sistema abierto para poder determinar los diferentes factores que lo componen y que influyen en su funcionamiento²⁹.

Ilustración 6-2 Sistema



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

En el experimento en curso se identificaron como entradas, salidas y procesos los factores que se muestran en la tabla a continuación.

²⁹ Análisis y Diseño de experimentos de Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar.

Tabla 6-5 Entradas y Salidas

ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
Factores Controlables (variables)	Factores no controlables (constantes)	Recubrimiento electrolítico de zinc	Variable respuesta	Efectos
Tiempo de inmersión	Temperatura de los tambores electrolíticos.		Tiempo de resistencia en cámara salina	Por determinar
Mezcla de insumos	PH			
Cantidad de piezas que ingresan al tambor.	Control del operario			
	Flujo de corriente eléctrica			

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

- **Descripción de los factores.**

- **Factores no controlables.**

Como su nombre lo indica son parámetros o variables de un proceso que por su difícil naturaleza o la falta de una mayor disponibilidad tecnológica no se pueden manipular durante la realización normal del experimento, el detalle de los factores no controlables del experimento en curso se encuentran en la Tabla 6-5 “Entradas y Salidas”.

En el caso particular, la temperatura de los tambores electrolíticos es un factor no controlable ya que la procesadora en el área de galvanizado no cuenta con un sistema capaz de regularla.

- **Factores controlables**

Los factores controlables son parámetros que afectan directamente al proceso y que se pueden manipular en diferentes niveles, también se les puede llamar variables de entrada o de diseño.³⁰

En el proceso de experimentación se tomará como el factor a manipular el tiempo de inmersión de las piezas en el proceso de recubrimiento electrolítico, ya que es el factor que influye de manera determinante en las propiedades del producto, y además es el parámetro que con su optimización provee una mayor cantidad de beneficios al proyecto.

- **Descripción de los niveles del factor.**

Los niveles o tratamientos son los diferentes valores que se consideran pertinentes asignar al factor seleccionado, de este modo cada uno de los niveles de un factor se convertiría en un tratamiento diferente y generaría un mayor conocimiento sobre el proceso analizado. En la actualidad el tiempo de inmersión que se tiene en el proceso es de 60-90 minutos, esto depende de la pieza con la que se esté trabajando.

Mediante el conocimiento de la naturaleza de los procesos otorgado por la experiencia del Ing. Diego Arévalo, parte del equipo de investigación y encargado directo del área de galvanizado, se optó por escoger los niveles de modo que se pueda obtener el tiempo de inmersión que mejor utilice los recursos disponibles y al mismo tiempo provea de las propiedades físicas deseadas a las piezas metálicas.

- **Experimento inicial**

Se realizó un experimento homogéneo de las 3 piezas que contaba con 3 niveles y 5 repeticiones y que una vez obtenidos sus resultados se consideró necesario modificarlo para obtener una mayor confiabilidad en los datos

³⁰ Análisis y Diseño de experimentos de Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar.

resultantes, el experimento que tuvo este error y todo su proceso se muestra en el Anexo 8: Experimento Fallido.

Por el motivo antes mencionado, los niveles seleccionados del factor “tiempo de inmersión” son los siguientes.

Tabla 6-6 Niveles del Experimento

Factor	Pieza	Niveles	Unidad
Tiempo de inmersión	Cuerpo BPH	40	Minutos
		53	Minutos
		65	Minutos
		75	Minutos
Tiempo de inmersión	Caja BCP	40	Minutos
		65	Minutos
		90	Minutos
Tiempo de inmersión	Resorte BPH	40	Minutos
		65	Minutos
		73	Minutos
		81	Minutos
		90	Minutos

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Después de analizar todos los factores se obtienen 3 tipos de experimentos diferentes, tanto en niveles como en repeticiones para cada una de las piezas. El resumen de éstos experimentos se muestra en la Tabla 6-7 “Experimento Unifactorial”.

Tabla 6-7 Experimento Unifactorial

Proceso	Factor	Experimento Unifactorial	Piezas	Niveles	Repeticiones
Recubrimiento Electrolítico	Tiempo de Inmersión		Resorte BCP	5	9
			Cuerpo BPH	4	9
			Caja BCP	3	10

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

- **Planear y organizar el trabajo experimental.**

El experimento que se llevará a cabo tendrá básicamente dos fases de ejecución in situ:

- **Procesado de las piezas:** en esta etapa se llevará a cabo el proceso de recubrimiento electrolítico de las piezas seleccionadas, variando el factor “Tiempo de inmersión” en sus diferentes niveles.
- **Análisis en cámara salina:** como se menciona antes el objetivo del experimento es determinar la cantidad de horas que la pieza puede soportar las condiciones extremas de la cámara salina, por tanto se analizará el comportamiento de cada una de las piezas en sus diferentes niveles para poder obtener los datos de la variable respuesta.

Tiempo de procesado 3 días de 18 a 20 de octubre

Ilustración 6-3 Calendario 1 Experimento

octubre 2011						
domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
31					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
	■	■	■	■	■	■
24	25	26	27	28	29	30
■	■	■	■	■	■	■

Tiempo en Cámara Salina: 21 de octubre al 11 de noviembre

Ilustración 6-4 Calendario 2 Experimento

noviembre 2011						
domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
		1	2	3	4	5
		■			■	■
6	7	8	9	10	11	12
■	■	■	■	■	■	
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Fuente: Google Calendar

Elaborado por: Los Autores

- **Ejecución del experimento.**

Procesamiento de las piezas.- El experimento se lo inició en el área de galvanizado, con la ayuda de los operadores se obtuvo las piezas necesarias. Se pidió a los trabajadores que se retiren lotes de piezas en los diferentes tiempos que se planteó, todo dependiendo del tipo de pieza, es decir, cuerpo BPH, caja y resorte BCP. Esto ayudaría a verificar la cantidad de zinc que se acumula y la duración de las piezas dependiendo del tiempo en el cual las se encuentran sumergidas. Cada pieza por tipo fue tomada de un mismo tambor para mantener condiciones similares. Una vez obtenidas las piezas, se marcó cada una de ellas para evitar confundir una con la otra durante la experimentación.

Condiciones de Ejecución del Experimento

Los factores no controlables afectan directamente los resultados obtenidos de la variable respuesta, sesgando en muchos casos de experimentación los datos presentados, ya que al existir una considerable cantidad de factores que no se pueden manipular aumenta el error aleatorio de las pruebas, el cual nos indica la variabilidad de los resultados que no tiene una explicación lógica en los factores de estudio.

Este es un problema considerable ya que al existir variabilidad en los factores externos que afectan los resultados, no se pueden presentar conclusiones de alta confiabilidad, por estas razones los datos y resultados que se presentan en este experimento tienen validez sólo en un rango de condiciones similares a las que se identificó en la ejecución de la toma de datos, y que en el experimento constituirán la línea base del proceso.

Los datos de los factores de mayor importancia tomados al momento de realizar las pruebas, se presentan a continuación

Temperatura.

Tabla 6-8 Datos Temperatura

Factor	Descripción	Tambor 1 (°C)	Tambor 2 (°C)	Tambor 3 (°C)	Promedio °C
Temperatura	Se procedió a tomar valores promedio en cada uno de los tambores durante un minuto	18,7	19,4	18,9	19

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Actualmente en la procesadora no existe la tecnología adecuada para lograr un control de la temperatura en los tambores de galvanizado, por lo tanto ésta se transforma en un factor no controlable.

PH.

Tabla 6-9 Datos pH

Factor	Descripción	Tambor 1	Tambor 2	Tambor 3	Promedio
PH	Se calibro el equipo a utilizar en sus diferentes niveles (acido, neutro y básico) y se procedió a tomar los valores en los tres tambores electrolíticos.	12,4	12,7	13	12,7

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Flujo eléctrico

Tabla 6-10 Datos Amperaje

Factor	Descripción	Primer Tambor A	Segundo Tambor A	Tercer Tambor A
Flujo eléctrico	Se utilizó un multímetro magnético y se tomó el amperaje de entrada y salida en los tres tambores	170	230	175

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tiempo en cámara salina.- La siguiente etapa consiste en ingresar las piezas a la cámara salina. Esta cámara es un equipo que pertenece a la procesadora, en éste se realizan las pruebas de calidad de las piezas. Esta cámara utiliza una combinación de agua con sal, que la evapora generando un rocío de agua salada lo que hace que las piezas pierdan la capa de zinc que les recubre y con el paso del tiempo se oxiden, las especificaciones de la cámara salina y su manual se encuentran en el Anexo 9: Manual Cámara Salina.

Ilustración 6-5 Cámara Salina



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Los clientes principales requieren una duración de 72 horas en la cámara salina. Si el óxido aparece en las piezas antes de las 72 horas los clientes no las aceptan por lo cual es necesario mantener este estándar de calidad.

Una vez colocadas las piezas en la cámara salina, se realiza una verificación de los cambios que ocurran cada 24 horas, en cada una de estas ocasiones, es necesario realizar una compensación de la cámara para que siga en funcionamiento. Esta compensación se la realiza con una mezcla de agua desmineralizada y sal en proporciones indicadas por el manual de la cámara como se muestra en las siguientes imágenes.

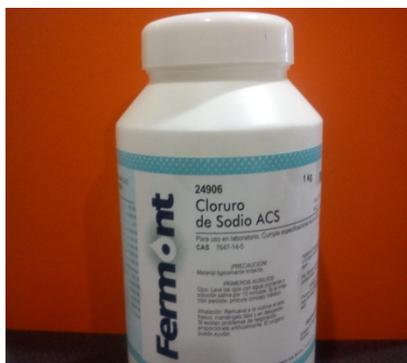
Ilustración 6-6 Agua Desmineralizada



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Ilustración 6-7 Cloruro de Sodio



Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

La cámara salina cuenta con un contador de horas, para conocer el tiempo de duración de las piezas. Con éste se mide el tiempo durante el experimento en las distintas piezas. Este contador de horas es esencial debido a que se desconoce la hora a la que la cámara es apagada, y también las horas que pasen durante un fin de semana.

- **Análisis Estadístico.**

Con la verificación de los tiempos de oxidación en las piezas, después de ejecutado el experimento se obtuvieron los datos con los cuales mediante un correcto análisis estadístico se podrá generar los resultados del presente proyecto.

Como se mencionó anteriormente cada una de las piezas analizadas constituye un experimento específico y dentro de cada experimento, la muestra a procesar se encuentra constituida por una cantidad diferente de piezas, considerando el número de repeticiones que se definió anteriormente y el nivel del factor en que cada una será procesada.

De esta manera el número de la muestra a procesar dependerá directamente del número de niveles del factor y de repeticiones que constituyen cada uno de los experimentos.

Los datos se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 6-11 Experimento Cuerpo BPH

Factor: tiempo en cámara salina				Tiempo teórico de inmersión: 60 minutos				
Cuerpo BPH				Niveles de inmersión (minutos)				
A= 40		B= 53		C= 65		D=77		Unidades
Muestra 1	48	Muestra 10	48	Muestra 19	72	Muestra 28	216	Horas
Muestra 2	48	Muestra 11	72	Muestra 20	72	Muestra 29	240	Horas
Muestra 3	72	Muestra 12	48	Muestra 21	72	Muestra 30	240	Horas
Muestra 4	48	Muestra 13	72	Muestra 22	96	Muestra 31	216	Horas
Muestra 5	72	Muestra 14	48	Muestra 23	72	Muestra 32	240	Horas
Muestra 6	24	Muestra 15	72	Muestra 24	96	Muestra 33	216	Horas
Muestra 7	48	Muestra 16	72	Muestra 25	48	Muestra 34	240	Horas
Muestra 8	48	Muestra 17	96	Muestra 26	96	Muestra 35	240	Horas
Muestra 9	24	Muestra 18	72	Muestra 27	72	Muestra 36	264	Horas

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Tabla 6-12 Experimento Resorte BCP

Factor: tiempo en cámara salina				Tiempo teórico de inmersión: 90 min						
Resorte BCP				Niveles de inmersión (minutos)						
A= 40		B= 65		C= 73		D= 81		C= 90		Unidades
Muestra 1	72	Muestra 10	120	Muestra 19	120	Muestra 28	240	Muestra 37	312	Horas
Muestra 2	48	Muestra 11	72	Muestra 20	144	Muestra 29	264	Muestra 38	336	Horas
Muestra 3	72	Muestra 12	72	Muestra 21	120	Muestra 30	288	Muestra 39	312	Horas
Muestra 4	96	Muestra 13	96	Muestra 22	144	Muestra 31	288	Muestra 40	336	Horas
Muestra 5	48	Muestra 14	120	Muestra 23	144	Muestra 32	240	Muestra 41	360	Horas
Muestra 6	72	Muestra 15	72	Muestra 24	168	Muestra 33	264	Muestra 42	360	Horas
Muestra 7	72	Muestra 16	96	Muestra 25	120	Muestra 34	264	Muestra 43	312	Horas
Muestra 8	48	Muestra 17	96	Muestra 26	168	Muestra 35	288	Muestra 44	336	Horas
Muestra 9	96	Muestra 18	72	Muestra 27	144	Muestra 36	264	Muestra 45	336	Horas

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

Tabla 6-13 Experimento Caja BCP

Factor: Tiempo en cámara salina		Tiempo teórico de inmersión: 60 min				
Caja BCP		Niveles de inmersión (minutos)				
A= 40		B= 65		C= 90		Unidad
Muestra 1	48	Muestra 11	72	Muestra 21	96	Horas
Muestra 2	48	Muestra 12	72	Muestra 22	168	Horas
Muestra 3	72	Muestra 13	96	Muestra 23	96	Horas
Muestra 4	72	Muestra 14	120	Muestra 24	168	Horas
Muestra 5	72	Muestra 15	96	Muestra 25	120	Horas
Muestra 6	48	Muestra 16	120	Muestra 26	96	Horas
Muestra 7	48	Muestra 17	96	Muestra 27	168	Horas
Muestra 8	96	Muestra 18	96	Muestra 28	144	Horas
Muestra 9	96	Muestra 19	144	Muestra 29	120	Horas
Muestra 10	96	Muestra 20	144	Muestra 30	120	Horas

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

En las tablas de los datos obtenidos se puede observar la diferencia del tiempo de duración de las piezas en cámara salina, debido a la variación en los tiempos de galvanizado.

Como se había indicado anteriormente esta variación se da debido a muchos factores que intervienen en el momento en que se realiza el proceso.

- **Análisis de Datos**

Para poder obtener resultados concluyentes de cada uno de los experimentos, se realizaron los siguientes procedimientos estadísticos:

- Análisis de la Varianza.

El análisis de la varianza o ANOVA se considera el procedimiento principal en el análisis de resultados experimentales, ya que permite identificar las fuentes de variación de los datos y separa cada una de acuerdo a sus efectos en la variable respuesta.

En el caso de modelos experimentales unifactoriales, el análisis ANOVA separa la variabilidad debida a los niveles del factor o tratamientos y la variación debido al error³¹.

Cuando la variabilidad debido a los tratamientos es claramente mayor a la que produce el error se concluye que existe una afectación directa del factor de estudio en la variable respuesta.

- Verificación de Supuestos del Modelo.

La verificación del cumplimiento de los supuestos del modelo es de vital importancia ya que valida todos los resultados o conclusiones que se puedan derivar del análisis de los datos obtenidos. Los supuestos del modelo son los siguientes.

- **Normalidad.-** Para la ejecución del experimento es necesario que los datos sigan una distribución normal estándar, una forma de comprobarlo es realizar pruebas analíticas y gráficas.

³¹ Análisis y Diseño de experimentos de Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar

En nuestro modelo se aplicarán 2 pruebas gráficas que consisten en detectar la normalidad de los errores, si al graficarlos con diferentes parámetros de selección, estos se ajustan a una línea recta.

La prueba analítica que se utilizara será la prueba de “Shapiro-Wilks”, los resultados de estas pruebas se presentan en el Anexo 10.

- **Varianzas constantes.-** el supuesto de varianzas constantes consiste en que las series de datos de los niveles o tratamientos del factor posean una dispersión igual o muy similar.

Para comprobar este modelo se utilizará una prueba gráfica en la cual se analizará la varianza de los errores de cada una de las series, el análisis de las varianzas y la prueba de “BARLETT” para la homogeneidad de las varianzas. Los resultados se encuentran en el Anexo 10.

- **Aleatoriedad e independencia.-** es necesario una correcta planificación del experimento de modo que se pueda garantizar la independencia y aleatoriedad al momento de la toma de datos.

Este supuesto se verificará gráficamente, tomando el orden de toma de datos y los errores experimentales, si los datos de la gráfica siguen un patrón de comportamiento determinado se rechazará la independencia de los datos caso contrario se aceptará este supuesto del modelo.

- Ecuación de la curva promedio.

Es el conjunto de procedimientos o etapas mediante los cuales se podrá obtener el resultado u objetivo que persigue el proyecto, que es el tiempo ideal de inmersión de las piezas para aumentar la eficiencia del proceso, los procedimientos a realizar en este punto son los siguientes:

Tabla 6-14 Procedimiento Experimental

Fase	Procedimiento	Descripción
1	Representación grafica	Se analiza el comportamiento de todas las curvas de resultados obtenidos en el experimento
2	Valores promedios	Se obtienen los valores promedio de cada uno de los niveles de las curvas anteriores.

3	Visualización	Se procede a representar gráficamente la curva promedio con cada uno de sus valores
4	Formulación de la ecuación	Se formula una ecuación o sistemas de ecuaciones dependiendo la cantidad de valores obtenidos.
5	Resolución	Se procede a resolver matricialmente el sistema de ecuaciones.
6	Obtención final de la ecuación	Se obtiene la ecuación final de la curva promedio.
7	Interpolación de valores	Se remplazan los valores de la ecuación general con la finalidad de obtener los resultados requeridos.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El desarrollo de los puntos mencionados se encuentra en el Anexo 10: Procedimientos Estadísticos.

- Interpolación de valores.

El desarrollo de los puntos mencionados se encuentra en el Anexo 10: Procedimientos Estadísticos.

6.1.5. Presentación de Resultados.

Como se mencionó en el diagnóstico, el objetivo principal del experimento es encontrar el tiempo de inmersión de las piezas que mejor se ajuste, tanto a las necesidades de calidad requeridas por los clientes como a la optimización de recursos que se utilicen en el proceso de recubrimiento electrolítico de zinc.

Los resultados del nuevo tiempo teórico, que podría llamarse “ideal” dentro de los objetivos planteados por el equipo de investigación, de cada uno de los experimentos se presentan a continuación:

Tabla 6-15 Tiempos Ideales

Pieza	Tiempo Anterior	Tiempo Ideal
Caja BCP	90 minutos	50 minutos
Resorte BCP	90 minutos	70 minutos
Cuerpo BPH	60 minutos	Controlar 60 minutos

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El paso final a realizar en esta experimentación es encontrar la diferencia de peso entre las piezas galvanizadas con los tiempos anteriores y las piezas con los tiempos ideales.

6.1.6. Medición de Pesos con Nuevos Tiempos

Para obtener la cantidad de zinc que se acumula se realizaron dos procedimientos:

1. Procesamiento de Piezas con Nuevos Tiempos: se realizó el galvanizado de piezas con los nuevos tiempos obtenidos del experimento anterior. Estos tiempos como se indicó son de 50 minutos para las cajas BCP y de 70 minutos para los resortes BCP.
2. Medición de Pesos: Se midió el peso de las piezas obtenidas con los nuevos tiempos de inmersión.

Los resultados del pesaje de las nuevas piezas son los siguientes:

Tabla 6-16 Pesaje Caja BCP

Pieza	Piezas por Lote	Peso (g)
CAJA BCP	5 Piezas	86,18
	5 Piezas	86,16
	5 Piezas	86,19
	5 Piezas	86,18
	5 Piezas	86,18

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El peso promedio de estas piezas es de 86,17g el lote de 5 piezas y 17,24g cada caja BCP.

Tabla 6-17 Pesaje Resorte BCP

Pieza	Piezas por Lote	Peso (g)
RESORTE BCP	6 Piezas	19,32
	6 Piezas	19,41
	6 Piezas	19,31
	6 Piezas	19,35
	6 Piezas	19,33

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

El peso promedio de resortes es de 19,03g el lote y 3,17g cada resorte BCP.

La acumulación de Zn anterior es:

Tabla 6-18 Acumulación de Zn Anterior

Pieza	Acumulación Anual de Zn (Kg)	Área Anual Galvanizada (m ²)	Acumulación de Zn por Área (g/m ²)
Resorte BCP	116,19	345,46	336,32
Caja	72,50	1049,15	69,10

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

La actual es de:

Tabla 6-19 Acumulación Zn Actual

Pieza	Acumulación Anual de Zn (Kg)	Área Anual Galvanizada (m ²)	Acumulación de Zn por Área (g/m ²)
Resorte BCP	40,60	345,46	117,52
Caja	26,10	1049,15	24,88

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

En cuanto a los cuerpos con un control adecuado de los tiempos del galvanizado se espera reducir los valores en un 25%. De la siguiente manera:

Tabla 6-20 Acumulación Zn Cuerpos BPH

DATOS ACTUALES CUERPO BPH			
Pieza	Acumulación Anual de Zn (Kg)	Área Anual Galvanizada (m ²)	Acumulación de Zn por Área (g/m ²)
Cuerpo	1156,53	9703,95	119,18
DATOS ESPERADOS CUERPO BPH			
Cuerpo	867,4	9703,95	89,39

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Por lo tanto el ahorro de de zinc por área (g/m²) es como se indica a continuación:

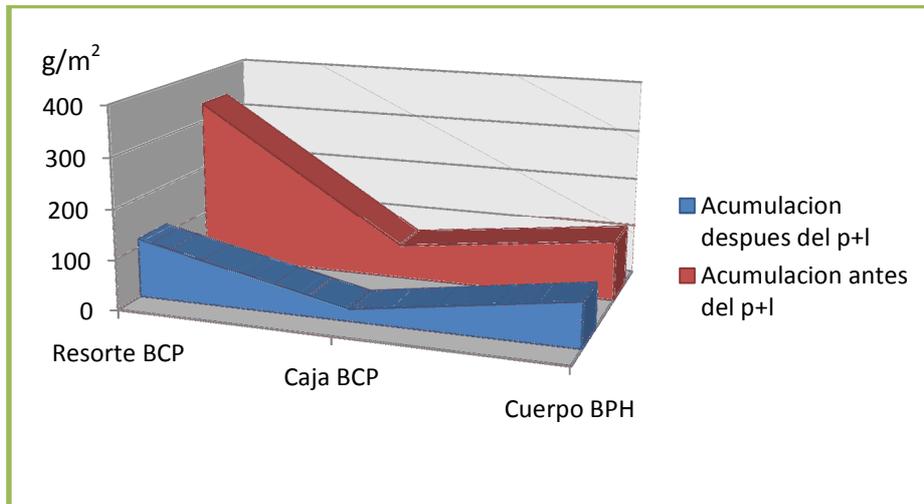
Tabla 6-21 Comparación Acumulación Zn en Superficie

PIEZA	Acumulación Antigua (g/m ²)	Acumulación Actual (g/m ²)	Ahorro (g/m ²)
Resorte BCP	336,32	117,52	218,8
Caja BCP	69,10	24,88	44,22
Cuerpo BPH	119,18	89,39	29,79
TOTAL			292,81

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

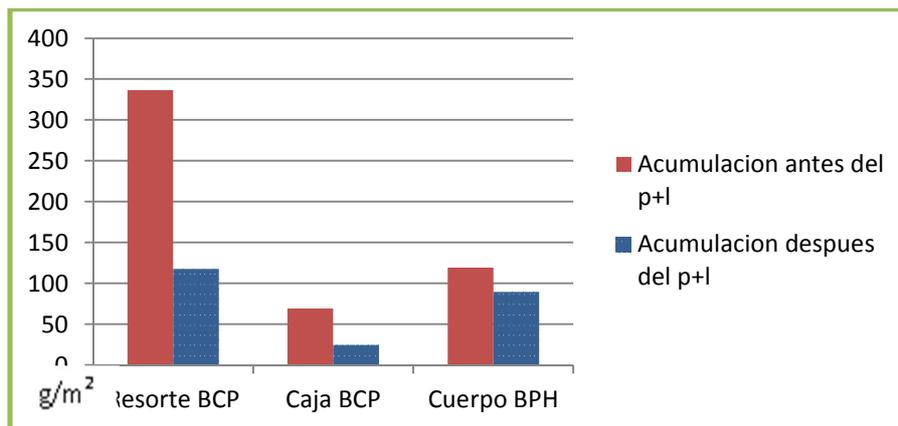
En los siguientes gráficos se ve la comparación de zinc entre piezas con tiempos anteriores y tiempos mejorados.

Ilustración 6-8 Diferencia de Zinc en Piezas



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Ilustración 6-9 Comparación de Zinc en Piezas



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

6.1.7. Resultado en cámara salina prueba final

Se realiza una prueba en cámara salina con piezas galvanizadas con nuevos tiempos para afirmar que estos son suficientes para mantener los estándares de calidad.

Tabla 6-22 Resultados en Cámara Salina

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CÁMARA SALINA				
PIEZA	TIEMPO IDEAL DE INMERSIÓN	PIEZAS	PARÁMETRO DE DURACIÓN	OBSERVACIÓN
Cuerpo BPH	60 minutos	5	Mayor a 72 horas	Pasa
Caja BCP	50 minutos	5	Mayor a 72 horas	Pasa
Resorte BCP	70 minutos	5	Mayor a 72 horas	Pasa

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

6.1.8. Actividades para Implementación

Se realizan las siguientes actividades para implementar los nuevos tiempos en el proceso de galvanizado.

Tabla 6-23 Actividades de Implementación

Actividad	Descripción	Encargado	Recursos
Entrega y aprobación de Resultados	Se hace la entrega de todo el análisis a las autoridades.	Equipo Consultor	Tiempo Personal
Rectificación del Procedimiento Específico.	Se realiza la descripción de los nuevos procedimientos de galvanizado con los nuevos tiempos.	Equipo Consultor	Tiempo
Cambio de los Manuales de Procedimiento	Se procede a cambiar los procedimientos en el manual.	Procesadora	Tiempo Personal

Capacitación a Operadores	Se da a conocer a los operadores sobre los nuevos tiempos de galvanizado.	Procesadora	Tiempo Personal
Monitoreo y Verificación	Controlar que los operadores mantengan los nuevos tiempos indicados.	Procesadora	Tiempo Personal

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

6.1.9. Indicadores

Los indicadores son necesarios para realizar el monitoreo y control de los proyectos. Estos ayudan a medir las variables que intervienen en los proyectos y así se puede analizar el progreso realizado.

Tabla 6-24 Indicadores

Propósito	Indicador	Forma del Indicador	Descripción	MDV
Reducir Acumulación de Zinc Anual	Acumulación de Zinc Anual	<u>kg zinc</u> Año	Con este indicador se puede monitorear que no se dé una acumulación excesiva de zinc.	Estudios similares.
Disminuir Gasto por Compra de Ánodos de Zinc	Gasto por compra de Ánodos de Zinc	USD en ánodos de <u>zinc</u> Año	Verifica el gasto que se realiza debido a la compra de ánodos de zinc.	Manuales de Compra

Reducir Acumulación de Zinc por área de piezas	Zinc acumulado por área de cada pieza	<u>g zinc</u> cm ²	Este indicador describe la cantidad de zinc que se acumula en cada pieza con respecto a su área.	Estudios similares
Aumentar la eficiencia de operadores en horas en galvanizado	Tiempo de Trabajo de Operadores	Horas <u>Trabajador</u> mes	Se mide la cantidad de horas que se utilizan en el proceso de galvanizado.	Registros de producción por turnos.

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

6.1.10. Análisis Económico y Ambiental

- **Análisis económico**

Evaluación del costo del residuo

Al momento de realizar el análisis económico uno de los primeros puntos a tomar en cuenta es la evaluación de los costos derivados de los principales residuos producidos en el proceso, previo a la implementación del proyecto de Producción Más Limpia.

Esta evaluación se la realizó tomando como base los resultados experimentales obtenidos, ya que por la naturaleza del residuo y su disposición, fue imposible poder cuantificarlo previamente.

Análisis de los principales productos

En la siguiente tabla se muestran los detalles de los productos que se seleccionaron para llevar a cabo el proyecto.

Tabla 6-25 Productos Seleccionados

Global: Principales Productos			
Producto/Pieza	Peso unitario (g)	Producción anual unidades	Peso anual (kg)
Cuerpo BPH	18	672140	12098,52
Resorte BCP	2	283150	566,3
Caja BCP	41	283150	11609,15
Productos totales			24273,97

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Análisis de insumos y materia prima

Tabla 6-26 Materia Prima

Global: Materias primas y auxiliares					
Material o insumo	Cantidad anual	Unidad	costo unitario de compra (USD)	costo total	Participación del producto
Ánodos de zinc	1955,3	Kg	3,04	5944,1	100%

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Análisis de residuos o emisiones

En este punto se analizarán los residuos generados a partir del exceso en la deposición de zinc en cada una de las piezas, sospecha que se pudo comprobar a través del proceso de experimentación. De tal modo el exceso de insumos en este caso ánodos de zinc, se convierte en el residuo a analizar.

Tabla 6-27 Residuos y Emisiones

Global: Residuos y Emisiones					
Residuos / emisiones (sólidos, líquidos, etc.)	Cantidad anual	unidad	costo de compra (3,04 USD y 70* USD/KG)	disposición residuo	costo total
ánodos de zinc	411,12	kg	1249,8048	Exceso en piezas	1249,8

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Evaluación global del costo del residuo

Tabla 6-28 Costo de Residuo

Evaluación de costos									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Etapas	cantidad MP***	costo MP	costo total MP	Cantidad residuos*	costo (almacenaje, transporte, etc.) 0,025	precio de venta 0	Ganancia con venta de residuo	costo residuo relacionado MP	Costo total residuo**
	kg/año	USD/JG	USD	kg/año	USD	USD	USD	3,65usd/kg	KG/Año
	A	B	C=A*B	D	E=D*Factor	f=D*Factor	G=F-E	H=B*D	I=(E+H)-F
Ánodos de zinc	1955,33	3,04	5944,2	411,12	10,28	0	0,00	1249,81	1260,08
<p>* = La cantidad de residuos representa el excedente de zinc sólo en las 3 piezas de análisis</p> <p>**= el costo total de residuo se calculó únicamente con los datos de las tres piezas mencionadas</p> <p>*** Materia Prima</p>									

Elaborado por: Los Autores

Análisis de costos operacionales.

Los análisis de costos operacionales y los beneficios económicos que se obtendrán del correcto seguimiento del proyecto han sido estimados a partir de los datos entregados por la procesadora y el plazo de tiempo en que se estiman será de un año.

Tabla 6-29 Costos Operacionales

Elemento	Descripción	Factor	Valores antes del PPML	Valores esperados después del PPML	Costo antes del PPML (USD)	Costo después del PPML (USD)
Consumo de energía eléctrica	Se estimará tomando como parámetro la producción de piezas galvanizadas seleccionadas (cuerpo BPH, caja y resorte BCP) en un año frente al consumo eléctrico total estimado en la producción de los mismos	USD consumo eléctrico anual / # Piezas anual seleccionada	0,0008	0,00076	1032,4	938,63
Consumo de agua	Se estimará tomando como parámetro la producción de piezas galvanizadas seleccionadas (cuerpo BPH, caja y resorte BCP) en un año frente al consumo de agua total estimado en la producción de los mismos	USD consumo agua anual / # Piezas anual seleccionadas	3,20E-05	2,46E-05	39,6	30,461
Costo mano de obra	Este valor se estimara tomando como parámetro el porcentaje del costo del salario de dos trabajadores anual al procesar las piezas seleccionadas, frente	USD costo salario anual / # Piezas anual seleccionada	0,0018	0,00155	2302,7	1918,9

	a la cantidad de producción de estas piezas	onadas				
Costo tratamiento aguas residuales	Este valor se estimará tomando como parámetro el porcentaje del costo del tratamiento del agua residual al procesar las piezas seleccionadas, frente a la cantidad de producción de estas piezas	USD costo salario anual / # Piezas anual selección onadas	0,0003	0,000271	402,97	335,81

Fuente: VYM S.A.

Elaborado por: Los Autores

El consumo de energía eléctrica no se puede cuantificar de una manera eficaz para este proceso en particular ya que las máquinas no poseen un medidor de consumo eléctrico individual, por esta razón el valor se estimará a partir de la corriente promedio de cada uno de los tambores, tomando como parámetro la producción de piezas galvanizadas en un año frente al consumo eléctrico total, se podría hablar de un aumento en la eficiencia del consumo eléctrico ya que al reducir los tiempos de inmersión en las piezas seleccionadas, se procesará una mayor cantidad de productos utilizando la misma cantidad de energía eléctrica

Gráficos Comparativos del Análisis Económico.

Ilustración 6-10 Diferencia Energía Eléctrica

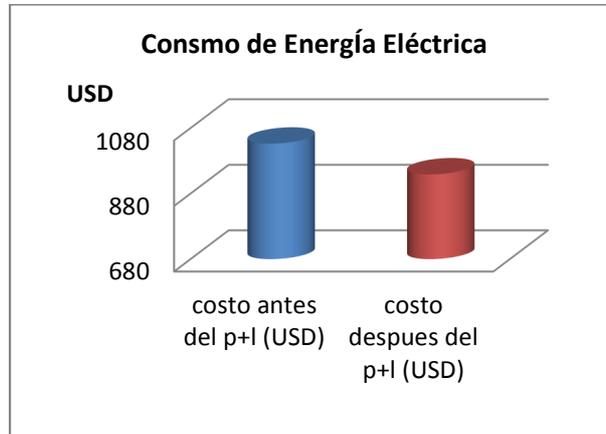


Ilustración 6-11 Diferencia Consumo Zn

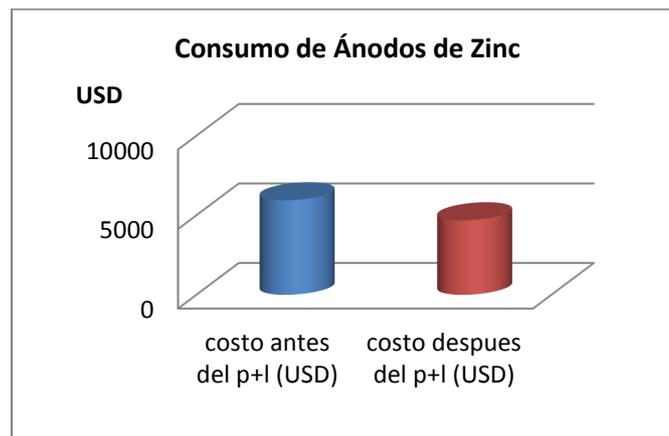


Ilustración 6-12 Diferencia Costo MO

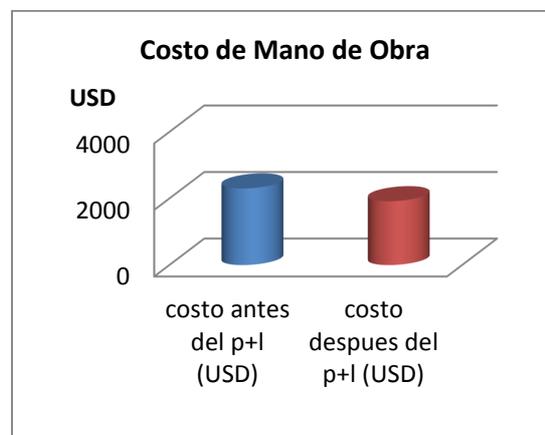
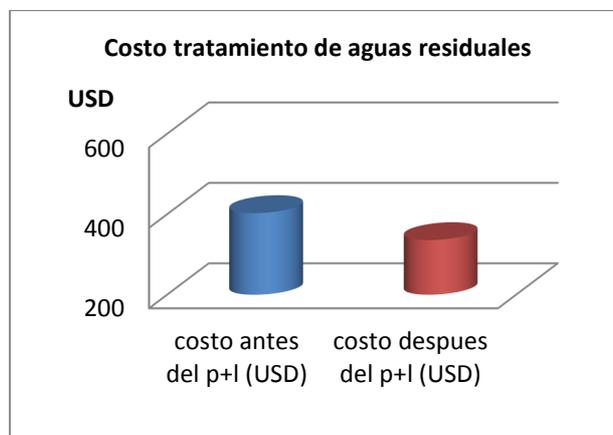


Ilustración 6-13 Costo Tratamiento



Evaluación de beneficios económicos

Una vez presentados los datos económicos de todos los factores cuantificables que intervienen en el proceso se procede a realizar el análisis económico de resultados, derivados de la implementación del proyecto.

Tabla 6-30 Beneficios Económicos

Elemento	Costo antes del PPML (USD)	Costo después del PPML (USD)	Beneficio Económico (USD)
Consumo de ánodos de zinc	5944,1	4684,017	1260,083
Consumo de energía eléctrica	1032,4	938,63	93,77
Consumo de agua	39,6	30,461	9,139
Costo mano de obra	2302,7	1918,9	383,8
Costo tratamiento aguas residuales	402,97	335,81	67,16
Beneficio Económico Total			1813,95

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Una vez analizados los beneficios económicos directos se procedió a proyectarlos al mediano y largo plazo, tomando en cuenta un horizonte de 5

años se realizaron los cálculos de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y del Valor Actualizado Neto (VAN), indicadores económicos de alta confiabilidad al momento de analizar la rentabilidad de un proyecto.

La inversión en la realización del proyecto fue de 140\$, se obtuvo un TIR de 973% y un VAN de 2958,16\$, estos valores muestran que el proyecto es altamente rentable, característica de los proyectos de Producción Más Limpia, los cálculos económicos se encuentran en el Anexo 11 “Cálculo de Variables Económicas”.

Se identificaron beneficios económicos indirectos pero de alta importancia derivados del proyecto, los cuales tienen una relación directamente proporcional al aumento de la productividad en el área intervenida.

Estos beneficios son:

- El beneficio económico derivado de la venta del excedente de producto gracias al aumento de la productividad.
- El uso eficaz de los auxiliares indirectamente utilizados en el proceso.
- **Análisis Ambiental**

Tabla 6-31 Beneficio Ambiental

Elemento	Cantidad antes del PPML	Cantidad después del PPML	Unidad	Beneficio Ambiental
Consumo de ánodos de zinc	1955,3	1544,18	Kg	411,12
Consumo de agua	36	30	m3	6
Costo tratamiento aguas residuales	24	20	m3	4

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Conclusiones del Proyecto

La correcta implantación y seguimiento del proyecto de optimización de zinc, generará beneficios directos a la productividad de la empresa y mejorará la eficiencia de los recursos utilizados en el proceso, a continuación se presentan las conclusiones de este proyecto tanto en el ámbito económico, ambiental y tecnológico.

Factor Económico.

- En el ámbito económico se obtendrá un gran beneficio derivado del proyecto como se puede ver en la tabla 6-29, en la que se indica que el beneficio económico directo es de 1813,95 dólares americanos anualmente, estos valores pueden verse incrementados si se los proyecta en el tiempo, se estimó un horizonte de 5 años y se obtuvo como indicadores económicos los valores de, 973% para el TIR y de 2958,73\$ para el VAN.
- Es interesante observar que para la implementación del proyecto se requirió de una inversión inicial muy baja ya que en todo el procedimiento se utilizaron los propios recursos de la empresa y únicamente el trabajo de los operarios del área así como el trabajo del equipo consulto.

Factor Ambiental.

- El proyecto constituye un beneficio ambiental directo ya que al aumentar la eficiencia del proceso contribuye considerablemente a la disminución en la producción de los residuos producidos, en la tabla 6-30 se puede observar que se produce una disminución de 411,12 kg de ánodos de zinc al año y 10 m³ de agua, adicionalmente de una disminución en el consumo de energía.

Factor Tecnológico.

- El proyecto optimiza el procedimiento de recubrimiento electrolítico, ya que disminuye considerablemente los tiempos de inmersión de cada una de las piezas analizadas, de este manera con la misma cantidad de recursos se puede procesar una mayor cantidad de piezas.
- Al disminuir los tiempos de inmersión se producen un aumento directo en la producción de las piezas seleccionadas el cual se estimó en un 25%.
- En la realización del experimento, se determinó que existe una gran cantidad de factores de difícil control que intervienen directamente en los resultados del proceso, lo cual hace que aumente la dificultad al momento de obtener condiciones homogéneas de producción, por esta razón los resultados así como las conclusiones presentados en este proyecto

alcanzan una mayor confiabilidad cuando se realizan en las condiciones iniciales en que fue ejecutado el experimento.

6.1.11. Programa de Monitoreo y Control

Se realizó un programa de Monitoreo y Control para el primer proyecto, debido a que es necesario llevar un cumplimiento de los nuevos tiempos de galvanizado para lograr llegar a las cifras proyectadas con los distintos análisis.

El programa tiene los pasos necesarios para verificar constantemente el cumplimiento de todo aquello indicado en el proyecto de PML.

Objetivo

- Verificar que el tiempo de galvanizado se mantenga como se indicó en el proyecto de PML.

Objetivos Secundarios

- Verificar la calidad del galvanizado de las piezas.
- Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria.
- Mantener la eficiencia del proceso.

Desarrollo

Para llegar a los resultados proyectados con el proyecto, es necesario que se verifique el cumplimiento de los tiempos establecidos para el galvanizado de las piezas. Para esto es necesario hacer un control periódico de los tiempos con los que esté trabajando el operario y también verificar la calidad del galvanizado con el fin de evitar dificultades con la clientela.

Tabla 6-32 Programa de Monitoreo y Control

MONITOREO Y CONTROL				
Etapa	Descripción	Plazo	Responsable	Recursos
Tiempo de Galvanizado	Medición del tiempo de	Controlar 2 a 3 veces	Ing. Ana Naranjo	Cronómetro, ficha de

	galvanizado de cajas y resortes BCP. Se sugiere la utilización de un cronómetro que es más exacto.	cada mes.		control.
Calidad del Galvanizado	Para mantener la calidad del galvanizado es necesaria la utilización de la cámara salina para realizar pruebas de duración. Las piezas deben durar más de 72 horas.	Controlar 3 a 4 veces cada mes.	Ing. Ana Naranjo	Cámara Salina, cronómetro, ficha control cámara salina

Elaborado por: Los Autores

6.2. Proyecto de Eliminación de Segundo Enjuague en el Proceso de Galvanizado

El proyecto inicialmente estaba basado en establecer un mejor procedimiento con el agua del doble enjuague en la limpieza de las piezas antes del baño electrolítico. En esta mejora se pretendía reutilizar el agua de la segunda tina de enjuague en la primera tina, con el fin de disminuir el agua utilizada y el costo por tratamiento de la misma. Sin embargo, durante un periodo de tiempo la procesadora no pudo utilizar el segundo enjuague y gracias a esto se pudo comprobar que éste era innecesario en el proceso y por consiguiente se decidió efectuar un cambio en el proyecto de reutilización del agua para convertirlo en un proyecto a través del cual se elimine el segundo enjuague.

“Para piezas tratadas en bomba para zincado o cadmiado electrolítico, puede ser suficiente un desengrase químico para una electrodeposición correcta”³². Se puede ver que incluso solamente la utilización del desengrase inicial puede ser suficiente para preparar las superficies de las piezas antes del galvanizado y obtener resultados positivos.

6.2.1. Situación Actual.

En el proceso de galvanizado se realiza el doble enjuague para la limpieza de las piezas, utilizando dos tinas de 400 litros que contienen desengrasantes. En este proceso se lleva piezas de una tina a otra para eliminar las impurezas que tienen las piezas, para que éstas sean galvanizadas.

6.2.2. Situación Esperada

Con este proyecto se reducirá la cantidad de agua utilizada en el proceso de limpieza de piezas. Con esta reducción se tendrá una disminución del gasto por este insumo y del impacto ambiental causado por la contaminación del agua de estas tinas.

6.2.3. Caracterización de Desperdicios.

El único es el agua que se utiliza en la tina de enjuague. Con este proyecto la cantidad de agua consumida será disminuida debido a que ya no existirá el segundo enjuague.

6.2.4. Prueba para el Proyecto (experimentación)

Las pruebas que se realizarán para este proyecto son de duración en cámara salina debido a que el segundo enjuague es parte del proceso de preparación de superficies antes del galvanizado y al alterar este procedimiento se puede llegar a afectar el estándar de duración requerido por los clientes.

El experimento se llevará a cabo en dos etapas:

³² Galvanotecnia, Técnica y Procedimientos. J. Glayman, con la colaboración de G. Fartas. ETA (Editores Técnicos Asociados S.A.) Maignon, 26- Barcelona-12- España 1969

Etapa de Obtención de piezas: En esta etapa se realiza el procedimiento de galvanizado pero sin el segundo enjuague. Con esto se obtendrá las piezas que van a ser introducidas en la cámara salina para pruebas de duración.

Tiempo en cámara salina: Como descrito anteriormente la cámara salina es un equipo que genera un rocío de agua con sal que causa un efecto corrosivo en las piezas. En esta etapa se verificará que el tiempo de duración de las piezas sea de 72 horas. Es muy importante que el 100% de las piezas cumplan con este tiempo dado que el cliente no acepta que haya algún porcentaje que duren menos de lo requerido.

6.2.5. Resultados de Duración en Cámara Salina

Para este análisis simplemente se debe controlar que las piezas duren 72 horas, no es necesario esperar a que éstas se oxiden. Los datos obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 6-33 Resultados de Duración

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CÁMARA SALINA			
PIEZA	Cantidad	Parámetro de Duración	Observación
Cuerpo BPH	5	72 horas	100% Dura
Caja BCP	5	72 horas	100% Dura
Resorte BCP	5	72 horas	100% Dura
Recibidor E.	5	72 horas	100% Dura
Recibidor A.	5	72 horas	100% Dura
Palanca	5	72 horas	100% Dura
Gatillo	5	72 horas	100% Dura
Porta Resortes	5	72 horas	100% Dura
Tapa BCP	5	72 horas	100% Dura
Caja VQZ	5	72 horas	100% Dura
Tapa VQZ	5	72 horas	100% Dura
Flecha	5	72 horas	100% Dura

Elaborado por: Los Autores

Como se puede ver en la tabla 6-24 “Resultados de Duración” la duración de las piezas en cámara salina no es afectada debido a la eliminación del segundo enjuague. Con esto se llega a la conclusión de que es posible eliminar el segundo enjuague de manera definitiva.

6.2.6. Actividades para Implementación

Al verificar que las piezas sin el segundo enjuague duran el tiempo requerido por los clientes se entrega los datos del experimento a la empresa para que se proceda a la eliminación del segundo enjuague. Con esto se puede realizar un análisis de resultados de mejora tanto económica como ambiental. Las actividades para la implementación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6-34 Actividades para Implementación

Actividad	Descripción	Encargado	Recursos
Entrega de Resultados	Se hace la entrega de todo el análisis a las autoridades.	Equipo Consultor	Tiempo Personal
Realización de nuevos procedimientos para la Etapa	Se hace el nuevo procedimiento para la limpieza de piezas.	Equipo Consultor	Tiempo
Cambio de Procedimiento en el manual de procesos	Se cambia el procedimiento en el manual de acuerdo al estudio	Equipo Consultor y Procesadora	Tiempo Personal
Capacitación a Operadores	Se da a conocer a los operadores que ya no se va a	Procesadora	Tiempo Personal

	utilizar el segundo enjuague.		
Verificación y Monitoreo	Se verifica que ya no se utilice el segundo enjuague.	Procesadora	Tiempo Personal

Elaborado por: Los Autores

6.2.7. Indicadores

Con los indicadores que se muestran a continuación se puede verificar cuantitativamente las mejoras en el proceso de limpieza de piezas con la implantación del proyecto.

Tabla 6-35 Indicadores

Propósito	Indicador	Fórmula del Indicador	Descripción	MDV
Reducir Cantidad de Agua en la limpieza de piezas	Cantidad de agua utilizada mensualmente	<u>m3 de agua</u> mes En la etapa de limpieza de piezas.	Con este indicador se puede verificar la cantidad de agua que va a disminuirse gracias al proyecto	Medición de Consumo de Agua en Galvanizado
Disminuir costo de tratamiento de agua de enjuagues	Costo de tratamiento de agua al mes	gasto por <u>tratamiento</u> mes	Muestra el ahorro que se va a tener debido a la menor cantidad que va a tratar	Facturas de Tratamiento

Disminuir cantidad de agua tratada de enjuagues	Cantidad de agua tratada mensualmente	m3 de agua <u>tratados</u> mes	Indicador que prueba cuánta cantidad de agua va a dejar de ser tratada en el enjuague.	Informes de Tratamiento de Agua
--	---------------------------------------	--------------------------------	--	---------------------------------

Elaborado por: Los Autores

6.2.8. Análisis Económico y Ambiental

Este proyecto será analizado de una manera sencilla, utilizando simplemente datos de cantidad de agua que se utilicen más los costos de tratamiento de la misma. Con esto se encontrará la cantidad de material que ya no se utilizará y el ahorro económico que esto implique. De igual manera se analizará el impacto ambiental, debido a la disminución de contaminación del agua y a la menor contaminación que afecta su normalidad.

Para obtener los datos con los que se va a trabajar en el proyecto se realizó la medición de la cantidad de agua que existe en cada tina, siendo 400 litros de que es cambiada cada 30 días.

Una vez implementado el proyecto, y con los datos que se obtuvo de las mediciones de la capacidad de las tinas de enjuague en el galvanizado, se puede realizar una proyección del ahorro económico anual y de la disminución del impacto ambiental.

Tabla 6-36 Análisis Económico

Elemento	Descripción	Antes del PPML	Costo después del PPML (USD)
Consumo de agua	Es la cantidad de agua que se utiliza en el segundo enjuague para la	4800 litros	0 litros

	limpieza de las piezas.		
Costo del Agua	El costo debido al agua que se utiliza en el segundo enjuague	3,45 USD	0 USD
Costo tratamiento de aguas residuales	Es el costo de tratamiento de agua contaminada de la segunda tina de enjuague	339,45 USD	0 USD

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Beneficio Económico

Tabla 6-37 Beneficio Económico

Descripción	Ahorro Anual (USD)
Costo del Agua	3,456
Costo de Tratamiento	336
Total	339,45

Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Es muy importante indicar que el retorno va a ser inmediato debido a que este proyecto no requiere ninguna inversión inicial para ser implementado.

Beneficio Ambiental

Por otra parte el impacto ambiental disminuido es la cantidad de agua e insumos que ya no se van a ser utilizados y tratados en esta etapa gracias al proyecto. En este caso 4800 litros o 4,8 m³ anuales.

Ilustración 6-14 Tina Segundo Enjuague sin Agua



Fuente: VYM S.A.
Elaborado por: Los Autores

Esta imagen muestra la tina del segundo enjuague sin el agua que se utiliza, solamente se encuentra con remanentes sólidos de grasas que serán tratados posteriormente.

6.2.9. Conclusiones del Proyecto

Con este proyecto la utilización de agua en el área de galvanizado llega a una escala de eficiencia muy elevada mejorando los estándares de la procesadora.

Capítulo VII Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

La finalidad de un proyecto de Producción Más Limpia es fomentar el desarrollo de una empresa respetando los aspectos ambientales que intervienen en ella, implementando estrategias dirigidas a obtener un beneficio económico que vaya de la mano con un beneficio ambiental.

Con el proyecto se implementaron dos proyectos a través de los cuales la procesadora incrementó la eficiencia productiva en el área de galvanizado, obteniendo como resultado una considerable disminución en el consumo de insumos así como una disminución en la cantidad de desperdicios generados.

Con el primer proyecto se consiguió una optimización de los tiempos de inmersión de piezas, con lo cual se puede obtener beneficios en la cantidad de piezas producidas y una mejora de la eficiencia en la utilización de los recursos para el proceso de galvanizado.

Con el segundo proyecto se disminuye la cantidad de agua que se consume y se da tratamiento, esto genera un beneficio económico y una mejora en la utilización de este recurso, disminuyendo con esto el impacto ambiental y mejorando la eficiencia del proceso.

La inversión en la realización del primer proyecto fue de 140\$, se obtuvo un TIR de 973% y un VAN de 2958,16\$, estos valores muestran que los proyectos bajo la metodología de Producción Más Limpia son altamente rentables, incluso en ocasiones una inversión inicial no es requerida, como sucedió en la implementación del segundo proyecto.

Con la implementación de los proyectos también se obtienen varios beneficios como la disminución del impacto ambiental, se incrementa la cantidad de producción de piezas y las ganancias derivadas de la venta de este excedente de producto, se disminuye el número de horas extra para cumplimiento de pedidos y se incrementa la eficiencia de los procesos productivos.

En cuanto a los desperdicios generados, se diagnosticó una oportunidad con la cual se estima una disminución de un 25% de los 134737,74 Kg anuales de chatarra generada, lo cual con su implantación generaría un ahorro de 39073 USD anuales.

En el área de galvanizado se dio la observación de que al utilizar la grúa en todo el proceso se puede mejorar la eficiencia del mismo.

7.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Procesadora mejorar el procedimiento de toma de registros, al momento de realizar las compras de materia prima, insumos y auxiliares para sus procesos productivos, con la finalidad de fortificar el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001 implementado en la misma.

Para una mejor gestión y mantenimiento de la maquinaria utilizada en la planta de producción, se recomienda crear un catastro que caracterice cada una de las máquinas existentes, de manera especial aquellas cuya vida útil se encuentra por finalizar.

Para controlar los aspectos ambientales críticos se recomienda crear un procedimiento para el monitoreo y verificación de las actividades que puedan generar un impacto ambiental negativo en cada uno de los procesos.

Con la finalidad de potenciar un desarrollo más eficiente de este tipo de tesis se recomienda a la Universidad impulsar la colaboración entre estudiantes de las carreras de Ing. Ambiental y Producción, de manera que se pueda tener acceso a mejores conocimientos.

Para disminuir la cantidad de residuos generados, se recomienda a la procesadora el desarrollo e implementación de la oportunidad del rediseño de troqueles, debido a que su beneficio, tanto económico como ambiental es alto.

En el área de galvanizado se recomienda una mejor adecuación de las instalaciones, ya que tanto en estudios anteriores como en el presente programa se identificó la necesidad de mejorarla, con la finalidad de aumentar

la productividad y de brindar un mejor ambiente de trabajo a los operarios del área.

Se identifico que en los procesos de mayor importancia en la procesadora como son, el troquelado, el galvanizado y el ensamblaje, los tiempos específicos en que se realizan cada uno de ellos, se pueden disminuir razonablemente, ya que en todos ellos existe una dispersión considerable en los datos de las mediciones realizadas en el desarrollo del programa, por tanto se recomienda a la procesadora analizar este punto en específico.

Para impulsar más la eficiencia de los procesos es conveniente implementar todas las oportunidades diagnosticadas durante la tesis.

BIBLIOGRAFÍA

- Análisis y Diseño de experimentos de Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar, McGraw Hill Interamericana, México, Enero 2008, cap. II, pág. 20-50.
- Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Verdi Crespí, Editorial de la Universidad de Girona, Cataluña, España 2000, Vol. 8, pág. 32-37
- Galvanotecnia, Técnica y Procedimientos. J. Glayman, con la colaboración de G. Fargas. ETA (Editores Técnicos Asociados S.A.) Barcelona, España 1969, pág. 153-155
- Industria como Naturaleza: Hacia la producción limpia, Estefanía Blount, Luis Clarimón, Ana Cortés, Los Libros de la Catarata, Madrid 2003, pág. 27
- La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe, Enrique Leff, Instituto Nacional de Ecología, México 2003, pág. 15- 17
- Manual de Gestión y Control Ambiental. 3ra edición. Dr. Fernando Bustos. R.N. Industria Gráfica Ecuador, Enero de 2010, cap. III pág. 129-132.
- Metodología de la Investigación. 4ta edición. Roberto Hernández Sampiori, Carlos Fernández-Collado, Pilar Baptista Lucio, McGraw Hill Interamericana, México, Enero de 2006, pág. 34.
- Producción Más Limpia: Paradigma de gestión ambiental, Bart van Hoof, Néstor Monroy, Alex Saer, Alfaomega Colombiana S.A., México 2008. Pág. 32-36
- Producción Limpia, Contaminación y Gestión Ambiental, Carlos Eduardo Fúquene Retamoso, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia 2007, pág. 25.
- Termodinámica Tomo I, Dr. Yunus A. Çengel, Dr. Michael A. Boles, McGraw-Hill Interamericana de México S.A., México, Agosto de 1997, pág. 13-15

DOCUMENTOS DE INTERNET

ASQ The Global Voice of Quality 2010 <http://asq.org/learn-about-quality/cause-analysis-tools/overview/pareto.html> Visitado Mayo-Junio 2011

Centro Ecuatoriano de Producción Más Limpia 2011 www.cepl.org.ec Visitado Abril 2011

PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente http://www.pnuma.org/industria/produccion_limpia.php Visitado Abril 2011

Red Latinoamericana de Producción Más Limpia 2011 www.produccionmaslimpia-la.net Visitado Abril 2011.

UNEP United Nations Environment Programme <http://www.cleanproduction.org/Steps.Process.UN.php> Visitado Abril 2011

Zona Económica <http://www.zonaeconomica.com/excel/van-tir> Visitado Febrero- Marzo 2012

Referencias Especiales

Cátedra “Desarrollo Sustentable” de la Universidad de las Américas, dictada por MSC. María Belén Proaño.

Manuales de Compras, Producción y Calidad de la Procesadora VYM S.A.

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación Geográfica de la Procesadora



Fuente: Google Maps

Anexo 2: Normativa Aplicable

- TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente)

Libro VI: De la Calidad Ambiental**TITULO II**

Art. 35.- AMBITO TÉCNICO.- Se establece como políticas de la gestión de residuos sólidos en el ámbito técnico las siguientes:

- a. Garantía de la aplicación de los principios de minimización, reúso, clasificación, transformación y reciclaje de los residuos sólidos.
- b. Manejo integral de todas las clases de residuos sólidos en su ciclo de vida.
- c. Garantía de acceso a los servicios de aseo, a través del incremento de su cobertura y calidad.
- d. Fomento a la investigación y uso de tecnologías en el sector, que minimicen los impactos al ambiente y la salud, mediante el principio precautorio.

TITULO IV REGLAMENTO A LA LEY DE GESTION AMBIENTAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL**ART. 41.- AMBITO**

El presente Título, establece los siguientes aspectos:

- a) Las normas generales nacionales aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos de las actividades definidas por la Clasificación Ampliada de las Actividades Económicas de la versión vigente de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU, adoptada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos;
- b) Las normas técnicas nacionales que fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente; y,
- c) Los criterios de calidad de los recursos agua, aire y suelo, a nivel nacional.

ART. 45.- PRINCIPIOS GENERALES

Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de sustentabilidad, equidad, consentimiento informado previo, representatividad validada, coordinación, precaución, prevención, mitigación y remediación de impactos negativos, solidaridad,

corresponsabilidad, cooperación, reciclaje y reutilización de desechos, conservación de recursos en general, minimización de desechos, uso de tecnologías más limpias, tecnologías alternativas ambientalmente responsables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales y posesiones ancestrales. Igualmente deberán considerarse los impactos ambientales de cualquier producto, industrializados o no, durante su ciclo de vida.

ART. 57.- DOCUMENTOS TÉCNICOS

Los estudios ambientales se realizarán en las etapas previas a la ejecución, temporales o definitivas de un proyecto o actividad.

Los documentos técnicos o estudios ambientales que serán exigidos por la autoridad son entre otros:

- a) Estudios de Impacto Ambiental (EIA), que se realizan previo al inicio de un proyecto o actividad, de acuerdo a lo establecido en el SUMA;
- b) Auditoría Ambiental (AA), que se realizan durante el ejercicio de la actividad, lo cual incluye la construcción;
- c) Plan de Manejo Ambiental (PMA), que se realiza en cualquier etapa del proyecto o actividad.

ART. 69.- PERMISO DE DESCARGA, EMISIONES Y VERTIDOS

De verificar la entidad ambiental de control que el plan de manejo ambiental se ha cumplido con normalidad, extenderá el permiso de descarga, emisiones y vertidos, previo el pago de los derechos fijados para el efecto.

ART. 73.- CONTROL DE CALIDAD

Los procedimientos de control de calidad analítica y métodos de análisis empleados en la caracterización de las emisiones, descargas y vertidos, control de los procesos de tratamiento, monitoreo y vigilancia de la calidad del recurso, serán los indicados en las respectivas normas técnicas ecuatorianas o en su defecto estándares aceptados en el ámbito internacional. Los análisis se realizarán en laboratorios acreditados. Las entidades de control utilizarán, de tenerlos, sus laboratorios.

ART. 85.- RESPONSABILIDAD POR SUSTANCIAS PELIGROSAS

Aquellas actividades que almacenen, procesen o transporten sustancias peligrosas, para terceros deberán cumplir con el presente Libro VI De la

Calidad Ambiental y sus normas técnicas. El propietario de las sustancias peligrosas, no queda exento de la presente disposición, y deberá responder conjunta y solidariamente con las organizaciones que efectúen para él las acciones referidas en este artículo. La responsabilidad es solidaria e irrenunciable

ART. 86.- EMISIONES O DESCARGAS ACCIDENTALES

Los regulados cuyas emisiones o descargas sean tratadas en una planta o sistema de tratamiento que atiende a más de una fuente, están obligados a dar aviso inmediato a la entidad encargada de la operación de la planta y a la entidad ambiental de control, cuando con una descarga o emisión ocasional, incidental o accidental originada por causas de fuerza mayor o casos fortuitos puedan perjudicar a su operación. Para tales efectos, deberán contar con un Plan de Contingencias, aprobado por la entidad ambiental de control, que establezca, entre otros, los mecanismos de coordinación y cooperación interinstitucional para controlar cualquier tipo de emergencia.

ART. 92.- PERMISO DE DESCARGAS Y EMISIONES

El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades.

El permiso de descarga, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo.

TÍTULO V REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS PELIGROSOS

SECCIÓN II ÁMBITO DE APLICACIÓN

ART. 153.- Los desechos peligrosos comprenden aquellos que se encuentran determinados y caracterizados en los Listados de Desechos Peligrosos y Normas Técnicas aprobados por la autoridad ambiental competente para la cabal aplicación de este reglamento.

ART. 160.- Todo generador de desechos peligrosos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su responsabilidad:

1. Tomar medidas con el fin de minimizar al máximo la generación de desechos peligrosos.
2. Almacenar los desechos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con el agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles.
3. Disponer de instalaciones adecuadas para realizar el almacenamiento temporal de los desechos, con accesibilidad a los vehículos recolectores.
4. Realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas autorizadas para el efecto por el MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.
5. Inscribir su actividad y los desechos peligrosos que generan, ante la STPQP o de las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva, el cual remitirá la información necesaria al MA.
6. Llevar en forma obligatoria un registro del origen, cantidades producidas, características y destino de los desechos peligrosos, cualquiera sea ésta, de los cuales realizará una declaración en forma anual ante la Autoridad Competente; esta declaración es única para cada generador e independiente del número de desechos y centros de producción. La declaración se identificará con un número exclusivo para cada generador. Esta declaración será juramentada y se lo realizará de acuerdo con el formulario correspondiente, el generador se responsabiliza de la exactitud de la información declarada, la cual estará sujeta a comprobación por parte de la Autoridad Competente.
7. Identificar y caracterizar los desechos peligrosos generados, de acuerdo a la norma técnica correspondiente.
8. Antes de entregar sus desechos peligrosos a un prestador de servicios, deberá demostrar ante la autoridad competente que no es posible aprovecharlos dentro de su instalación.

Art. 162.- El generador deberá informar de forma inmediata a la STPQP del MA, de accidentes producidos durante la generación y manejo de los desechos peligrosos. El ocultamiento de esta información recibirá la sanción prevista en este reglamento.

Art. 163.- Dentro de esta etapa de la gestión, los desechos peligrosos deberán ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente, siguiendo para el efecto las normas técnicas pertinentes establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) o, en su defecto por el MA en aplicación de normas internacionales validadas para el país.

Los envases empleados en el almacenamiento deberán ser utilizados únicamente para este fin y ser contruidos de un material resistente, tomando en cuenta las características de peligrosidad y de incompatibilidad de los desechos peligrosos con ciertos materiales.

Art. 164.- Los lugares para el almacenamiento temporal deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

1. Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos y cumplir todo lo establecido en las normas INEN.
2. El acceso a estos locales debe ser restringido únicamente para personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y contar con la identificación correspondiente a su ingreso.
3. Poseer equipo y personal adecuado para la prevención y control de emergencias.
4. Las instalaciones no deberán permitir el contacto con agua.
5. Señalización apropiada con letreros alusivos a su peligrosidad, en lugares y formas visibles.

Art. 165.- Todo envase durante el almacenamiento temporal de desechos peligrosos deberá llevar la identificación correspondiente de acuerdo a las normas establecidas por las naciones unidas. La identificación será con marcas de tipo indeleble, legible y de un material resistente a la intemperie.

Los desechos peligrosos incompatibles no deberán ser almacenados en forma conjunta en un mismo recipiente ni en una misma área.

Art. 166.- El generador deberá llevar un libro de registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos en su área de almacenamiento temporal, en donde se harán constar la fecha de los movimientos, su origen, cantidad y destino.

Art. 167.- El tiempo de almacenamiento va a estar en función de las características y tipo de desechos de acuerdo con la norma técnica correspondiente.

Art. 168.- Sólo quienes obtengan la licencia ambiental de la Unidad Técnica del MA, estarán autorizados para transportar desechos peligrosos. En este sentido, será una condición indispensable que el transportista acredite estar constituido legalmente para cumplir con esta actividad. Para tal efecto, la STPQP coordinará el control de este requisito con la Policía Nacional y demás autoridades locales y nacionales competentes en materia de tránsito y transporte terrestre,

Sin perjuicio de lo anterior, el generador está obligado a notificar por medio del respectivo manifiesto, a cerca del transporte de los desechos peligrosos al MA antes que se inicie esta actividad.

Art. 169.- Durante el traslado no se podrá realizar ninguna manipulación de los desechos que no sea la propia del traslado o que se encuentre legalmente autorizado. El transportista garantizará la identificación de los desechos durante el transporte.

Art. 170.- El transporte de desechos peligrosos deberá realizarse acompañado de un manifiesto de identificación entregado por el generador, condición indispensable para que el transportista pueda recibir y transportar dichos desechos. Estos deberán ser entregados en su totalidad y solamente, a las plantas de almacenamiento, reciclaje, tratamiento o disposición final debidamente autorizados que el generador hubiere indicado en el manifiesto.

Si por alguna situación especial o de emergencia, los desechos no pudieren ser entregados en la planta de tratamiento, reciclaje, almacenamiento o disposición final identificada en el manifiesto, el transportista deberá comunicar esta situación inmediatamente al generador para su atención al momento.

Art. 176.- En los casos previstos por las normas técnicas pertinentes, previamente a su disposición final, los desechos peligrosos deberán recibir el tratamiento técnico correspondiente y cumplir con los parámetros de control vigentes.

Para efectos del tratamiento, los efluentes líquidos, lodos, desechos sólidos y gases producto de los sistemas de tratamiento de desechos peligrosos, serán considerados como peligrosos.

Art. 177.- Los efluentes líquidos del tratamiento de desechos líquidos, sólidos y gaseosos peligrosos, deberán cumplir con lo estipulado en la Ley de Gestión Ambiental, Ley de Prevención y Control de la Contaminación, en sus respectivos reglamentos, en las ordenanzas pertinentes y otras normas que sobre este tema expida el MA.

TITULO VI Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

Art. 245.- Del etiquetado.- Las etiquetas de los envases de productos químicos peligrosos deben contener la información indispensable para guiar claramente la seguridad personal y ambiental de su gestión, enmarcándose en las normas elaboradas por el INEN.

Art. 246.- De las hojas de datos de seguridad.- Toda persona que importe, formule, fabrique, transporte, almacene y comercialice productos químicos peligrosos, deberá entregar a los usuarios junto con el producto, las respectivas hojas de datos de seguridad en idioma castellano, en las cuales deberá aparecer la información para su gestión segura incluyendo los riesgos y las medidas de mitigación en caso de accidentes. El formato unificado de las hojas de datos de seguridad será establecido por el Comité Nacional.

Art. 249.- De la eliminación de desechos o remanentes.- Todas las personas que intervengan en cualesquiera de las fases de la gestión de productos químicos peligrosos, están obligadas a minimizar la producción de desechos o remanentes y a responsabilizarse por el manejo adecuado de éstos, de tal forma que no contaminen el ambiente. Los envases vacíos serán considerados como desechos y deberán ser manejados técnicamente. En caso probado de no existir mecanismos ambientalmente adecuados para la eliminación final de desechos o remanentes, éstos deberán ser devueltos a los proveedores y podrán ser reexportados de acuerdo con las normas internacionales aplicables.

➤ Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito

CAPÍTULO I DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DOMÉSTICOS, COMERCIALES, INDUSTRIALES Y BIOLÓGICOS POTENCIALMENTE INFECCIOSOS

SECCIÓN II DE LOS SERVICIOS ORDINARIO Y ESPECIALES DE ASEO

Art. II.346.- Se define como servicio ordinario a la limpieza, barrido, recolección, transporte, y disposición de residuos sólidos domésticos no peligrosos, prestados por Empresas Municipales, contratadas o concesionadas por la Municipalidad o por quienes tengan la potestad de hacerlo.

Son servicios especiales los siguientes:

...SERVICIO ESPECIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS.- Es el manejo de residuos especiales que comprenden los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que sean patógenos, tóxicos, corto punzantes, explosivos, reactivos, radioactivos o volátiles, corrosivos, e inflamables, así como los empaques o envases que los hayan contenido, como también los lodos, cenizas y similares, directamente afectados por estos.

SECCIÓN V DE LOS SERVICIOS ESPECIALES DE DESECHOS HOSPITALARIOS, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS

Art. II.349.- MOVILIZACIÓN DE DESECHOS HOSPITALARIOS, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS.- Para el transporte y movilización de desechos industriales, hospitalarios y peligrosos, será requisito indispensable el permiso ambiental expedido por la DMMA, que será el único documento que autorice la circulación de vehículos con este tipo de desechos o cualquier otro que se asimile.

Los transportadores estarán obligados a cumplir con los requisitos establecidos por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente respecto del volumen de carga, protecciones especiales, tipos de vehículos, horarios, y en general todo lo relativo a esta actividad.

Art. II.350.- DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL.- Los únicos sitios para recibir desechos hospitalarios e industriales peligrosos, son los autorizados por la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente. En estos casos se deberá

informar por escrito a las dependencias de control de movilización sobre los sitios a los que puede ser transportado determinado tipo de material.

CAPÍTULO IV DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Art. II.380.1.- OBLIGATORIEDAD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) .- El proponente, en forma previa y como condición para llevar a cabo una obra, infraestructura, proyecto o actividad, deberá someterla a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); para el efecto, deberá elaborar a su costo, según el caso, una Declaración Ambiental (DAM) o un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y ponerla a consideración de la Entidad Ambiental de Control que es la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA), para el trámite de aprobación, conforme a este capítulo.

Art. II.380.5.- SUJETOS DE CUMPLIMIENTO.- Sin perjuicio de la existencia de otras actividades, obras o proyectos que ocasionen un impacto ambiental significativo y entrañen un riesgo ambiental y precisen, por tanto, de un EsIA, se requiere de manera específica e ineludible un EsIA en los casos determinados en el Art. II.381.13.- Sujetos de Cumplimiento, Sección III, Capítulo V, de este título, previo al inicio de su construcción y operación.

Art. II.380.6.- EFECTOS.- Al tratarse de una obra, actividad o proyecto de aquellos que produzcan los efectos que impliquen un impacto ambiental significativo o generen riesgo ambiental, se requerirá la realización de un EsIA, sin que esta enumeración sea taxativa:

- 1.- Aquellos cuya realización conlleve la utilización de una parte sustancial de la infraestructura disponible en el área de la ubicación propuesta.
- 2.- Aquellos a efectuarse en etapas, cada una de las cuales no requeriría un EsIA, pero que en su conjunto podrían tener un impacto significativo acumulativo. Tales casos requerirán un EsIA que integre el impacto conjunto de todas las etapas, según pueda preverse, hasta alcanzar su desarrollo final.
- 3.- Los que generen riesgos para la salud de la población.
- 4.- Todos los que generen efectos adversos significativos sobre la calidad y la cantidad de los recursos aire, agua, suelo, flora y fauna.
- 5.- Aquellos que generen reasentamientos de comunidades humanas o alteraciones significativas en sus sistemas de vida y sus costumbres.

Anexo 3: Características y Especificaciones de Troqueladora “ACCURL”

Lugar de origen	Anhui China (Mainland)
Número de Modelo	J23-40 ton
Puerto	Shanghái
Orden mínima	1 Set/Sets
Capacidad de la fuente	10 Set/Sets per Día
Paquete	casos de madera
Plazo de expedición	3
Marca	Accurl
Energía consumida	5 kw
Embrague y freno de aire	Pedal del oot
Capacidad	250 toneladas

Fuente: VYM S.A.

Elaborado: Autores

Las prensas de energía mecánica de la marca de fábrica de “ACCURL” están viniendo en el marco y el tipo versiones de C del pilar a partir de 3 toneladas a 250 toneladas de capacidad en la mayoría del tipo económico de construcción. Las características opcionales tales como lubricación manual/auto. Sistemas; seguridad de la mano de la electrónica de los golpes de gracia; escoja/doble o las versiones un-gearred como también la rectitud neumática y los de-mecanismos de botes giratorios de los alimentadores para la automatización

Cuerpo de acero fijado, tipo inclinable, prensa de energía

Anexo 4: Análisis de Laboratorio.**LABORATORIO ANALITICO****Fecha de Recibido:** 2010 – noviembre – 9**Ciudad:** QUITO**Cliente:** VYMSA**Muestra de:** Baño de Zinc tina 2**Motivo de Análisis:** Control**Capacidad del tanque:** 650 LITROS**Sistema de Aditivos:**

Resultado de Análisis		Concentración Recomendada
Zinc metal	17 gr/lt	26 gr/lt
Oxido de Zinc	21 gr/lt	32 gr/lt
Cianuro de Sodio	43 gr/lt	56 gr/lt
Hidróxido de sodio	71 gr/lt	80 gr/lt
Relación Cianuro/Zinc	2.53	2.0 - 2.1
Purificador	Bajo	
Densidad	20 °Bé	25 – 27 °Bé

Control celda Hull: Falta recubrimiento y también falta brillo**Correcciones:**

Ajustar las sales a concentraciones recomendadas, luego de esta adición agregar como dosis extra de brillo 3 ml/lt y de purificador de zinc 2 ml/lt

Para luego seguir con las dosis normales con las que estén acostumbrados a trabajar
Controlar el purificador con el papel test purifier de Galvano

Control de Hull :

Mejora deposito

Después de Correcciones:**Observaciones:**

para los 650 litros adicionar

oxido de zinc

7 kg

cianuro de sodio

8.45 kg

hidróxido de sodio

5.85 kg

brillo

2.5 kg

purificador de zinc

1.5 kg

Fecha: 2010 – noviembre – 11

LABORATORIO ANALITICO

Fecha de Recibido: 2010 – noviembre – 9
Cliente: VYMSA
Muestra de: Baño de Zinc tina 3
Motivo de Análisis: Control
Capacidad del tanque: 650 LITROS
Sistema de Aditivos:

Ciudad: QUITO

Resultado de Análisis	Concentración Recomendada
Zinc metal 21 gr/Lt	26 gr/Lt
Oxido de Zinc 26.04 gr/Lt	32 gr/Lt
Cianuro de Sodio 51 gr/Lt	56 gr/Lt
Hidróxido de sodio 60 gr/Lt	80 gr/Lt
Relación Cianuro/Zinc 2.43	2.0 - 2.1
Purificador Bajo	
Densidad 21 °Bé	25 – 27 °Bé

Correcciones:

Control de Hull :

Después de Correcciones: Mejora deposito

Observaciones:	para los 650 litros adicionar
oxido de zinc	3.9 kg
cianuro de sodio	3.25 kg
hidróxido de sodio	13 kg
brillo	1.95 kg
purificador de zinc	1.3 kg
Fecha: 2010 – noviembre – 11	

LABORATORIO ANALITICO

Fecha de Recibido: 2010 – noviembre – 9 **Ciudad:** QUITO
Cliente: VYMSA
Muestra de: Baño de Zinc tina 1
Motivo de Análisis: Control
Capacidad del tanque: 650 LITROS
Sistema de Aditivos:

Resultado de Análisis			Concentración Recomendada
Zinc metal	23	´gr/Lt	26 ´gr/Lt
Oxido de Zinc	28.52	´gr/Lt	32 ´gr/Lt
Cianuro de Sodio	51	´gr/Lt	56 ´gr/Lt
Hidróxido de sodio	65	´gr/Lt	80 ´gr/Lt
Relación Cianuro/Zinc	2.22		2.0 - 2.1
Purificador		Bajo	
Densidad	21	ºBé	25 – 27 ºBé

Control celda Hull: Faltan sales, falta recubrimiento y faltan brillo

Correcciones:

Se recomienda ajustar las sales a las concentraciones recomendadas y controlar el purificador con el papel test purifier de Galvano, para después hacer una adición extra de brillo del que estén usando de 3 ml/Lt y de purificador 2 ml/Lt... y luego seguir con las dosis normales de brillo y de purificador a las que estén acostumbrados a trabajar.

Control de Hull :

Después de Correcciones: Mejora deposito

Observaciones: **para los 650 litros adicionar**

oxido de zinc	2.6 kg
cianuro de sodio	3.25 kg
hidróxido de sodio	9.75 kg
brillo	1.95 kg
purificador de zinc	1.3 kg

Fecha: 2010 – noviembre – 11

Fuente: VYM S.A. / Galvagestor

Anexo 5: Acumulación de Zinc en Piezas Galvanizadas

Pieza	Sin Galvanizar	Con Galvanizado	Zinc Depositado (g)	Piezas galvanizadas anualmente	Zinc depositado al año (g)	Área Galvanizada (cm²)	Área anual galvanizada (m²)	Deposición gr de zinc/(m²)
Cuerpo	74	74,4	0,4	672140	268856	144,37	9703,68518	27,706
Palanca	36,8	37	0,2	672140	134428	35,56	2390,12984	56,242
Gatillo	22,6	23,2	0,6	672140	403284	20,62	1385,95268	290,979
Seguro	3,2	3,2	0	672140	0	8,92	599,54888	0
Flecha	1,3	1,3	0	289980	0	2,84	82,35432	0
Tapa	9,3	9,5	0,2	289980	57996	22,16	642,59568	90,252
Caja	15,6	15,8	0,2	289980	57996	36,18	1049,14764	55,279
Recibidor Alivianado	32,1	32,3	0,2	542870	108574	95,42	5180,06554	20,959
Recibidor Estándar	40	41	1	156490	156490	98,94	1548,31206	101,071
Resorte BCP	3,2	3,25	0,05	289980	14499	0,22	6,37956	2272,727
Porta Resorte	14,8	14,9	0,1	672140	67214	38,36	2578,32904	26,068
Total					1269337			

Elaborado: Autores

Anexo 6: Matriz de Decisiones de Oportunidades

FACTORES OPORTUNIDAD	BENEFICIO ECONÓMICO	BENEFICIO AMBIENTAL	MEJORA PRODUCTIVA	TIEMPO DE REALIZACIÓN	FACTIBILIDAD	TOTAL
1. Utilizar Bobinas en mayor cantidad que planchas	1	1	2	2	1	7
2. Mejor ubicación de Planchas	1	1	1	2	2	7
3. Químicos menos peligrosos en galvanizado	1	3	1	2	1	8
4. Reciclaje de agua en enjuague	2	3	1	3	4	13
5. Grúa en el galvanizado	1	1	1	2	3	8
6. Mejora de tiempos en galvanizado	3	2	2	2	3	12
7. Rediseño de moldes	3	3	2	1	1	10
8. Reutilizar plástico para empackado	1	2	1	2	2	8
9. Creación de áreas de verificación	2	1	3	3	2	11

Elaborado: Autores

Evaluado en escala de 1 a ,5 siendo 1 la calificación más baja del factor y 5 la mayor.

Anexo 7: Selección de muestra

Ecuación general

Ecuación A7 Tamaño de Muestra

$$n = \frac{2(t_{(0,025,kxno-k)})^2 \sigma^2}{(dt)^2}$$

Donde:

$t_{(0,025,kxno-k)}$ Distribución t de student con 5% de confiabilidad.

$kxno - k$: Grados de Libertad

σ^2 : Es la desviación estándar estimada.

k : Es el número de niveles del factor.

no : Es el número de pruebas inicial que se estima realizar.

dt : Es la magnitud de las diferencias entre los niveles que interesa detectar.

Estimación del Tamaño de Muestra (n) en los Experimentos

Experimento Cuerpo BPH

Tabla A7-1 Experimento C-BPH

Niveles del factor (k)	4
Numero de pruebas estimadas (No)	5
Diferencia esperada entre niveles (dt)	6
Variabilidad esperada	6
Tamaño de la muestra (n)	8,987

Elaborado: Autores

Decisión: el tamaño de muestra elegido es de 9 piezas.

Experimento Caja BCP

Tabla A7-2 Experimento C-BCP

Niveles del factor (k)	3
Numero de pruebas estimadas (No)	5
Diferencia esperada entre niveles (dt)	6
Variabilidad esperada	6,1
Tamaño de la muestra (n)	9,81

Elaborado: Autores

Decisión: El tamaño de muestra elegido es de 10 piezas.

Experimento Resorte BCP

Tabla A7-3 Experimento R-BCP

Niveles del factor (k)	5
Numero de pruebas estimadas (No)	5
Diferencia esperada entre niveles (dt)	6
Variabilidad esperada	6
Tamaño de la muestra (n)	8,701

Elaborado: Autores

Decisión: El tamaño de muestra elegido es de 9 piezas.

Anexo 8: Diseño Fallido

En la siguiente tabla se detalla el factor seleccionado y sus niveles.

Tabla A8-1 Factor Seleccionado

Factor	Niveles	Unidad
Tiempo de inmersión	40	Minutos
	65	Minutos
	90	Minutos

Elaborado: Autores

Después de analizar todos estos factores se decidió realizar 5 repeticiones para cada nivel del factor planteado, de esta manera el modelo experimental que se adecuara será un diseño unifactorial de tres niveles y 5 corridas, a continuación se puede visualizar mejor el modelo a ejecutar.

Tabla A8-2 Experimento Unifactorial-Inválido

Proceso	Piezas	Experimento unifactorial	Tiempo de inmersión	Unidad	Repeticiones
Recubrimiento electrolítico	Resorte BCP	Experimento unifactorial	40	Minuto	5
	Cuerpo BPH		65	Minuto	5
	Caja BCP		90	Minuto	5

Elaborado: Autores



Salt Spray Test Machine

Operating Instructions

TS1-60-SS 、 TS1-90-BS

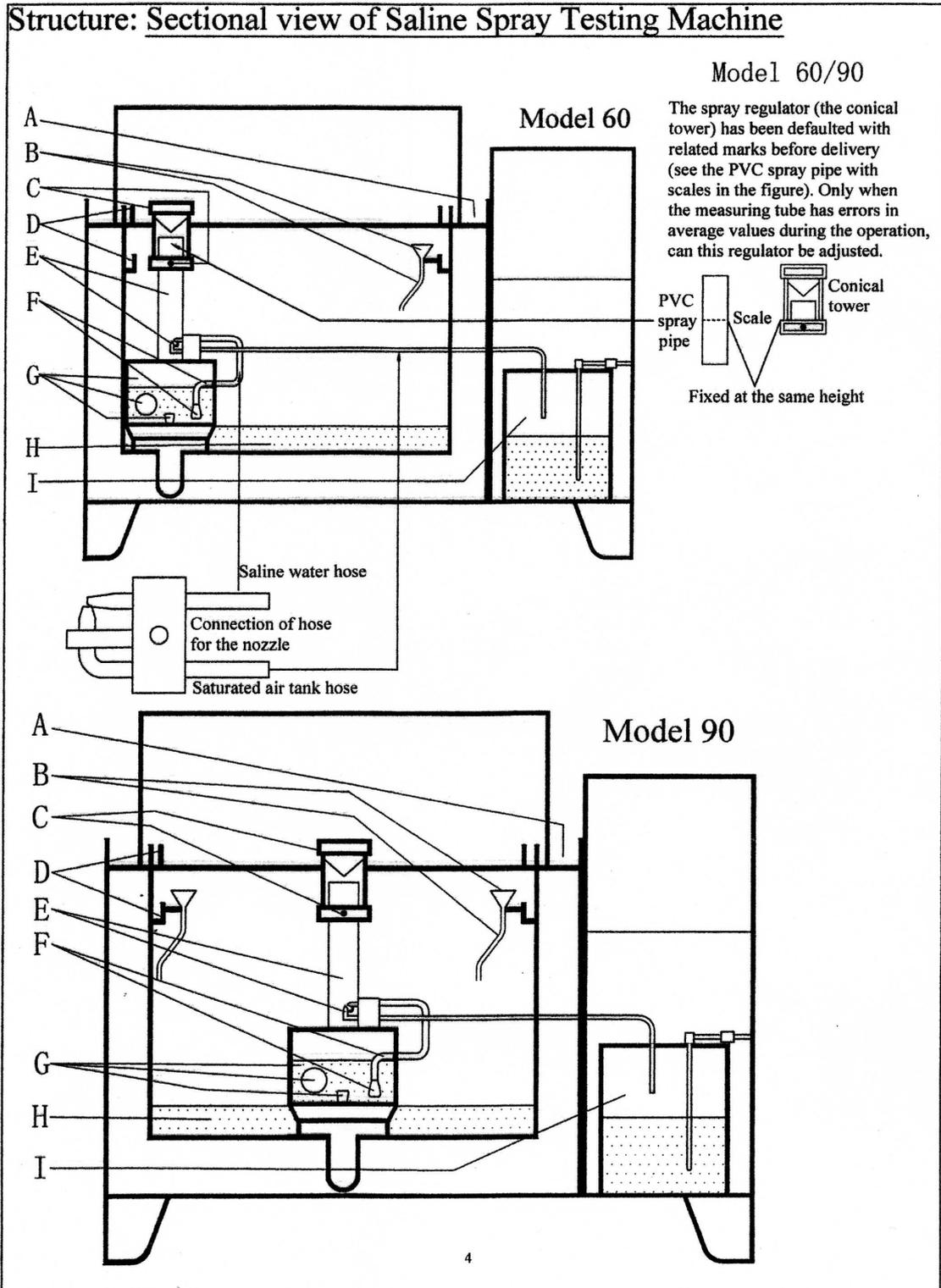
**Taiwanese parts plus European, U.S.A., Japan components
&
Made in Taiwan**



Revised in January of 2009

- A. Isolation groove: Water is poured into this groove to prevent the saline mist from spilling and ensure the required temperature inside the test chamber.
- B. Funnel-shape collecting cup and draft tube: Model 120 and 90 have two units, located at left and right sides. Model 60 only has one. This unit serves as the measuring tube that collects the mist from the spray nozzle to the test chamber via the draft tube.
- C. Spray regulator (the conical tower, with fixed plastic screw): To adjust the spraying volume. To increase the spraying volume, adjust the tower to the high value, to decrease, lower value.
- D. Bracket: Made of plastic-steel or PVC. The object, if its weight is centralized this bracket, should be more than 1kg in weight. The object can be over 6kg if placed on it in a dispersed manner. There two rows of U/V holes at both the sides of the bracket, where the PVC V-shape glass bars are placed with angle of 15-30° to the vertical surface.
- E. Spray tower (spray nozzle): The built-in glass spray nozzle is installed inside the spraying PVC pipe, where the atomized mist passes by tower pipe and is dispersed into the test chamber via the PP pipe in a conical manner.
- F. Filter and saline water guide pipe: (set inside the pre-heat groove of saline water) Used to filter the impurities in the saline water before the water is conveyed for spraying via the guide pipe.
- G. Saline water pre-heat groove: It is set at the bottom of the spray tower, which receive the saline water from the storage tank. The water level is automatically controlled via the ball bobber in the tank. The rainspout is set at the bottom of the tank and blocked with a rubber cock.
- H. Heating tank: It is set inside the test chamber and used to hold the water for heating so that the temperature inside the test chamber can be balanced.
- I. Saturated air tank: Set at the bottom of the control box and made of 304# stainless steel, this airtight tank can bear a pressure of $2-3\text{kg/cm}^2$ output by the air compressor. Its main function is to allow the air to be heated in it and then sent to the spray nozzle of test chamber.

Internal and external structure diagrams and related introduction



Taiwan Standard	Salt Spray Test	Total No.	8886
CNS		Classification No.	Z8026
<p>1. Application scope: This standard specifies the details of salt spray test conducted for checking the anti-corrosion performances of the metal materials with organic and non-organic films after they are plated.</p> <p>2. Test facilities.</p> <p>2.1 The test facilities include the spray room, saline water tank, air compressor or other types of pressurized air supplier, spray nozzle, supporter of test sample, heater and regulator. The size and structure of the test facilities can be customized provided that all conditions specified in this standard are satisfied.</p> <p>2.2 Solution accumulated on the roof and cover of the spray room should not drop onto the test sample.</p> <p>2.3 The solution dripped from the test sample and re-collected by the saline water tank should not be re-used for the test.</p> <p>2.4 Materials of the facilities should not affect the erosion of the sprayed mist.</p> <p>3. Test sample: The size, shape, quantity and judgment should be subject to the specifications of the test materials or products.</p> <p>4. Preparation of test sample:</p> <p>4.1 The metals and the metal films on the metal should be cleaned properly according to the nature of the surface and situation of the dirt. However, the grinding agents other than magnesia, which can create sediment calcium carbonate, and the cleaning agent, which can be corrosive and form a protective film, are not allowed to be used. The test sample should not be re-polluted after cleaning.</p> <p>4.2 Test sample with dope and or non-metal film should not be cleaned before test, nor receive other treatments.</p> <p>4.3 If the test must be conducted on the damaged area of the test sample with dope or organic film, you should use sharp object to scratch the area in an irregular manner so that the metal base can be exposed. Such irregular scratches should be subject to the agreement reached by both the buyer and seller.</p> <p>4.4 Unless otherwise specified, the contact area between the film and opening of the plywood test sample or the supporter must be covered with fixed film for protection under the test condition.</p> <p>5. Position of the test sample: The position of the test sample in the salt spray test room must be subject to the following conditions:</p> <p>5.1 Unless otherwise stipulated, the major surface of the test sample should be tilted to the extent that the test result isn't affected. Normally, the angle between plumb line and major surface can be 15-30°. The positioning or suspending direction should be in the same plan as the spray and in parallel with the mainstream. (It is preferable that the supporting materials be glass, rubber, plastic, or wood with proper covering). The test sample should be supported from the side or bottom. To support the flat test sample, the supporter should be shaped with a groove. To fix the test sample in a position, you</p>			

- 5.2 Never allow the test sample to contact with other objects except the supporter.
- 5.3 The test sample should not hinder the falling of the spray.
- 5.4 The saline water on one test sample should not drip on the other.

6. Salt solution

The salt solution should be prepared in the way that sodium chloride is dissolved in the distilled water or water with solid content less than 20ppm to a concentration of $5 \pm 0.5\%$, and when measured at $33-35^{\circ}\text{C}$, the specific gravity should be 1.0268-1.0413 and it should be checked on daily basis. The salt used for test should be equivalent of first class CNS 1985 Chemical Test Agent Sodium Chloride. The PH value should be 6.5-7.2 when in the spray state at 35°C . (The salt solution prepared with water containing carbon dioxide may change its PH value with the variation of temperature. It is preferable the PH value adjusted in the following way). No floating object should be seen on the surface of the solution. To determine the PH value, you must use high-precision PH meter or PH paper. (PH paper's quality should not be deteriorated, and PH meter be calibrated on regular basis). Other methods, like using bromothymol blue indicator with colorimetry, are also allowed.

- 6.1 If the PH value of the salt solution adjusted under room temperature is sprayed at 35°C , the collected salt water may have higher PH value than the original liquid as the carbon dioxide will be lost when the temperature rises. Therefore, when the PH value is adjusted under room temperature, you should adjust it to the value below 6.5. To understand the process, you can try by boiling the salt solution of 50ml prepared under room temperature for 30 seconds, then measure its PH value after cooled. If the PH value of the salt solution is adjusted to 6.5-7.2 in this way, the PH value of salt solution sprayed at 35°C can reach the required range.
- 6.2 Before the PH value is adjusted, if you boil the salt solution and cool it down to 35°C or keep the liquid at 35°C for 48 hours, the PH value won't change much when sprayed at 35°C .
- 6.3 To remove the carbon dioxide in the water used for preparing the salt solution, you can heat the solution to 35°C or higher temperature, and then adjust the PH value to 6.5-7.2. In this way, the PH value won't change much when the salt solution sprayed at 35°C , for the carbon dioxide has been removed.
- 6.4 To prevent the nozzle from jamming, you can filter the salt solution or use tilting method before the liquid gets into the solution tank, or install a glass filter or place a white cloth at the end of the spraying hose.
- 6.5 To decrease the PH value, you can use test-level solution of 10% hydrochloric acid (CNS17), to increase it, 10% sodium hydroxide.

- 7. Compressed air: The compressed air, used for atomizing the salt solution for spraying, should be oil and dust free and its pressure should be kept as $0.7-1.8\text{kgf/cm}^2$. (0.0687-0.1765MPa)

Note: The unit and the number inside the bracket “()” are of SL system and recorded for reference.

(6) It is preferable that the supplied compressed air passes through the water cleaner or the asbestos, wood hair, glass fine hair or active alumina with a thickness of at least 60cm so as to remove the oil and dust.

8. Conditions of salt spray chamber

- 8.1 Temperature: The temperature of the exposed area of the test sample in the chamber should be kept at $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and recorded at least twice a day (in the morning and evening). To record the temperature, you can use the continuous-record device or use the thermometer put on the outside of the wall of airtight chamber. The spray chamber must be shut off when the temperature is read.
- 8.2 Spray volume: Place at least two clean mist collectors into the test chamber, and do not collect the

- 8.3 It is preferable that the glass funnel be used as the collector, whose tube can be inserted via the cock into the graduate or the crystal is used. For funnel with a diameter of 10cm or vessel with an area of 80cm², the concentration of the collected liquid must be $5\% \pm 0.5$.
- 8.4 The solution can be conforming if the specific gravity of the collected liquid is 1.0268-1.0413 when measured at 33-35°C. The concentration of the solution can also be measured in the following way. The PH value, which should be 6-5-7.2, can be measured either by electric means or by using bromothymol blue indicator with colorimetry. First take 5ml of collected solution and mix it with 100ml of distilled water till it is fully diluted. Use a sucking pipe to take 10ml of such mixed liquid into the evaporating dish or ceramic dish. Then add 40ml of distilled water and 1ml of potassium chromate (fluorid free) and wait till it is still. After that, titrate with 0.1N silver nitrate till the liquid turns red. Only when the quantity of 0.1N silver nitrate solution is between 4.4-5.5ml, can its concentration be conforming.
- 8.5 The mist should not directly strike on the test sample, nor the spray be blocked.
9. Continuity of test: Unless otherwise stipulated, the test should be conducted uninterruptedly in the airtight salt spray chamber. The test operations are carried out without interruption, except those times when the test sample needs to be checked or test liquid compensated, so that the test result can be optimized. If the interruption is absolutely necessary, the time of such interruption should be minimized.
10. Test time: The test time is subject to the specification of the test material or product.
11. Post-test treatment: Unless otherwise stipulated, the test sample should be treated according to the following information:
- 11.1 Be careful when taking out the test sample.
- 11.2 To remove the salt sediments on the surface of the test sample, you can wash the test sample under normal temperature and dry it immediately. (To observe the corrosion state of the base metal, you can use a soft brush or soft foam to gently remove the generated substances on the corrosive surface.)
12. Judgment: The judgment should be made according to specifications of the materials or products, or to the agreement reached by both the buyer and seller.
13. Record and report: Unless otherwise stipulated in the specifications of the materials or products, the following items should be recorded:
- 13.1 The type of the salt and water used for preparing the salt water.
- 13.2 The temperature of the area exposed to the salt spray.
- 13.3 The following items should be recorded on daily basis:
- (a) Quantity (ml) of the salt water collected within 1 hour from the 80cm².
- (b) Concentration or specific gravity of collected solution at 35°C.
- (c) PH value of collected solution.

13.5 Pre-test and post-test cleaning method for the test sample.

13.6 How test sample is supported or suspended in the lab.

13.7 Protection mode as described in Section 4.4.

13.8 Spraying time.

13.9 Causes and time of interruption, if any.

13.10 Results from all examinations.

References: The following information is only used for reference, not construed as part of the standard.

Structure of Saline Spray Testing Machine

1. Material: The Saline Spray Testing Machine or its internal parts should be made of plastic, glass, ceramic and rubber which have good performances of temperature, acid and alkali resistance.
2. Glass nozzle: The air pressure at the spraying nozzle should be 0.8-1.3kgf/cnm² (0.0784-0.1257MPa). Within a spray chamber of 0.34m³, two nozzles of this type should be used, with spraying volume of 3.58L every 24 hours.

Reference Table 1

Air pressure kgf/cnm ² (MPa)	0.7(0.686)	1.1 (0.1079)	1.4 (0.1373)
Spray volume m ³ /min	0.013	0.016	0.020
Chloride-based salt l/hr	0.57	0.72	0.87

3. Smooth nozzle: The nozzle should work to the extent that the salt water can be sprayed in an atomized manner. (See Reference Figure 1) The nozzle and the outlet for redundant salt mist should be properly configured. The sprayed mist should fall onto the test sample or between the test samples naturally, with minimized horizontal movement. To keep the post-spray concentration of the salt water the same as before spray, the supplied compressed air should have the humidity of 95-98% when it enters the airtight chamber.

3.1 When the mist is sprayed out, the compressed air will be swollen without lowering down its temperature. However, its relative humidity will be dramatically decreased. To keep the same relative humidity (95-98%) for compressed air when it is swollen, the air should have saturated vapor under high temperature and be cooled down to 35°C indoor. For that effect, the clean compressed air must be injected into the anti-corrosion tank with hot water of a certain temperature so as to form the air bubbles. The fine bubbles can be saturated in an instant. Therefore, how deep the air is injected into the water is not important for the fineness of the air bubble. To remove the impurities in the air, the water in the saturated tank must be replaced weekly.

3.2 If the supplied compressed air reaches the critical pressure of the nozzle, the corrosiveness of the

an appropriate pressure regulator to adjust the air pressure to be within 0.007kgf/cm^2 (0.000687MPa).

Note not allow the nozzle to work under its critical pressure.

Remarks: If the concentration of the collected salt mist turns high when the saturated tank is under a certain temperature in the process of salt water spaying, it indicates that converted air bubbles are not fine enough.

4. Adjusting temperature: Several ways can be used for maintaining the temperature of the salt spray chamber. It is preferable the air be injected with a temperature of above 35°C . The tolerance of temperature is subject to the following conditions.

4.1 Applicable to the requirements of Section 8.1.

4.2 The thermal conductivity of the chamber wall and ambient temperature.

4.3 Air volume injected into the salt spray chamber.

4.4 When the air is sprayed out from the chamber, the contents of the following table showing related temperature and pressure must be satisfied to achieve the relative humidity of 95-98% (see Reference Table 2)

Reference Table 2

Air pressure kgf/cm^2 (MPa)	0.85 (0.0833)	1.0 (0.0980)	1.1 (0.1079)	1.25 (0.1225)
Temperature ($^\circ\text{C}$)	45	47	48	50

- It is preferable that the ambient temperature of salt spray chamber can be adjusted and constant temperature maintained. For this purpose, you can place the chamber in a room with constant temperature or wrap the chamber with a sheath filled with water of a certain temperature. For an absolutely insulated salt spray chamber, only the top part can be used for pre-heating. However, to allow the temperature to be risen quickly when the salt spray chamber is opened in this mode, complementary heat source with auto adjustment must be employed. Actually, a heater installed inside the salt water tank can't satisfy this requirement.

International specifics of the test solutions and conditions

Salt spray test: accelerated corrosion test of electroplated coating film. Neutral salt spray test is applied in Japan now, but to shorten test duration and Copper Accelerated Acetic Acid-Salt Spray Test (CASS*) are employed recently. The salt spray tester is specified in JIS Z 2371. Below table shows the test solutions and conditions.

Conditions of various Salt spray test:

Test	Salt spray test		CASS Copper Accelerated Acetic Acid-Salt Spray Test (CASS)**	
	JIS	ASTM	JIS	ASTM
Saline solution	5±1%	5±1%	5±1%	5±1%
Acetic acid			1~3 mg/L	1~3 ml
Copper chloride			0.26g/L	1g/gaL
pH	6.5~7.2	6.5~7.2	3.1~3.3	3.1~3.3
Spray pressure	0.7~1.8kg/cm ²	0.7~1.8kg/cm ²	1±0.1/kg cm ²	0.7~1.8kg/cm ²
Temperature in flume	35±2°C	35±2°C	49±2°C	49±1.1°C
Spray collection volume*	0.5~3.0ml/h	0.75~2.0ml/h	1.0~2.0ml/h	1.0~2.0ml/h
Test duration	8 hour spray	Continuous	Continuous	Continuous
	hours with interval or continuity			

* In case that the spray collector area totals 80cm², the collection volume of 16 hours running.

** At judging results, Copper Accelerated Acetic Acid-Salt Spray test is based on the rating number, and others as specified in JIS.

References: The above information is only used for reference, not construed as part of the standard.


THINGWELL ENTERPRISE CO. LTD
MILL'S CERTIFICATE

Description : SALT SPRAY (ANTI-CORROSION) TEST MACHINE

Model : TS1-60-SS

NO : 099062101

DATE	2010/04/21	TEST TIME	24 Hours
Standard Value		Tested Value	
Chamber Temp.	35°C±1	Actual Temp.	35°C±0.3
Saturated Air Temp.	47°C±1	Actual Temp.	47°C±0.4
Air Pressure	1 kg/cm ²	Actual Pressure	1 kg/cm ²
Spray Volume	1~2ml (80 cm ² /hr)	Actual Spray	1.5ml (80 cm ² /hr)
Alarm Light Motion	Normal	Floater Motion	Normal
Chamber Water level	Normal	Saturated Tank Water level	Normal

As per the test standard of CNS8886, above mentioned product is QUALIFY.

Tester : 林永昌

Quality control : 陳正翰

Supervisor : 蘇建成

	S.G.C. PROCESADORA VYMSA Registro de Ensayo Exposición a Niebla Salina	Revisión:	N° 1
		Fecha:	14/04/2010
		Hoja:	1 de 1

Fecha de inicio	14-sep-11	Contador de horas	H inicial	4877	H final	
-----------------	-----------	-------------------	-----------	------	---------	--

Producto/Pieza	Cantidad	Observaciones (Mediciones)		
		Abajo	Centro	Arriba

DESCRIPCIÓN DE LA CARGA				
Tiempo (horas)	PH solución	Temperatura de la cámara (°C)		Resultados
		CÁMARA	AIRE	
0				
24	7	35	47	
48	7	35	47	
72	7	35	47	
96	7	35	47	
120	7	35	47	
144	7	35	47	

CONCLUSIONES

Anexo 10: Procedimientos Estadísticos

1. Experimento Cuerpo BPH

Presentación de datos:

Los datos obtenidos al realizar el proceso de experimentación, son la base de los procedimientos estadísticos y se presentan a continuación.

Tabla A10-1 Experimento C-BCP

Factor: tiempo en cámara salina				Tiempo teórico de inmersión: 60 minutos				
Cuerpo BPH				Niveles de inmersión (minutos)				
A= 40		B= 53		C= 65		D=77		Unidades
Muestra 1	48	Muestra 10	48	Muestra 19	72	Muestra 28	216	Horas
Muestra 2	48	Muestra 11	72	Muestra 20	72	Muestra 29	240	Horas
Muestra 3	72	Muestra 12	48	Muestra 21	72	Muestra 30	240	Horas
Muestra 4	48	Muestra 13	72	Muestra 22	96	Muestra 31	216	Horas
Muestra 5	72	Muestra 14	48	Muestra 23	72	Muestra 32	240	Horas
Muestra 6	24	Muestra 15	72	Muestra 24	96	Muestra 33	216	Horas
Muestra 7	48	Muestra 16	72	Muestra 25	48	Muestra 34	240	Horas
Muestra 8	48	Muestra 17	96	Muestra 26	96	Muestra 35	240	Horas
Muestra 9	24	Muestra 18	72	Muestra 27	72	Muestra 36	264	Horas

Elaborado: Autores

1.1 Análisis de la varianza

Como se mencionó en el capítulo 6, el análisis de la varianza permite comprobar las hipótesis planteadas al inicio del proceso de experimentación, mediante la cual se trata de comprobar si existe una afectación directa de los niveles del factor de estudio en los valores de la variable respuesta.

Tabla A10-2 ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	200576	3	66858,6667	253,25	2,29609E-22	2,90111958
Error	8448	32	264			
Total	209024	35				

Elaborado: Autores

Trabajando con un nivel de significancia o de confianza del 5% aceptamos la hipótesis alternativa, alguno de los tratamientos tiene influencia sobre la media global ya que el dato F obtenido es significativamente mayor al valor crítico.

1.2 Verificación de los supuestos del modelo.

1.2.1 Aleatoriedad de los datos

La aleatoriedad al momento de escoger los datos se realizó de la siguiente manera:

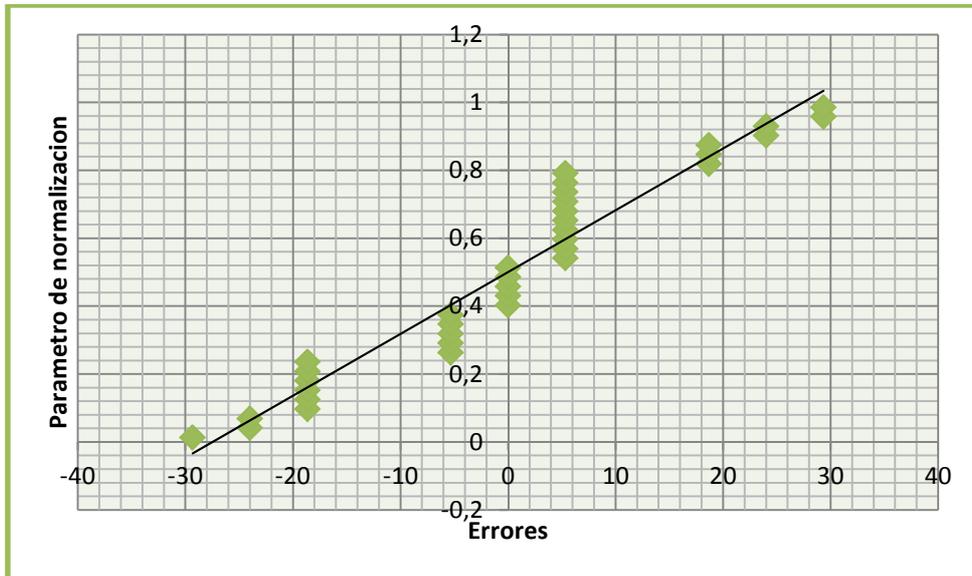
De la población estudiada, en el caso específico un tambor electrolítico lleno de Cuerpos BPH, se realizó una primera selección al azar de 30 piezas, posteriormente se etiquetó cada una de las 30 piezas, se corrió en el programa "Microsoft-Excel" la función que arroja números aleatorios, obteniendo de esta manera las piezas etiquetadas con el número seleccionado en la muestra final de 9 piezas.

1.2.2 Normalidad de los errores.

Se realizó un análisis gráfico de los errores tanto en una escala ordinaria como en una escala normal estándar, los gráficos respectivos se muestran a continuación.

Grafica en papel normal

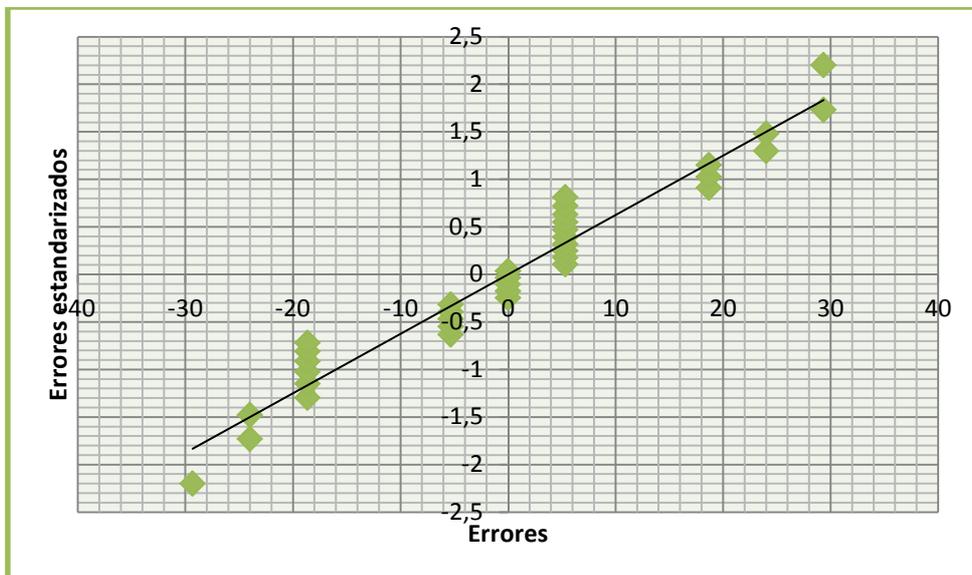
Ilustración A10-1 Papel Normal



Elaborado: Autores

Grafica en papel ordinario.

Ilustración A10-2 Papel Ordinario



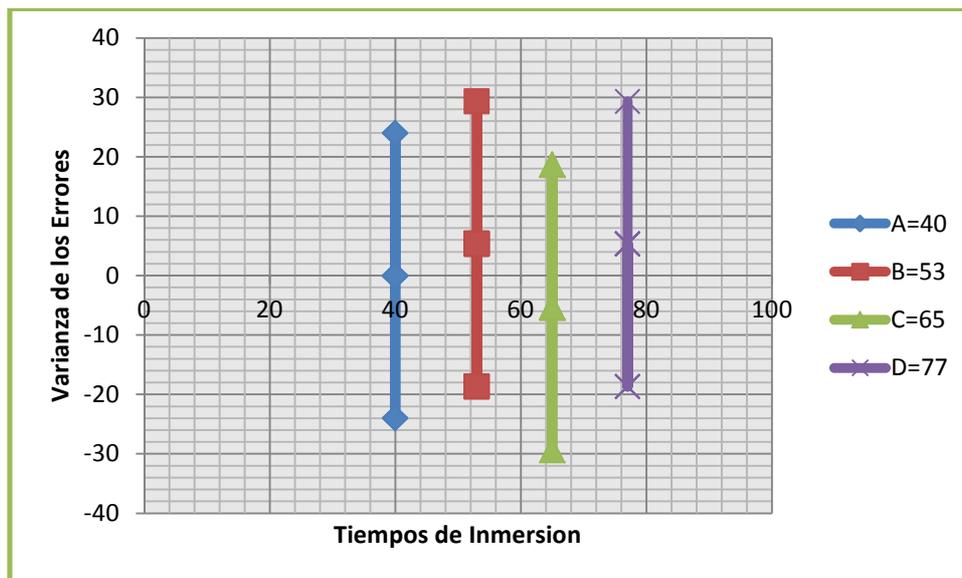
Elaborado: Autores

Resumen

Mediante el análisis gráfico-descriptivo se ve que hay evidencia que los errores siguen una distribución normal, además se realizó la prueba de normalidad de los errores “Shapiro-Wilks” obteniendo un estadístico menor al valor crítico de la prueba, por estas razones se puede asegurar que los errores en este experimento siguen una distribución normal estándar.

1.2.3 Varianza constante de los errores

Ilustración A10-3 Varianza de Los Errores



Elaborado: Autores

Gráficamente se observa que la dispersión en las series de datos de los errores se mantiene constante por lo cual se podría sospechar que los errores en cada uno de los niveles del factor, poseen varianzas constantes, los datos de cada una de las series se presentan a continuación.

Tabla A10-3 Series de Datos

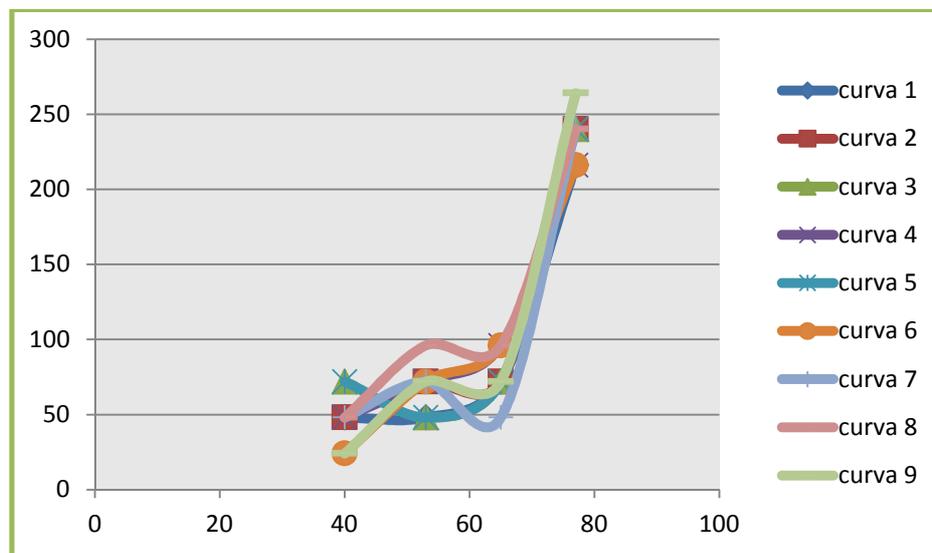
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A= 40	9	432	48	288
B= 53	9	600	66,667	256
C= 65	9	696	77,33	256
D=77	9	2112	234,667	256

Para poder asegurar que el modelo utilizado cumple con el supuesto de la homogeneidad de las varianzas, se realizó la prueba de “Bartlett” en la cual se obtuvo un estadístico de prueba contundente, que confirma el análisis gráfico.

1.3 Ecuación de la Curva Promedio

Para obtener la ecuación de la curva promedio se realizó primero una visualización gráfica del comportamiento de todas las curvas obtenidas en el experimento, como se muestra a continuación.

Ilustración A10-4 Ecuación de la Curva



Elaborado: Autores

El eje de las “X” o abscisas representa el tiempo de inmersión de las piezas en los tambores electrolíticos de zinc en minutos, y el eje de las “Y” u ordenadas representa el tiempo de resistencia de las piezas a las condiciones de la cámara salina en horas.

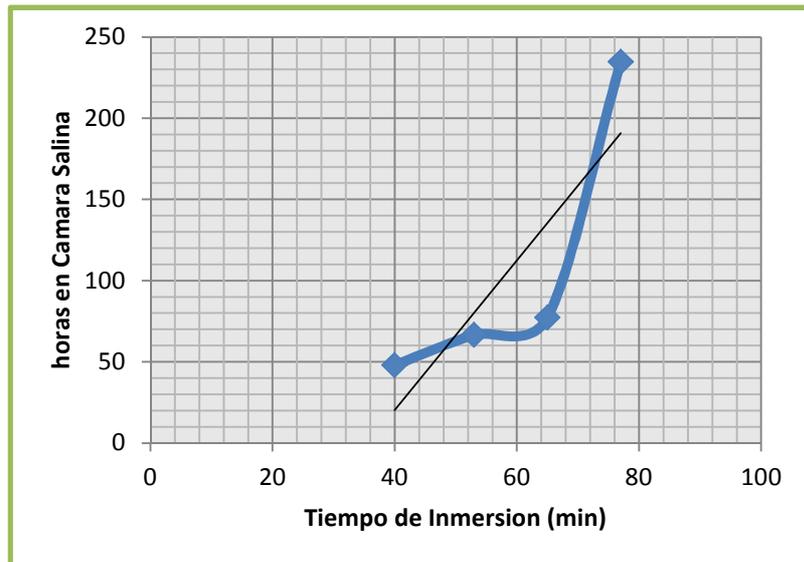
Se puede observar que todas las curvas siguen un patrón de comportamiento muy similar entre sí, y que prácticamente forman una recta entre los valores de 40 y 65 minutos, tornándose en una curva exponencial cuando los tiempos de inmersión superan los 70 minutos.

El siguiente paso que se realizó, fue el de obtener los valores promedio de cada uno de los niveles de las curvas anteriores, para poder representar gráficamente un curva promedio como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla A10-4 Valores x, y

Valores en X	Valores en Y
40	48
53	66,6667
65	77,3333
77	234,667

Ilustración A10-5 Curva Promedio



Elaborado: Autores

Una vez obtenida la curva promedio con sus diferentes puntos se procedió a formular la ecuación de la curva.

Ecuación A10-1 Ecuación de la Curva

$$Y = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

Se optó por una ecuación de tercer nivel ya que se cuenta con 4 valores en X y cuatro valores en Y, de modo que se puede formular un sistema de ecuaciones 4*4 que consta de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas.

$$48 = 6400a + 1600b + 40c + d \text{ cuando } (x = 40, y = 48)$$

$$66,66 = 148877a + 2809b + 53c + d \text{ cuando } (x = 53, y = 66,66)$$

$$77,33 = 274625a + 4225b + 65c + d \text{ cuando } (x = 65, y = 77,33)$$

$$234,66 = 456533a + 5929b + 77c + d \text{ cuando } (x = 77, y = 234,66)$$

Este sistema de ecuaciones se resolvió matricialmente obteniendo los siguientes resultados.

Tabla A10-4 Solución Matricial

a	0,01435364
b	-2,2897244
c	120,664819
d	-2033,6668

Elaborado: Autores

De este modo la ecuación final del sistema es la siguiente:

Ecuación A10-2 Ecuación de la Curva Reemplazo Datos

$$Y = 0,01435364x^3 - 2,28972447x^2 + 120,664819x - 2033,66681$$

1.4 Interpolación de valores.

Al resolver esta ecuación se obtuvo como resultado final que para que “Y” que representa el tiempo que resiste la pieza en cámara salina sea de 82,78 horas se necesita un tiempo de inmersión “X” de 66 minutos, al cual que se llamará “tiempo ideal”.

2. Experimento Resorte BCP

2.1 Presentación de datos:

Los datos obtenidos al realizar el proceso de experimentación, son la base de los procedimientos estadísticos y se presentan a continuación.

Tabla A10-5 Experimento Resorte BCP

Factor: tiempo en cámara salina				Tiempo teórico de inmersión: 90 min						
Resorte BCP				Niveles de inmersión (minutos)						
A= 40		B= 65		C= 73		D= 81		C= 90		Unidades
Muestra 1	72	Muestra 10	120	Muestra 19	120	Muestra 28	240	Muestra 37	312	Horas
Muestra 2	48	Muestra 11	72	Muestra 20	144	Muestra 29	264	Muestra 38	336	Horas
Muestra 3	72	Muestra 12	72	Muestra 21	120	Muestra 30	288	Muestra 39	312	Horas
Muestra 4	96	Muestra 13	96	Muestra 22	144	Muestra 31	288	Muestra 40	336	Horas
Muestra 5	48	Muestra 14	120	Muestra 23	144	Muestra 32	240	Muestra 41	360	Horas
Muestra 6	72	Muestra 15	72	Muestra 24	168	Muestra 33	264	Muestra 42	360	Horas

Muestra 7	72	Muestra 16	96	Muestra 25	120	Muestra 34	264	Muestra 43	312	Horas
Muestra 8	48	Muestra 17	96	Muestra 26	168	Muestra 35	288	Muestra 44	336	Horas
Muestra 9	96	Muestra 18	72	Muestra 27	144	Muestra 36	264	Muestra 45	336	Horas

Elaborado: Autores

2.2 Análisis de la varianza

Como se mencionó en el capítulo 6, el análisis de la varianza permite comprobar las hipótesis planteadas al inicio del proceso de experimentación, mediante la cual se trata de comprobar si existe una afectación directa de los niveles del factor de estudio en los valores de la variable respuesta.

Tabla A10-6 ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	474700,8	4	118675,2	328,1947	5,32694E-30	2,60597495
Errores	14464	40	361,6			
Total	489164,8	44				

Elaborado: Autores

Trabajando con un nivel de significancia o de confianza del 5% aceptamos la hipótesis alternativa, alguno de los tratamientos tiene influencia sobre la media global ya que el dato F obtenido es significativamente mayor al valor crítico.

2.3 Verificación de los supuestos del modelo

2.3.1 Aleatoriedad de los datos

La aleatoriedad al momento de escoger los datos se realizó de la siguiente manera:

De la población estudiada, en el caso específico un tambor electrolítico lleno de Resortes BCP, se realizó una primera selección al azar de 30 piezas, posteriormente se etiquetó cada una de las 30 piezas, se corrió en el programa "Microsoft-Excel" la función que arroja números aleatorios, obteniendo de esta

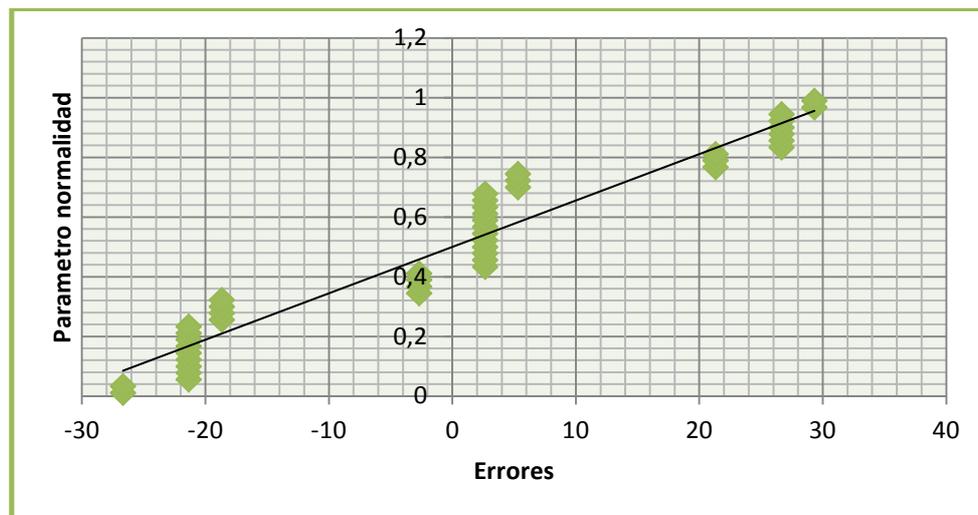
manera las piezas etiquetadas con el número seleccionado en la muestra final de 9 piezas.

2.3.2 Normalidad de los errores.

Se realizó un análisis gráfico de los errores tanto en una escala ordinaria como en una escala normal estándar, los gráficos respectivos se muestran a continuación.

Papel normal

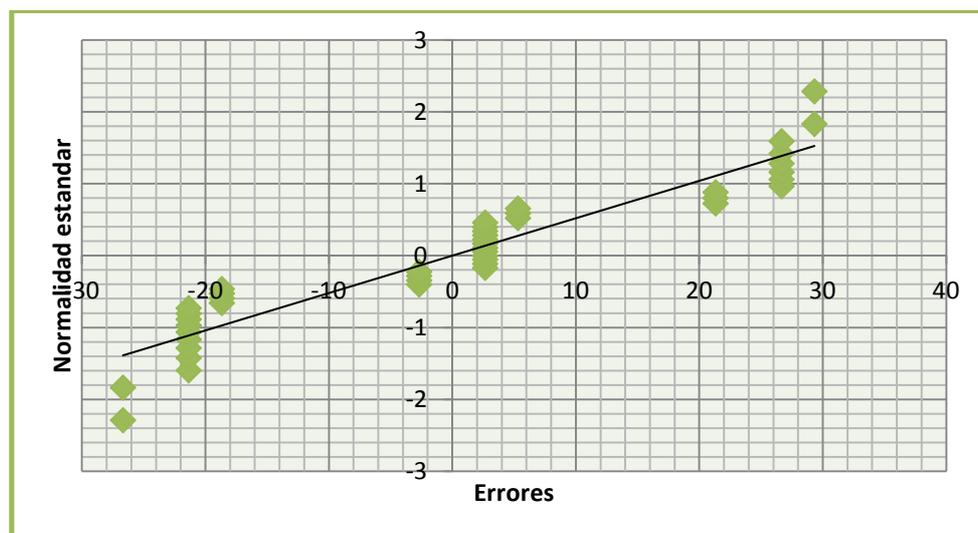
Ilustración A10-6 Papel Normal



Elaborado: Autores

Papel ordinario.

Ilustración A10-7 Papel Ordinario

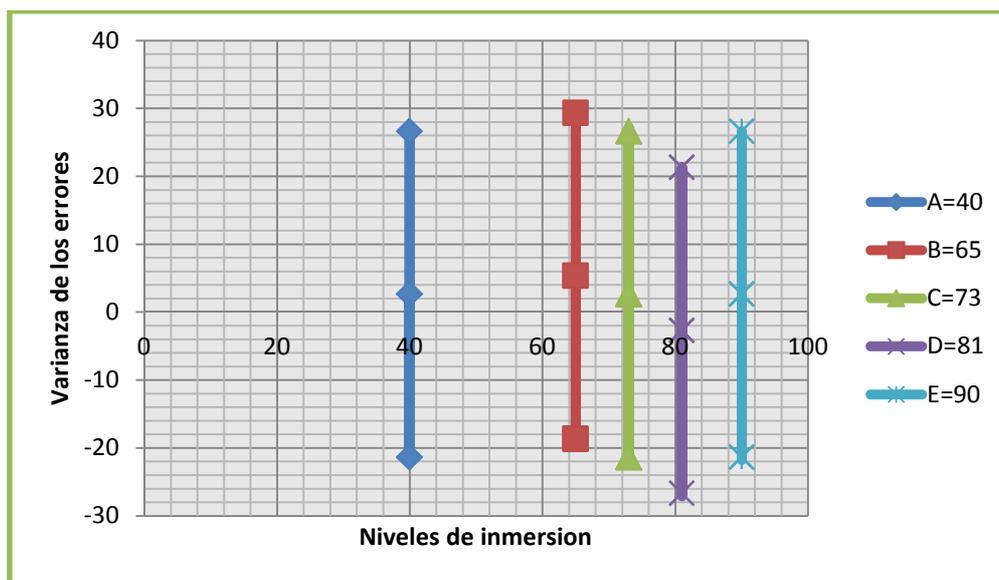


Elaborado: Autores

Mediante el análisis gráfico-descriptivo se puede decir que hay evidencia que los errores siguen una distribución normal, además se realizó la prueba de normalidad de los errores “Shapiro-Wilks” obteniendo un estadístico menor al valor crítico de la prueba, por estas razones se puede asegurar que los errores en este experimento siguen una distribución normal estándar.

2.3.3 Varianzas Constantes de los Errores.

Ilustración A10-8 Varianzas Constantes



Elaborado: Autores

Gráficamente se observa que la dispersión en las series de datos de los errores se mantiene constante por lo cual se podría sospechar que los errores en cada uno de los niveles del factor, poseen varianzas constantes, los datos de cada una de las series se presentan a continuación:

Tabla A10-7 Series Datos

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A= 40	9	624	69,33	352
B= 65	9	816	90,67	400
C= 73	9	1272	141,33	352
D= 81	9	2400	266,67	352
C= 90	9	3000	333,33	352

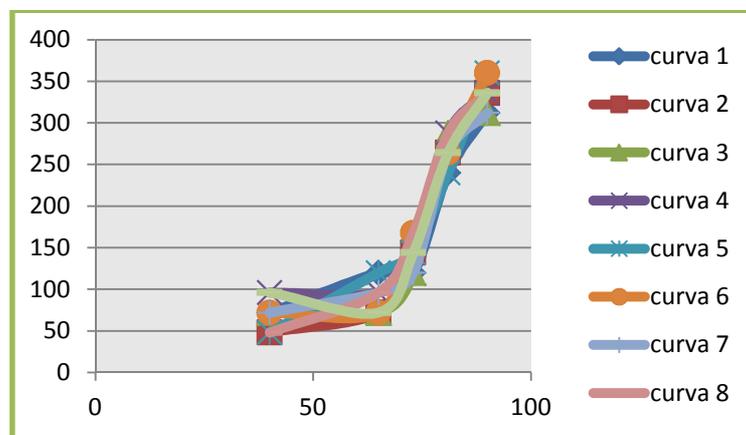
Elaborado: Autores

Para asegurar que el modelo utilizado cumple con el supuesto de la homogeneidad de las varianzas, se realizó la prueba de “Bartlett” en la cual se obtuvo un estadístico de prueba contundente, que confirma el análisis gráfico.

2.4 Ecuación de la curva promedio.

Para obtener la ecuación de la curva promedio se realizó primero una visualización gráfica del comportamiento de todas las curvas obtenidas en el experimento, como se muestra a continuación.

Ilustración A10-9 Curva Promedio



Elaborado: Autores

El eje de las “X” o abscisas representa el tiempo de inmersión de las piezas en los tambores electrolíticos de zinc en minutos, y el eje de las “Y” u ordenadas representa el tiempo de resistencia de las piezas a las condiciones de la cámara salina en horas.

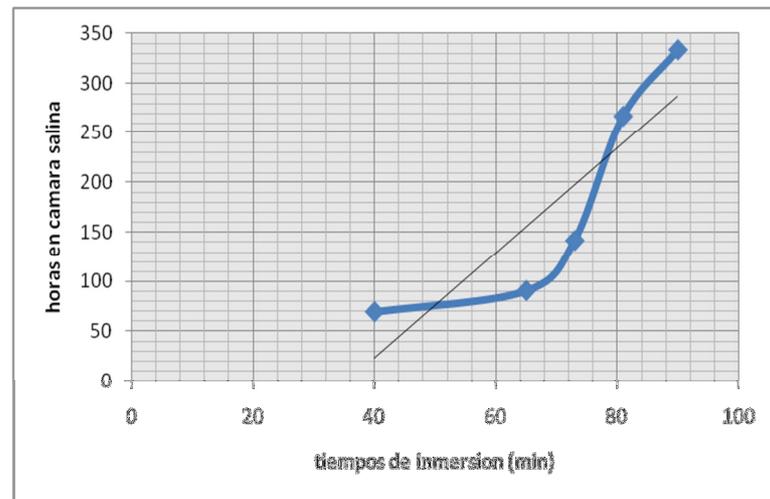
Se puede observar que todas las curvas siguen un patrón de comportamiento muy similar entre sí, y que prácticamente forman una recta entre los valores de 40 y 70 minutos, tornándose en una curva exponencial cuando los tiempos de inmersión se encuentran en los niveles entre 73, 81 y 90 minutos.

El siguiente paso que se realizó, fue el de obtener los valores promedio de cada uno de los niveles de las curvas anteriores, para poder representar gráficamente una curva promedio como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla A10-7 Valores x, y

X	Y
40	69,33
65	90,67
73	141,33
81	266,67
90	333,33

Ilustración A10-10 Curva Promedio



Elaborado: Autores

Una vez obtenida la curva promedio con sus diferentes puntos se procedió a formular la ecuación de la curva.

Ecuación A10-3 Ecuación de la Curva

$$Y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$$

Se optó por una ecuación de cuarto nivel ya que se cuenta con cinco valores en X y cinco en Y, de modo que se puede formular un sistema de ecuaciones 5*5 que consta de cinco ecuaciones con cinco incógnitas.

$$69,33 = 2560000a + 64000b + 1600c + 40d + e \quad \text{cuando } (x = 40, y = 69,33)$$

$$90,66 = 17850625a + 274625b + 4225c + 65d + e \quad \text{cuando } (x = 65, y = 90,66)$$

$$141,33 = 28398241a + 389017b + 5329c + 73d + e \quad \text{cuando } (x = 73, y = 141,33)$$

$$266,66 = 43046721a + 531441b + 6561c + 81d + e \quad \text{cuando } (x = 81, y = 266,66)$$

$$333,33 = 65610000a + 729000b + 8100c + 90d + e \quad \text{cuando } (x = 90, y = 333,33)$$

Este sistema de ecuaciones se resolvió matricialmente obteniendo los siguientes resultados.

Tabla A10-8 Solución Matricial

a	-0,00105876
b	0,28439564
c	-27,7787207
d	1169,15155
e	-17741,6639

De este modo la ecuación final del sistema es la siguiente:

Ecuación A10-4 Ecuación de la Curva Reemplazo Datos

$$Y = -0,00105876x^4 + 0,28439564x^3 - 27,7787207x^2 + 1169,15155x - 17741,6639$$

2.5 Interpolación de valores.

Al resolver esta ecuación se obtuvo como resultado final que para que “Y” que representa el tiempo que resiste la pieza en cámara salina sea de 110,02 horas se necesita un tiempo de inmersión “X” de 70 minutos, el cual se llamará “tiempo ideal”.

3. Experimento de Cajas BCP.

3.1 Presentación de datos:

Los datos obtenidos al realizar el proceso de experimentación, son la base de los procedimientos estadísticos y se presentan a continuación.

Tabla A10-9 Experimento Caja BCP

Factor: Tiempo en cámara salina		Tiempo teórico de inmersión: 60 min				
Caja BCP		Niveles de inmersión (minutos)				
A= 40	B= 65	C= 90	Unidad			
Muestra 1	48	Muestra 11	72	Muestra 21	96	Horas
Muestra 2	48	Muestra 12	72	Muestra 22	168	Horas
Muestra 3	72	Muestra 13	96	Muestra 23	96	Horas
Muestra 4	72	Muestra 14	120	Muestra 24	168	Horas
Muestra 5	72	Muestra 15	96	Muestra 25	120	Horas
Muestra 6	48	Muestra 16	120	Muestra 26	96	Horas
Muestra 7	48	Muestra 17	96	Muestra 27	168	Horas
Muestra 8	96	Muestra 18	96	Muestra 28	144	Horas
Muestra 9	96	Muestra 19	144	Muestra 29	120	Horas
Muestra 10	96	Muestra 20	144	Muestra 30	120	Horas

Elaborado: Autores

3.2 Análisis de la varianza

Como se mencionó en el capítulo 6, el análisis de la varianza permite comprobar las hipótesis planteadas al inicio del proceso de experimentación, mediante la cual se trata de comprobar si existe una afectación directa de los niveles del factor de estudio en los valores de la variable respuesta.

Tabla A10-10 ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	18240	2	9120	13,485804	8,693 17E- 05	3,354130 83
Error	18259,2	27	676,266667			
Total	36499,2	29				

Elaborado: Autores

Trabajando con un nivel de significancia o de confianza del 5% aceptamos la hipótesis alternativa, alguno de los tratamientos tiene influencia sobre la media global ya que el dato F obtenido es significativamente mayor al valor crítico.

3.3 Verificación de los supuestos del modelo

3.3.1 Aleatoriedad de los datos

Para asegurar la aleatoriedad al momento de la toma de datos, se realizó el siguiente procedimiento:

De la población estudiada, en el caso específico un tambor electrolítico lleno de Cajas BCP, se realizó una primera selección al azar de 40 piezas, posteriormente se etiquetó cada una de las 40 piezas, se corrió en el programa “Microsoft-Excel” la función que arroja números aleatorios, obteniendo de esta manera las piezas etiquetadas con el número seleccionado en la muestra final de 10 piezas.

3.3.2 Normalidad de los errores.

Se realizó un análisis gráfico de los errores tanto en una escala ordinaria como en una escala normal estándar, los gráficos respectivos se muestran a continuación.

Papel normal.

Ilustración A10-11 Papel Normal



Elaborado: Autores

Papel ordinario.

Ilustración A10-12 Papel Ordinario

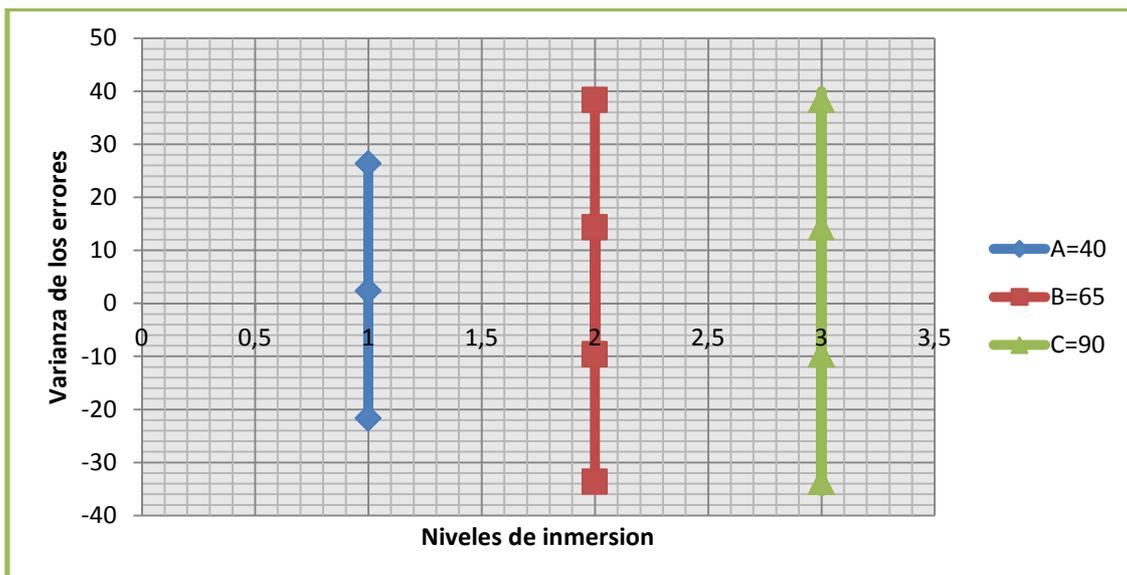


Elaborado: Autores

Mediante el análisis gráfico-descriptivo se ve que hay evidencia que los errores siguen una distribución normal, además se realizó la prueba de normalidad de los errores “Shapiro-Wilks” obteniendo un estadístico menor al valor crítico de la prueba, por estas razones se puede asegurar que los errores en este experimento siguen una distribución normal estándar.

3.3.3 Varianzas constantes de los errores.

Ilustración A10-13 Papel Normal



Elaborado: Autores

Gráficamente se observa que la dispersión en las series de datos de los errores se mantiene constante por lo cual se podría sospechar que los errores en cada uno de los niveles del factor, poseen varianzas constantes, los datos de cada una de las series se presentan a continuación

Tabla A10-11 Series Datos

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A= 40	10	696	69,6	441,6
B= 65	10	1056	105,6	665,6
C= 90	10	1296	129,6	921,6

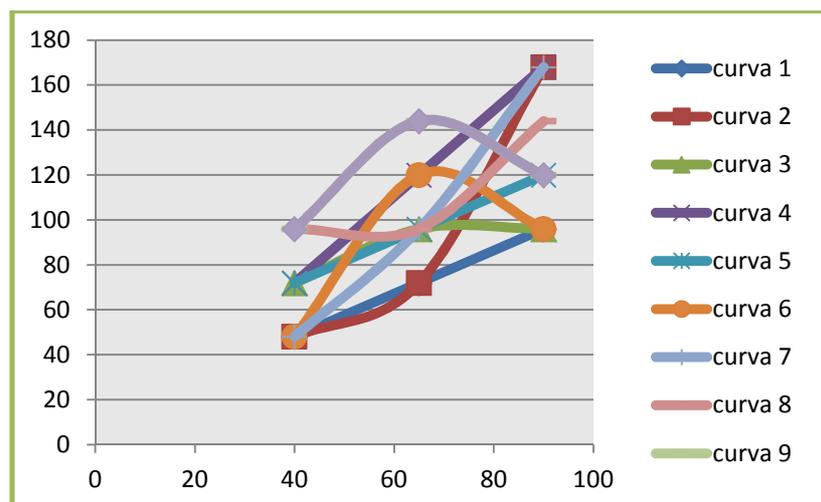
Elaborado: Autores

Para poder asegurar que el modelo utilizado cumple con el supuesto de la homogeneidad de las varianzas, se realizó la prueba de “Bartlett” en la cual se obtuvo un estadístico de prueba contundente, que confirma el análisis gráfico

Ecuación de la curva promedio.

Para obtener la ecuación de la curva promedio se realizó primero una visualización gráfica del comportamiento de todas las curvas obtenidas en el experimento, como se muestra a continuación.

Ilustración A10-14 Curva Promedio



Elaborado: Autores

El eje de las “X” o abscisas representa el tiempo de inmersión de las piezas en los tambores electrolíticos de zinc en minutos, y el eje de las “Y” u ordenadas representa el tiempo de resistencia de las piezas a las condiciones de la cámara salina en horas.

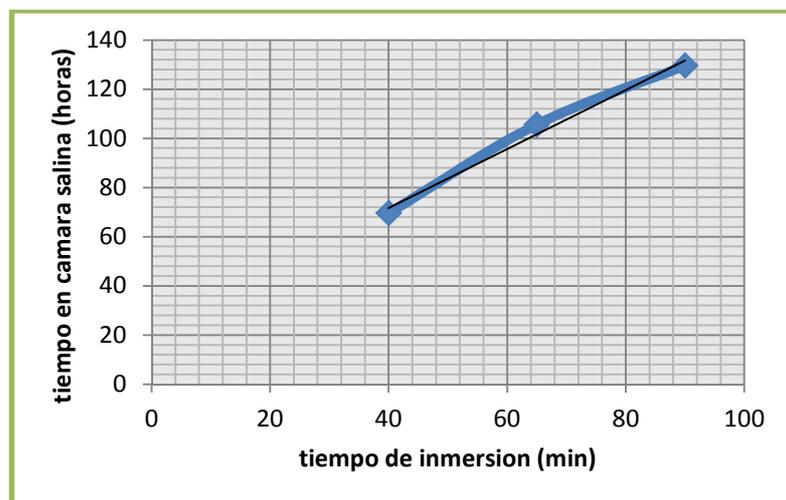
Se puede observar que todas las curvas siguen un patrón de comportamiento similar entre sí, también se puede notar que las curvas 1,4,5 presentan la forma de una recta ascendente en sus tres niveles, se observa un comportamiento un tanto peculiar en las curvas 3 6 y 10, ya que forma una parábola ascendente entre los valores de 40 y 65 minutos y descendente entre los valores de 65 y 90 minutos, este comportamiento nos permite sospechar que existe una gran variabilidad en las condiciones iniciales de procesamiento de las piezas y que los factores no controlables constituyen un ruido considerable que afectan directamente en la obtención de los resultados.

El siguiente paso que se realizó, fue el de obtener los valores promedio de cada uno de los niveles de las curvas anteriores, para poder representar gráficamente un curva promedio como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla A10-12 Valores x, y

x	y
40	69,6
65	105,6
90	129,6

Ilustración A10-15 Curva Promedio



Elaborado: Autores

Una vez obtenida la curva promedio con sus diferentes puntos se procedió a formular la ecuación de la curva.

$$Y = ax^2 + bx + c$$

Se optó por una ecuación cuadrática ya que se cuenta con tres valores en X y tres en Y, de modo que se puede formular un sistema de ecuaciones 3*3 que consta de cinco ecuaciones con cinco incógnitas, las cuales se presentan a continuación.

$$69,6 = 1600a + 40b + c \text{ cuando } (x = 40, y = 69,6)$$

$$105,6 = 4225a + 65b + c \text{ cuando } (x = 65, y = 105,6)$$

$$129,6 = 8100a + 90b + c \text{ cuando } (x = 90, y = 129,6)$$

Este sistema de ecuaciones se resolvió matricialmente obteniendo los siguientes resultados.

Tabla A10-13 Solución Matricial

A	-0,0096
B	2,448
C	-12,96

Elaborado: Autores

De este modo la ecuación final del sistema es la siguiente:

$$Y = -0,0096x^2 + 2,448x - 12,96$$

3.5. Interpolación de valores.

Al resolver esta ecuación se obtuvo como resultado final que para que "Y" que representa el tiempo que resiste la pieza en cámara salina sea de 85 horas se necesita un tiempo de inmersión "X" de 49,70486305 minutos, que se llamará "tiempo ideal".

Anexo 11 Cálculo de Variables Económicas

1. Proyecto de Optimización de Uso de Zinc en Galvanizado.

1.1 Situación actual.

Tabla A11-1 Situación Actual

SITUACIÓN ACTUAL	US\$ Anuales
Consumo de Ánodos de zinc	5944,1
Consumo de Energía Eléctrica	1032,4
Consumo de Agua	39,6
Costo Mano de Obra	2302,7
Costo Tratamiento de Aguas Residuales	402,97
Total	9721,77

Elaborado: Autores

1.2 Inversiones del proyecto.

Tabla A11-2 Inversión

GASTOS CON INVERSIONES	US\$
Inversión1 =(horas capacitación)	80
Inversión 2 = (materiales del experimento)	60
Total	140

Elaborado: Autores

1.3 Situación esperada.

Tabla A11-3 Situación Esperada

SITUACIÓN ESPERADA	US\$ Anuales
Consumo de Ánodos de Zinc	4684,017
Consumo de Energía Eléctrica	938,63
Consumo de Agua	30,461
Costo Mano de Obra	1918,9
Costo Tratamiento de Aguas Residuales	335,81
Total	7907,818

Elaborado: Autores

1.4 Flujo de Caja Actual.

Tabla A11-4 Flujo de Caja Actual

Costos Operacionales	Año**				
	1*	2	3	4	5
	9721,77	10127,17	10569,725	11031,62	11513,704
Consumo de ánodos de zinc	5944,1	6191,969	6462,558	6744,972	7039,7271
Consumo de energía eléctrica	1032,4	1075,451	1122,4483	1171,499	1222,6938
Consumo de agua	39,6	41,25132	43,054003	44,93546	46,899142
Costo mano de obra	2302,7	2398,723	2503,5468	2612,952	2727,1378
Costo tratamiento de aguas residuales	402,97	419,7738	438,11797	457,2637	477,24615
Flujo de caja líquido	9721,77	10127,17	10569,725	11031,62	11513,704

* El año 1 representa el periodo comprendido entre junio del 2009 y mayo del 2010. ** Para cada año se han realizado los cálculos utilizando el factor de inflación nacional reportado por el INEC del año correspondiente.

Elaborado: Autores

La finalidad de expresar un flujo de caja actual y esperado es para visualizar y proyectar en el tiempo los costos operacionales que existen en el proceso previo la implementación del proyecto de Producción Más Limpia, y poder compararlos con los costos operacionales posteriores a la implementación del proyecto, para poder determinar los beneficios económicos derivados del mismo. Para realizar la proyección de los valores en el tiempo se utilizó el valor de la inflación nacional del año correspondiente.

Flujo de caja esperado.

Tabla A11-5 Flujo de Caja Esperado

Detalle	Año**					
	0	1*	2	3	4	5
Inversión total	140	-	-	-	-	-
Inversión 1	80	-	-	-	-	-
Inversión 2	60	-	-	-	-	-
Gastos operacionales	-	7907,82	8253,39	8614,06	8990,50	9383,38
Consumo de ánodos de zinc	-	4684,02	4888,71	5102,35	5325,32	5558,03
Consumo de energía eléctrica	-	938,63	979,65	1022,46	1067,14	1113,77
Consumo de agua	-	30,46	31,79	33,18	34,63	36,14
Costo mano de obra	-	1918,90	2002,76	2090,28	2181,62	2276,96
Costo tratamiento de aguas residuales	-	335,81	350,48	365,80	381,79	398,47
Flujo de caja líquido	-140	7907,82	8253,39	8614,06	8990,50	9383,38

* El año 1 representa el periodo comprendido entre junio del 2009 y mayo del 2010. ** Para cada año se han realizado los cálculos utilizando el factor de inflación nacional del año correspondiente.

Elaborado: Autores

1.5 Flujo de Caja Incremental.

Tabla A11-5 Flujo de Caja Incremental

Detalle	Año**					
	0	1*	2	3	4	5
Flujo de Caja esperado	140	7.907,82	8.253,39	8.614,06	8.990,50	9.383,38
Flujo de Caja inicial	-	9.721,77	10.146,61	10.590,02	11.052,80	11.535,81
Diferencia Líquida	140	1.813,95	1.893,22	1.975,96	2.062,30	2.152,43
Depreciación (-)		6	6	6	6	6
Intereses Tributables		1807,95	1887,22	1969,96	2056,30	2146,43
Impuesto a la Renta		451,99	471,81	492,49	514,08	536,61
Intereses Líquidos		1355,96	1415,42	1477,47	1542,23	1609,82
Depreciación (+)		6	6	6	6	6
Flujo de Caja Incremental	-140	1.361,96	1.421,42	1.483,47	1.548,23	1.615,82
* El año 1 representa el periodo comprendido entre junio del 2009 y mayo del 2010. ** Para cada año se han realizado los cálculos utilizando el factor de inflación nacional del año correspondiente.						

Elaborado: Autores

1.6 Indicadores Económicos.

Tabla A11-6 Indicadores Económicos

Inversión	\$ 140
Tasa interna de retorno (TIR)	977%
Valor actualizado neto (VAN)	\$ 3.165,95

Elaborado: Autores

Anexo 12 Estimación de Muestra para Toma de Datos de Troquelado y Galvanizado

$$s^2 = p(1 - p)$$

$$n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$$

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

$$\sigma^2 = (se)^2$$

Tabla A12-1 Selección de Muestra

Descripción	Valores
N (número total de pruebas)	500
Nivel de confiabilidad	95%
s ²	0,047
n'	9,69
Error Estándar	0,07
Tamaño de la muestra (n)	9,51=10

Decisión: El tamaño de muestra es 10.

Anexo 13 Factura Galvagestor

GALVAGESTOR CIA. LTDA

Matriz Quito: Panamericana Norte Km. 5 1/2
Calle Juan Barrezueta 158
y Moises Luna Andrade Telfs.: 2900 860
Telefax: (593-2) 2800539 - Quito - Ecuador
E-mail: jsanchez1@accessinter.net

119384

FACTURA
S 001-001 N° 0000241

FACTURADO A:

Fecha
22 febrero 2011

Cliente: Ing. Raul Mendizabal Garzon
R.U.C./C.I.: _____ Ciudad: Quito
Dirección: Jose de la Roca De-170 y Fco. Garcia
Telf.: 2474-090

Guía de Remisión N°: _____
Orden de Compra: _____ Forma de Pago: _____
Vencimiento: _____ Vendedor: _____

Observaciones: _____

COD	CANT	DETALLE	P. UNITARIO	TOTAL
20	m ³	Aguas pretratadas para tratamiento de Aguas	70.00	140.00

concedido
RS

Son: _____

Se debe y pagará incondicionalmente en el lugar que se me reconvenge, a la orden de Galvagestor Cia. Ltda., a _____ días
contados desde la fecha de suscripción de este pagaré, la cantidad que aparece en el total de este documento más
interés de mora desde su vencimiento, así como el adicional de mora permitido por la ley sin protesto.

AUTORIZADO	ELABORADO	DESPACHADO	RECIBI CONFORME
	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>

Subtotal \$	140.00
Descuento \$	
I.V.A. 0% \$	
I.V.A. % \$	16.80
FLETE \$	
TOTAL \$	156.80

" NEPTALI GERARDO HERNANDEZ LUNGA R.U.C. 1710441732001 " AUTORIZACION N° 2253 TELF.: 2475-752 • EMISION: 2010/06 • VALIDO: 2011/06 • del 00221 al 000270 Qor.Qc.Qr.
ORIGINAL ADQUIRIENTE COPIA CELESTE: EMISOR COPIA ROSADA: COPIA NO VALIDA PARA EFECTOS TRIBUTARIOS

Anexo 14 Informe Aprobado de Proyectos

INFORME DE RESULTADOS DE PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

En este documento se entregan los resultados obtenidos durante el desarrollo del Plan de Producción Más Limpia para la procesadora VYM S.A.

Para la realización del plan se llevó a cabo dos programas de mejora. El primero tiene como objetivo la eliminación del segundo enjuague en el proceso de galvanizado. El objetivo del segundo es el de disminuir el tiempo de galvanizado de piezas.

A continuación se describe de manera más específica a cada uno de los programas.

PROGRAMA DE ELIMINACIÓN DE SEGUNDO ENJUAGUE

Este programa inicialmente era un programa de reutilización de agua del segundo enjuague, sin embargo, al realizar estudios se llegó a la conclusión de eliminar el segundo enjuague de manera definitiva.

Para verificar que la eliminación de este enjuague no generaría una variación negativa en la calidad del galvanizado, se hizo pruebas de duración de piezas en cámara salina, pero estas piezas fueron galvanizadas sin el segundo enjuague.

ANÁLISIS EN CÁMARA SALINA			
PIEZA	Cantidad	Parámetro de Duración	Observación
Cuerpo BPH	5	72 horas	100% Dura
Caja BCP	5	72 horas	100% Dura
Resorte BCP	5	72 horas	100% Dura
Recibidor E.	5	72 horas	100% Dura
Recibidor A.	5	72 horas	100% Dura
Palanca	5	72 horas	100% Dura
Gatillo	5	72 horas	100% Dura
Porta Resortes	5	72 horas	100% Dura
Tapa BCP	5	72 horas	100% Dura
Caja VQZ	5	72 horas	100% Dura
Tapa VQZ	5	72 horas	100% Dura
Flecha	5	72 horas	100% Dura

Se observó que el 100% de las muestras de cada tipo de pieza duraron más de las 72 horas requeridas por los compradores. A través de esto se comprueba que es posible la eliminación del segundo enjuague en el proceso de limpieza de las piezas, sin alterar los resultados finales.

Los beneficios de este programa son un ahorro económico debido a la menor cantidad de agua que se va a utilizar y a la menor cantidad de agua contaminada que se va a tratar.

PROGRAMA DE MEJORA DE TIEMPOS DE INMERSIÓN EN GALVANIZADO

Este programa se lo realizó al verificar que la acumulación de zinc era alta en 3 tipos de piezas: cajas y resortes BCP y cuerpo BPH. Esta medición se la realizó con el pesaje de piezas galvanizadas y sin galvanizar en varios lotes, con el fin de tener una muestra adecuada.

De igual manera se realizaron pruebas de duración en cámara salina, ingresando lotes de piezas con distintos tiempos de galvanizado para obtener datos de duración que serían interpolados con la utilización de un diseño experimental. Estas pruebas fueron realizadas durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2011.

Con el análisis de datos se obtuvo los siguientes datos:

PIEZA	TIEMPO ANTIGUO	TIEMPO SUGERIDO
Caja BCP	90 minutos	50 a 60 minutos
Resorte BCP	90 minutos	65 a 70 minutos

El cuerpo BPH mantiene el tiempo actual de galvanizado, pero se recomienda que exista un mayor control del tiempo de inmersión de los mismos, para evitar que se acumule mayor cantidad de zinc innecesariamente. Con esto se espera tener un ahorro de un 25% del zinc acumulado en los cuerpos BPH.

Con los nuevos tiempos se realizaron nuevas pruebas de duración para verificar que las piezas duren las 72 horas necesarias.

ANÁLISIS CÁMARA SALINA				
PIEZA	TIEMPO IDEAL DE INMERSIÓN	PIEZAS	PARÁMETRO DE DURACIÓN	OBSERVACIÓN
Cuerpo BPH	60 minutos	5	Mayor a 72 horas	100% DURA
Caja BCP	50 minutos	5	Mayor a 72 horas	100% DURA
Resorte BCP	70 minutos	5	Mayor a 72 horas	100% DURA

Estos nuevos tiempos traerán varios beneficios a la procesadora:

- El principal beneficio es el ahorro económico debido a la disminución de zinc utilizado para el galvanizado de estas piezas.

Pieza	Acumulación Anual de Zn Antigua (Kg)	Acumulación Anual de Zn Esperada (Kg)
Resorte BCP	116,19	40,60
Caja BCP	72,50	26,10
Cuerpo BPH	1156,53	867,4

- Otros beneficios son el ahorro de tiempo en el proceso que conlleva a una mayor eficacia en su realización.
- También se puede analizar el ahorro debido a la disminución de utilización de agua, electricidad y otros insumos para el galvanizado gracias al menor tiempo de inmersión.

Una vez realizados los análisis en ambos programas, se llega a la etapa final del plan, que es la de entrega de resultados para la aprobación de los programas y su implementación.

Para esta implementación se requiere la realización de las siguientes actividades:

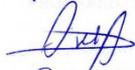
Actividad	Descripción	Recursos
Entrega y aprobación de Resultados	Se hace la entrega de todo el análisis a la procesadora.	Tiempo Personal
Cambio de los Manuales de Procedimiento	Se procede a cambiar los procedimientos en los manuales.	Tiempo Personal
Cambios en los procedimientos.	Se implementan los cambios en los procedimientos.	Tiempo
Capacitar Operadores	Se da a conocer a los operadores sobre los nuevos procedimientos.	Tiempo Personal
Monitoreo Verificación	Controlar que los operadores mantengan los nuevos tiempos indicados.	Tiempo Personal

Los programas de Producción Más Limpia no solamente generan beneficios económicos a la procesadora, también generan un beneficio ambiental con la menor utilización de insumos.

Con esto se pide la aprobación de las actividades para los dos programas y así finalizar el plan y posteriormente realizar la entrega del documento completo a la procesadora.

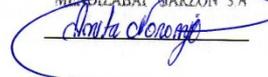
Realiza:

Ricardo Villavicencio


 Raul Gutierrez
 Raul Gutierrez

Aprobado:

PROCESADORA DE ACERO
 VALORES Y METALES
 MENDIZABAL GARZON S A



Anexo 14 VYM S.A. Brochure

VYMSA
VALORES Y METALES
PROCESADORA DE ACERO

NUESTROS VALORES HACIA LA EXELENIA

PLANTA INDUSTRIAL PRODUCTOS METROLOGIA TECNICA

FUNDIPARTES
METALES NO FERROSOS

The brochure cover features a dark blue background with a light blue grid pattern. At the top center is the VYMSA logo, a stylized 'V' composed of white and blue geometric shapes. Below the logo, the company name 'VYMSA' is written in large, bold, blue letters, followed by 'VALORES Y METALES' and 'PROCESADORA DE ACERO' in smaller, white, sans-serif font. A horizontal band across the middle contains the slogan 'NUESTROS VALORES HACIA LA EXELENIA' in white, all-caps text. Below this band are three rectangular images: on the left, an industrial steel mill; in the center, several metal fasteners and tools; on the right, a technical metrology setup with a microscope and tool tray. Below these images are three labels: 'PLANTA INDUSTRIAL', 'PRODUCTOS', and 'METROLOGIA TECNICA'. At the bottom center is an oval logo for 'FUNDIPARTES' with the tagline 'METALES NO FERROSOS'.



LA EMPRESA



Planta de Aluminio



Ensayos en cámara Salina ASTM



Tren de Prensas

Desde inicio de operaciones en el año 1983, PROCESADORA VYM S.A. buscó la manera de ser una empresa líder en el sector de la metalmeccánica orientada al diseño y fabricación de piezas, partes y mecanismos para electrodomésticos y afines.

Debido a la creciente comunicación e interdependencia entre los países del mundo, nuestra Empresa, viene realizando permanentemente innovaciones tecnológicas dirigidas a brindar una atención integral a los clientes, garantizando la calidad de sus productos, ofreciendo precios competitivos y con la oportunidad necesaria.

VALORES Y METALES, Procesadora VYM S.A. se ha centrado en la mejora de sus procesos de fabricación, en la sustitución de su maquinaria con equipos de última generación, adquisición de herramientas computacionales para el diseño, desarrollo y mejora de productos, implementación de sistemas y equipos de ensayo para los materiales utilizados bajo los conceptos de la Norma ISO 9001 versión 2008 e ISO 14000.

Procesadora VYM S.A. es una empresa del sector metalmeccánico que ha implementado procesos de fabricación con tecnología de punta con el objetivo de alcanzar altos niveles de calidad

Dentro de los principales retos y objetivos actuales, se ha planteado para un futuro inmediato reforzar su posicionamiento en el mercado de exportación, incrementando productos afines a su línea de producción. La incorporación de maquinaria para inyección de metales no ferrosos garantiza esta premisa.

Todas las mejoras implementadas por la Empresa incorporan productos y procesos amigables con el medio ambiente, manejadas por personal calificado en continua capacitación y entrenamiento, consolidando su Sistema de Gestión de Calidad mediante la mejora continua.

SERVICIOS



Inyección de Zamac



Planta de Corte

Procesadora VYM S.A., con la finalidad de cumplir con las necesidades y exigencias de sus clientes ha integrado horizontalmente todos los procesos de la fabricación, asegurando así, la entrega de productos oportunamente y con la calidad requerida.

Mediante tijeras progresivas (SLITTER), cizallas y mesas de corte, ésta área provee de la materia prima metálica a las áreas de maquinado.

Procesadora VYM S.A. cuenta con trenes de prensas HIDRÁULICAS Y EXCÉNTRICAS PARA EL CONFORMADO de piezas y partes por Corte, Estampado y Embutido.

Los componentes elásticos como resortes y zimbras de acero que se integran a los mecanismos para electrodomésticos, son elaborados en nuestras Máquinas Automáticas de fabricación de resortes.



Cámara de Pintura Electrostática



Planta Automática de Resortes

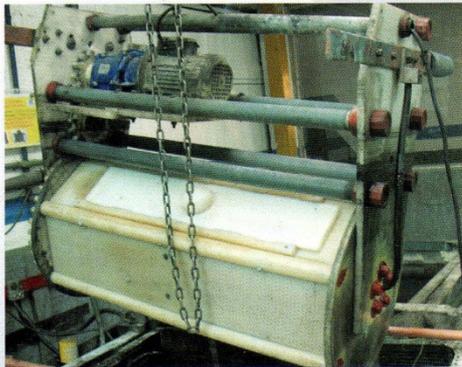
SERVICIOS



Corte CNC - Hilo



Inyección de Plásticos



Galvanizado

A través de máquinas-herramientas de control numérico, la Empresa produce su propia herramienta de fabricación en lo referente a Troquelaría y Moldearía para PLÁSTICOS y para METALES NO FERROSOS (ZAMAC, ALUMINIO, LATÓN).

Para garantizar la calidad y estabilidad en el abastecimiento de las partes y piezas de nuestros productos, se cuenta con una PLANTA DE TRATAMIENTOS ELECTROLÍTICOS dotada de controladores electrónicos que mantienen estables la corriente, el voltaje y la temperatura de los baños de galvanizado.

Adicionalmente, la empresa cuenta con cámaras para recubrimiento de pintura electrostática y hornos para curado, los cuales garantizan la calidad de las superficies tratadas.

Complementariamente, la Empresa cuenta con maquinaria de última generación para la inyección de metales No Ferrosos.

La Empresa trabaja con dos INYECTORAS DE ALUMINIO con fuerzas de cierre de 80 y 280 toneladas, respectivamente.

Del mismo modo se cuenta con dos INYECTORAS DE ZAMAC con fuerzas de cierre de 138 y 140 toneladas, respectivamente.

Finalmente, se cuenta también con dos INYECTORAS DE PLÁSTICO con fuerzas de cierre 60 y 128 toneladas, respectivamente.

PRODUCTOS LÍNEA BLANCA



Bisagras de Puerta de Horno



Recibidores de Bisagra Puerta de Horno



Bisagra Caliente Platos

En el área de accesorios para las COCINAS DOMÉSTICAS, la Empresa cuenta con una gran gama de diseños, ejemplo de ello son: la Bisagra SUJECIÓN IZQUIERDA Y DERECHA con dos orejas, la Bisagra de SUJECIÓN IZQUIERDA O DERECHA con una oreja, la Bisagra de SUJECIÓN INFERIOR sin orejas y la bisagra ESCUALIZABLE. Todas con diferentes tensiones de apertura que pueden ser utilizadas en diferentes tipos y modelos de puertas para cocinas.

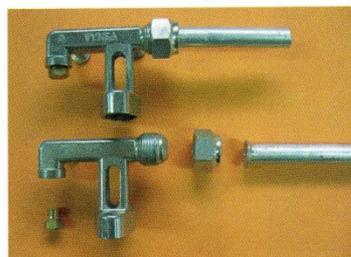
Adicionalmente, la empresa produce los complementos para la BISAGRA PUERTA DE HORNO como: el RECIBIDOR UNIVERSAL y el RECIBIDOR ESTÁNDAR.

Se fabrican bisagras para las puertas inferiores de las cocinas conocidas como BISAGRAS CALIENTA PLATOS y a su vez se elaboran RACKS para accionar el cajón caliente platos.

Finalmente, dentro de los COMPONENTES PARA COCINAS DOMÉSTICAS, se elaboran: BASES DE QUEMADORES, VÁLVULAS DE GAS, PORTACI-CLORES, TOMAS DE GAS, Y TUERCAS.



Toma de Gas



Portaciones y Tuercas



Componentes de Estufa



NUESTROS VALORES HACIA LA EXELENCA



LABORATORIO DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS



Dirección: José Larrea OE1-178 QUITO - ECUADOR
 Teléfonos: +593 (2) 2474-090 / +593 (2) 2474-092
 Fax: + 593 (2) 2800-160
 E-mail: info@vymsa.net
 www.vymsa.net