



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN ESTRATÉGICO EN EL ÁREA
DE DESMOLDEO DE TANQUES PARA LA
DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN
LA EMPRESA INDUSTRIAS
Q' PRODUCTOS S.A.**

Autores:
Antonio Carmona

C.I: 24.171.672

Oscar Wu

C.I: 26.162.730

Urb. Yuma II, Calle N. ° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN ESTRATÉGICO EN EL ÁREA DE DESMOLDEO DE TANQUES
PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA
INDUSTRIAS Q' PRODUCTOS S.A.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Antonio Carmona

C.I: 24.171.672

Oscar Wu

C.I: 26.162.730

Tutor: Ing. Alicelis Hurtado

C.I: 3.679.703

San Diego, febrero del 2020



FI-I-014-2019-3CR (TG)

Valencia, 09 de diciembre de 2019

Ciudadanos:
Carmona D, Antonio J.
24.171.672
Wu J, Oscar J.
26.162.730
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2019 de fecha 10-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN ESTRATEGICO EN EL ÁREA DE DESMOLDEO DE TANQUES PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA INDUSTRIAS Q' PRODUCTOS S.A.** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Alicelis Hurtado C.I: 3.679.703 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

LL/a.a.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Alicelis Hurtado, portador de la cédula de identidad N° V-3.679.703, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por los ciudadanos Antonio Jose Carmona Davila y Oscar Joumen Wu Joa, portadores de la Cédula de Identidad N° V-24.171.672 y N° V-26.162.730 respectivamente, titulado **PLAN ESTRATEGICO EN EL AREA DE DESMOLDEO DE TANQUES PARA LA DISMINUCION DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA INDUSTRIAS Q'PRODUCTOS S.A.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 28 días del mes de febrero del año dos mil veinte.

Ing. Alicelis Hurtado

C.I.: V-3.679.703

AGRADECIMIENTOS

Principalmente le agradezco a mis padres por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona, gracias a ustedes puedo decir que esta meta ya está cumplida.

Es importante mencionar a nuestro tutor el Ing. Alicelis Hurtado por ser unas de las personas que nos ha proporcionado un gran conocimiento en esta etapa, por ser la persona que nos ha brindado apoyo con nuestro trabajo de investigación día a día, me siento muy orgulloso de decir gracias profesor e Ing. Alicelis Hurtado por ser nuestro tutor y gracias por creer en nosotros.

Quiero agradecer a las amistades que la universidad me haya dado a lo largo de esta carrera y que al final se hayan vuelto una gran parte de mi familia, estas personas tan maravillosas son, Mariely. P, Antonio. C, Betania. V, Juan. B, Danny. S, Lucia. D, Krissel. V, Andrea. C, Daniel. B, Isis. G. Andrés. G. Me siento tan orgulloso de todos ustedes por haberlos conocido y formar parte de esta vida.

Al personal de la empresa Industrias Q` productos S.A, gracias por habernos brindado el apoyo, en especial a la Dra. Joshermy Dávila que ha sido una gran persona y que nos ha apoyado día a día en nuestro trabajo de investigación en las instalaciones de la empresa, muchas gracias.

Oscar Wu

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, ya que en cada paso que doy él está presente, guiándome, dándome valor y ofreciéndome la oportunidad de seguir luchando y superándome.

Agradezco a mi abuelo José Tadeo, a mi abuela Trina, y a mi tía Caridad, que ya no están físicamente, pero me cuidan y me protegen en todo momento, y sé que están felices de todos mis logros, en especial de este.

A mi abuela Hermyldez, gracias abuela por siempre quererme y ser mi motor, siempre al pendiente de mí y consentirme en todo.

A mi abuelo Antonio, porque con tu duro carácter, aprendí que siempre se puede seguir mejorando y haciéndolo mejor cada vez.

A mis padres, mi mundo, mi todo, papa, la persona más inteligente, más preparado y más cuidadoso que conozco, mama, mi reina, la mujer que amo con mi vida y más, gracias a ti soy quien soy, la mujer que me dio la vida y la que voy a dedicar mi vida a cuidar, gracias mama, te lo dije, lo logramos!.

A mi familia, mis tíos, mis primos, que están presentes en mi vida, que comparten día a día conmigo y que están conmigo en los buenos y malos momentos.

A mi miví, Mariely, la mujer que amo, mi compañera en esta travesía de 5 años, mi cómplice, mi confidente, la que me entiende, la que me enloquece y me tranquiliza, gracias por estar para mí cada vez que lo necesito y porque sigamos hasta el infinito y más allá.

A mi suegra, que a pesar de que ella lo niega hasta la muerte, no puede vivir sin mí. A la señora Reina, gracias por consentirme y complacerme en todo.

A mi compañero de trabajo de grado, Oscar Wu, la amistad más auténtica y real que pude tener en la universidad, gracias por tu amistad, por ser mi hermano.

A mis amigos y compañeros de universidad, Juan Basanta, Daniel Blanco, Lucia Dalia, Betania Valor, Andres Guarayote y Rommel Surmay, gracias por su amistad.

A mi tutor, Ing. Alicelis Hurtado, gracias por tus amplios conocimientos y creer en mí, este trabajo es gracias a ti.

A mis profesoras, Ing. Ana Avendaño e Ing. Nelly Niño, Gracias madrinas por su amplio conocimiento, siempre estarán presentes para mí.

Antonio Carmona

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de grado primeramente a Dios, que nos acompañó durante todo este camino.

A nuestros padres, que son nuestros motores y ejemplos a seguir.

A la universidad José Antonio Páez, por darnos la oportunidad de alcanzar una preparación profesional y que creciéramos tanto personal como académicamente.

A nuestro tutor, Ing. Alicelis Hurtado, que estuvo siempre para nosotros, con sus ocurrencias y conocimiento.

A nuestros profesores de la escuela de Ingeniería Industrial, especialmente a nuestras madrinas, Ing. Ana Avendaño e Ing. Nelly niño.

A nuestros amigos y compañeros durante la carrera y en todo el transcurso del tiempo en la universidad.

Antonio Carmona y Oscar Wu

ÍNDICE GENERAL

	Pp.
ÍNDICE DE GRAFICAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 Formulación del Problema.....	7
1.2 . Objetivos de la Investigación.....	8
1.2.1 Objetivo General.....	8
1.2.2 Objetivos Específicos.....	8
1.3 Justificación.....	8
1.4 Alcance.....	10
II EL MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	13
2.2.1 Plan Estratégico.....	13
2.2.2 Plan de Mejora.....	14
2.2.3 Lean Manufacturing.....	15
2.2.3.1 Mejora continua Kaizen.....	17
2.2.3.2 Método de las 5´S.....	21
2.2.3.3 Layout.....	22
2.2.3.4 El Poka-Yoke.....	23
2.2.3.5 Jidokas.....	24
2.2.3.6 Tipos de desperdicio.....	25
2.2.4 Diagrama de Pareto.....	26
2.2.5 Teoría de Ishikawa - Diagrama Causa-Efecto.....	28
2.2.6 Técnica de grupo nominal (TGN).....	29
2.2.7 Diagrama de procesos.....	29
2.2.8 Estudio de tiempos y movimientos.....	30
2.2.9 Calidad.....	31
2.3 Definición de términos básicos.....	32
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de la investigación.....	34

3.2	Diseño de la investigación.....	34
3.3	Nivel de la investigación.....	36
3.4	Población y muestra.....	36
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	37
3.5.1	Técnicas.....	38
3.5.2	Instrumentos.....	38
3.6	Fases de la investigación.....	39
IV RESULTADOS		
4.1	Fase I: Diagnostico de la situación actual en el área de desmoldeo de la empresa.....	42
4.1.1	Descripción del producto y los procesos.....	42
4.1.2	Generación de desperdicios.....	56
4.1.3	Resultado de las entrevistas no estructuradas realizadas.....	58
4.1.4	Causas obtenidas en la observación realizada.....	60
4.1.5	Resultado obtenidos en la observación directa.....	61
4.1.6	Problemáticas adicionales detectadas.....	63
4.2	Fase II: Análisis de las causas encontradas por las que se producen los desperdicios en el área de desmoldeo.....	65
4.2.1	Diagrama de Ishikawa causa efecto.....	65
4.2.2	Jerarquización de causas a través del diagrama de Pareto.....	71
4.2.3	Técnica de Grupo Nominal.....	71
4.2.4	Resumen de oportunidades de mejora.....	74
4.3	Fase III: Diseño del plan estratégico para la disminución de desperdicios en el área de desmoldeo.....	75
4.3.1	Propuesta de cambio de moldes en mal estado de la empresa.....	75
4.3.2	Propuesta de implementación de brazo mecánico.....	75
4.3.3	Propuesta de implementación de herramienta de corte y acabado..	86
4.3.4	Propuesta de capacitación.....	90
4.4	Fase IV: Evaluar la relación técnico, social y ambiental del plan de mejoras diseñado para el área de desmoldeo.....	93
4.4.1	Inversión requerida para cada propuesta.....	93
4.4.2	Resumen de costos.....	96
4.4.3	Análisis de la relación Técnico – económica.....	97
4.4.4	Análisis de la factibilidad operativa de las propuestas.....	98
4.4.5	Análisis de la factibilidad técnica de las propuestas.....	98
4.4.6	Análisis de la factibilidad social y ambiental de las propuestas.....	98
CONCLUSIONES.....		100
RECOMENDACIONES.....		102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	GRÁFICO	Pp.
1	Comportamiento de desperdicios por generación de producto no conforme.....	6
2	Demanda vs la producción.....	7
3	Pronostico de la producción y los desperdicios.....	9
4	Porcentaje de generación de desperdicio por material no conforme....	57
5	Diagrama de Pareto.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	FIGURA	Pp.
1	Matriz de priorización.....	15
2	Diagrama de Pareto.....	27
3	Diagrama de causa efecto.....	29
4	Tanques Fabricado por la empresa.....	43
5	Ficha técnica del polietileno de media densidad 84-07.....	44
6	Emulsion de silicona, Marca SQ.....	45
7	Sacos de 12Kg con polietileno 84-07 pigmentado para rotomoldeo....	46
8	Cuchilla de corte para tanques.....	48
9	Rematador de rebaba “Pela papa”.....	48
10	Vista lateral del galpon de industrias Q`Productos S.A.....	50
11	Layout actual de la empresa.....	50
12	Leyenda del Layout actual de la empresa.....	51

13	Carga de materia prima en molde tipo cisterna 3.000L.....	52
14	Operador realizando el desmoldeo de tanque conico de 5.000L.....	54
15	Departamento de productos terminado realizando reparacion.....	55
16	Diagrama de proceso de fabricacion de tanques	55
17	Imperfección del tanque por uso de herramienta de corte.	61
18	Desorden en el área de desmoldeo maquina 1.....	64
19	Material obstaculizando vía de transito de montacarga.....	64
20	Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto.....	66
21	Modelos de moldes nuevos para el cambio.....	76
22	Prototipo de brazo mecánico para desmoldeo.....	79
23	Cabezal con inyectores de aire a presión.....	80
24	Panel de control brazo mecánico.....	81
25	Plataforma móvil rotatoria.....	81
26	Layout propuesto para la imp. de herramienta de brazo mecánico.....	83
27	Leyenda del Layout propuesto de la empresa.....	83
28	Vista frontal herramienta multiuso con cuchilla extendida.....	87
29	Vista frontal herramienta multiuso con cuchilla recogida.....	88
30	Vista de herramienta de acabado “pela papa” en herramienta multi uso.....	88
31	Orden de producción estándar propuesta para la empresa.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	TABLA	Pp.
1	Porcentaje de material no conforme en el área de desmoldeo.....	5
2	Costos incurridos en la elaboracion de tanques.....	9
3	Porcentaje de generación desperdicios por material no conforme.....	56
4	Costos por generación de desperdicio por material no conforme.....	58

5	Causas de fallas en el proceso de producción de tanques plásticos.....	60
6	Resumen de defectos y kilogramos perdidos en el área de desmoldeo.	62
7	Jerarquización de las causas por defectos en el área de desmoldeo.....	69
8	Jerarquización general de las causas en el área de desmoldeo.....	70
9	Técnica de grupo nominal.....	72
10	Resultados de la Técnica de Grupo Nomina.....	73
11	Resumen de las mejoras encontradas.....	74
12	Ventajas productivas y económicas del cambio de molde.....	77
13	Ventajas productiva y económica del brazo mecánico para desmoldeo	84
14	Ventajas productivas y económica de la herramienta multiuso.....	90
15	Costos requeridos para la implementación de propuesta dirigidas al cambio de moldes de las maquinas.....	94
16	Costos requeridos para la implementación de un brazo mecánico para el desmoldeo	95
17	Costos requeridos para la implementación de herramienta multiuso.	95
18	Resumen del costo de inversión requerida.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	CUADRO	Pp.
1	Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la empresa..	59



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PLÁN ESTRATÉGICO EN EL ÁREA DE DESMOLDEO DE TANQUES
PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA
INDUSTRIAS Q'PRODUCTOS S.A.

Autor(es): Antonio Carmona
Oscar Wu

Tutor: Ing. Alicelis Hurtado

Fecha: Septiembre 2019

RESUMEN INFORMATIVO

La presente investigación se desarrolló en la empresa Industrias Q'Productos S.A., la cual es una empresa del sector manufacturero, dedicada a la fabricación de tanques plásticos de polietileno por cocción en rotomoldeo, en dicha empresa existe un considerable porcentaje de desperdicio generado por el proceso productivo, de este modo se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual y el análisis de las causas que originan el problema y de esta forma, se propone un plan estratégico, que dé como resultado, la reducción del nivel de desperdicio y finalmente aplicar un análisis técnico-económico, social y ambiental de la mejora. La investigación es de tipo proyecto factible, de diseño de investigación de campo y documental, con metodología cualitativa. Se aplicó observación directa al proceso de desmoldeo de tanques, de corte de tapas y de eliminación de rebabas; entrevista no estructurada o informal, así como revisión documental. De acuerdo al diagnóstico obtenido, se aplicaron diversas técnicas y herramientas de ingeniería industrial, con el fin de conocer y analizar el proceso, y encontrar oportunidades de mejora con las que se logren cumplir los objetivos establecidos para la investigación. Como conclusión, dando respuesta a las fases metodológicas, se identificaron las causas generadoras de desperdicios, se cuantificaron, se les dio solución con las propuestas cambio de moldes, implementación de brazo mecánico y la nueva herramienta multiusos, además de la capacitación, pudiéndose realizar la evaluación técnico-económica, dando como resultado la factibilidad del plan estratégico.

Descriptor: Desperdicios, Desmoldeo, Mejora, Plan estratégico.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de sobrellevar las inclemencias de la crisis, obligan a las empresas a ser más competitivas, en este aspecto, si se tiene un correcto uso de los recursos, tener el control de la producción y lograr reducir sus costos, se puede lograr el objetivo principal de cada organización, que es la de mantener o aumentar las utilidades percibidas.

La reducción o eliminación de desperdicios es clave si se quiere lograr el objetivo antes nombrado, ya que se dice que desperdicio es todo material que sale de un proceso productivo como chatarra o como un producto terminado no conforme, que no cumple con los estándares de calidad de la empresa.

El siguiente trabajo de investigación es realizado en la empresa Industrias Q'Productos S.A., la cual se encuentra ubicada en la Zona Industrial de Santa Cruz, Av. 2, Parcela G-13 – Maracay, Edo. Aragua. La empresa Industrias Q'Productos S.A. es una empresa venezolana, perteneciente al sector de las industrias del plástico, específicamente al rotomoldeo de polietileno, cuya labor fundamental es la fabricación y comercialización de tanques, cisternas, contenedores y tambores de plástico, para el uso doméstico, comercial e industrial.

La investigación se enfoca al proceso de producción de la empresa, para identificar las causas que generan el considerable nivel de desperdicio, y proponer un plan estratégico de mejoras para disminuir el nivel de desperdicio a su mínima expresión. El diseño de este plan de mejoras se basa en la implementación de técnicas de ingeniería industrial, específicamente herramientas de Manufactura Esbelta que permitan generar un proceso eficiente.

Para la empresa Industrias Q'Productos, esta investigación tiene una gran importancia, ya que será fuente de conocimiento de la raíz del o los problemas del

considerable nivel de desperdicio actual, así como también, ser el punto de inicio para la implementación de mejoras correspondientes, para así adoptar e implementar en su modelo productivo, las diversas herramientas de ingeniería, de control y calidad. Otro beneficio de gran importancia, es que la empresa espera el desarrollo de una oportunidad de mejorar la capacitación de su personal, que tiene una participación directa con la organización y que se traduce en el correcto desempeño del proceso de producción y la calidad del producto, creando así conciencia de fabricación y de producción sin desperdicios, o con el desperdicio mínimo posible, y siendo más productivos y competitivos, lo anterior conllevará a elevar la confianza, satisfacción y ampliación de los clientes finales, y por tanto impactará directa y positivamente la rentabilidad de la empresa.

Dentro de este orden de ideas, este proyecto se encuentra estructurado por capítulos, donde de manera consecutiva y organizada, se pretende alcanzar el objetivo planteado, estos capítulos están descritos a continuación:

Capítulo I. EL PROBLEMA, en este capítulo está especificado el problema y su planteamiento, además del objetivo y su clasificación, y la justificación de la investigación.

Capítulo II. MARCO TEORICO, este capítulo está conformado por los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de los términos básicos utilizados.

Capítulo III. MARCO METODOLÓGICO, en este capítulo se describe el tipo de investigación, diseño de la misma, su nivel, la población y muestra a ser utilizada, la técnica e instrumento de recolección de datos y las fases a ser desarrolladas en el capítulo cuatro.

Capítulo IV. RESULTADOS. En este capítulo se presentan los resultados de cada fase planteada en el capítulo tres de acuerdo a los objetivos específicos, así como las conclusiones y recomendaciones determinadas de acuerdo a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente Venezuela enfrenta una fuerte crisis en cuanto al óptimo funcionamiento de los servicios de primera necesidad, uno de los más importantes e indispensables es el servicio de agua potable, esto se debe a que los centros de bombeo están incumpliendo con el envío del vital líquido, al punto de que la recepción de agua en las residencias es escasa o nula por la mala gestión o falta de mantenimiento de las máquinas de bombeo. Gracias a esta problemática muchas personas a pesar de la situación económica, optan por la compra e instalación de tanques de plástico para el almacenamiento de agua potable en sus hogares para así evitar la falta del servicio.

La empresa Industrias Q'Productos S.A. ubicada en la Zona Industrial de Santa Cruz, Municipio Lamas, Edo. Aragua, es pionera en la producción e implementación de nuevas técnicas de fabricación de tanques de plástico, como es la introducción al mercado venezolano del proceso de Rotomoldeo, contando así con cuatro (04) máquinas en funcionamiento, adaptadas a moldes para modelos de tanques de diferentes capacidades, utilizando como materia prima un polímero, siendo más específicos, el polietileno 84-07 pulverizado, el cual llega a la empresa en BigBags, pigmentado y configurado bajo las especificaciones del cliente.

El proceso productivo hace uso de materias primas, maquinas, recursos, mano de obra, tecnología, recursos financieros o servicios. En cada fase del proceso se agrega valor al producto y el desperdicio de materiales implica actividades que no añaden valor económico.

El desmoldeo del tanque, es el punto más crítico de la operación, ya que un inadecuado desmontaje puede ocasionar daños al producto. En esta etapa se pueden apreciar que existen factores internos como externos que afectan a la calidad y al

acabado del tanque, y si eso sucede, el tanque luego de la inspección, no cumplirá con las especificaciones de calidad, y por tanto se catalogará como producto no conforme, por lo que deberá ser retirado a una filial de la compañía, donde será cortado y pulverizado, perdiendo el polímero hasta un 50% de su calidad inicial y convirtiéndose en materia prima para productos de calidad B o C.

En la fabricación de los tanques plásticos de diferentes capacidades, se sigue un proceso único de fabricación, en el que se mezcla procesos manuales. Se puede destacar que durante el proceso solo se realizan dos (02) inspecciones, una al salir el tanque del molde y otra al salir de producto terminado, no existe un departamento de control de calidad que haga pruebas a lotes de productos o que establezca un estándar fijo de calidad, solo pruebas rudimentarias de resistencia y acabado del producto.

Entonces se puede evidenciar que existen muchas oportunidades de mejora a lo largo de todo el proceso. Siendo la etapa de desmoldeo la seleccionada para la investigación, puesto que genera altos desperdicios y aumento de costos en el proceso.

En la etapa de desmoldeo, el proceso es prácticamente manual, ya que una vez sale el molde de la etapa de enfriado, el operador debe tomar la llave de impacto, quitar los tornillos, quitar la tapa del molde ayudado de una polea, sacar el tanque manualmente y en la mayoría de los casos, el tanque debe salir con ayuda de una herramienta (barra metálica o chícora), luego con una herramienta de corte, corta la tapa del tanque y con una herramienta de acabado quita las rebabas, si hay errores o problemas en estos pasos, el producto sale no conforme, hay que acotar, que en esta etapa se pueden evidenciar todos los problemas asociados a las etapas anteriores, ya que una vez desmoldado el tanque, es que se puede saber su condición y si el proceso fue exitoso o no.

Se puede observar que la empresa está generando una cantidad considerable de desperdicios por producto no conforme, siendo este el objeto de la investigación, debido al aumento en los últimos once (11) meses (desde septiembre de 2018 hasta

Julio de 2019). En todo proceso productivo es lógico que en la cantidad de materia prima que ingresa al proceso, existan mermas propias de los determinados procedimientos que el proceso requiera, teniendo en cuenta un margen de desperdicios establecido por el departamento de producción, en este caso, el límite estándar de desperdicio para toda la empresa es de 2,00% mensual, dado que la empresa quiere y desea seguir los estándares de una empresa de clase mundial, sin embargo, en los últimos once (11) meses se está presentando una situación en la cual se está superando los límites establecidos por producción, generando pérdidas económicas y de material.

A continuación, se muestra en la tabla 1 y el gráfico 1, la cantidad porcentual de desperdicio por producto no conforme con respecto a la producción, desde septiembre de 2018 hasta Julio de 2019. En tal período, se consiguió un alto porcentaje de desperdicio, con un crecimiento porcentual del 90,5%.

Tabla 1. Porcentaje de Material No Conforme en el área de desmoldeo.

Histórico	Producción (Kg)	Desperdicio (Kg)	Meta	%NC
Septiembre 2018	11.874	791	2,00%	6,66%
Octubre 2018	17.339,6	752	2,00%	3,74%
Noviembre 2018	22.905,7	827	2,00%	3,61%
Diciembre 2018	8.216	402	2,00%	4,89%
Enero 2019	6.790	330	2,00%	4,86%
Febrero 2019	26.114,8	990	2,00%	3,79%
Marzo 2019	34.319	1.093	2,00%	3,18%
Abril 2019	57.503	1.705	2,00%	2,97%
Mayo 2019	55.618,4	1.307	2,00%	2,34%
Junio 2019	26.908,8	894	2,00%	3,32%
Julio 2019	41.823,4	1.054	2,00%	2,52%

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Fuente: Departamento de producción, Industrias Q'Productos S.A. (2019).

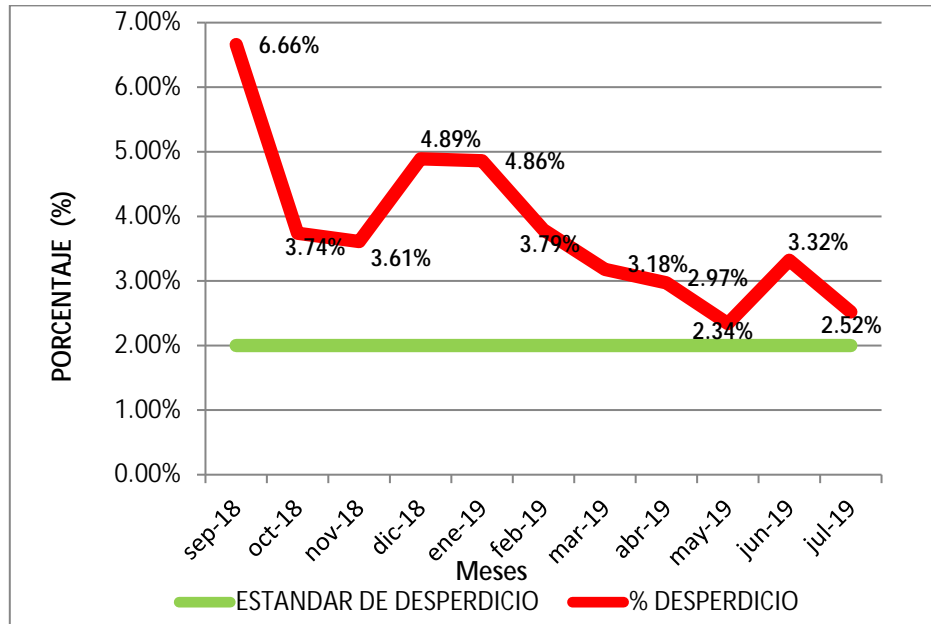


Grafico 1: Comportamiento de desperdicios por generación de productos no conforme. **Elaborado por:** Carmona A. y Wu, O. (2020).

Fuente: Departamento de producción, Industrias Q'Productos S.A. (2019).

Es importante mencionar la demanda que han tenido el producto (tanques) en el primer semestre del 2019, y con esta data comparar la capacidad real que tiene la empresa, ya que la misma, con información suministrada por el departamento de producción, posee una capacidad instalada de 20.000Kg/Semanal, lo que se traduce a 80.000Kg/mes, y actualmente, lograron llegar a los 57.503kg producidos al mes como medición más alta, lo que representa una eficiencia de 71,87%. En el gráfico 2, se muestran los datos de la demanda del primer semestre del 2019 con la producción correspondiente.

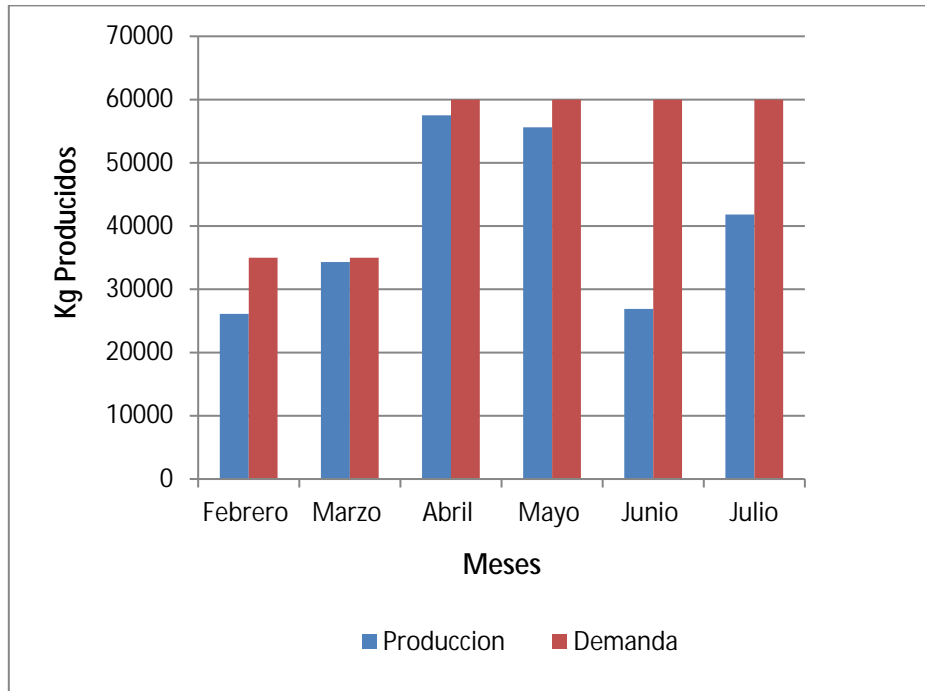


Grafico 2: Demanda Vs. Producción primer semestre 2019.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Fuente: Departamento de producción, Industrias Q'Productos S.A. (2019).

Una de las consecuencias más importantes con respecto a las causas anteriormente mencionadas, es que la empresa no puede cumplir y superar la demanda, lo que significa que no puede tener un porcentaje más significativo de presencia en el mercado frente a sus competidores, que tienen procesos más eficientes y con controles de calidad más estrictos, asegurando así más productos conformes y más beneficios económicos.

1.1.1 Formulación del problema

¿De qué manera se podrá disminuir los desperdicios en el proceso de desmoldeo de tanques en la empresa Industrias Q'Productos?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer un plan estratégico para la disminución de desperdicios en el área de desmoldeo de tanques a través de herramientas de ingeniería industrial en la empresa Industrias Q´Productos S.A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual en el área de desmoldeo de la empresa.
- Analizar las causas por las que se producen los desperdicios en el área de desmoldeo de la empresa.
- Diseñar un plan estratégico para la disminución de desperdicios en el área de desmoldeo.
- Evaluar la relación técnico-económica, social y ambiental, del plan de estratégico diseñado para el área de desmoldeo.

1.3 Justificación de la investigación

La empresa Industrias Q´Productos S.A., actualmente está generando una cantidad considerable de desperdicios en el área de desmoldeo, lo cual inherentemente puede generar una merma en su producción, realizando así productos fuera de las especificaciones, incumplimientos de planes de producción y pérdidas de calidad, donde la empresa se ve afectada por la disminución de la producción debido a los reprocesos de la materia prima y estas pierden completamente el valor agregado del producto, también las ventas de tanques disminuyen y esto se reduce a pérdidas monetarias a la empresa.

A continuación, se realizó un pronóstico de desperdicios lineal, con los porcentajes de producción y de desperdicios, para los últimos cinco (05) meses del año 2019, a fin de tener un estimado de los desperdicios que pudieran seguir generándose si no se actúa de forma inmediata y adecuada sobre las causas que generan los desperdicios. Ver gráfico 3.

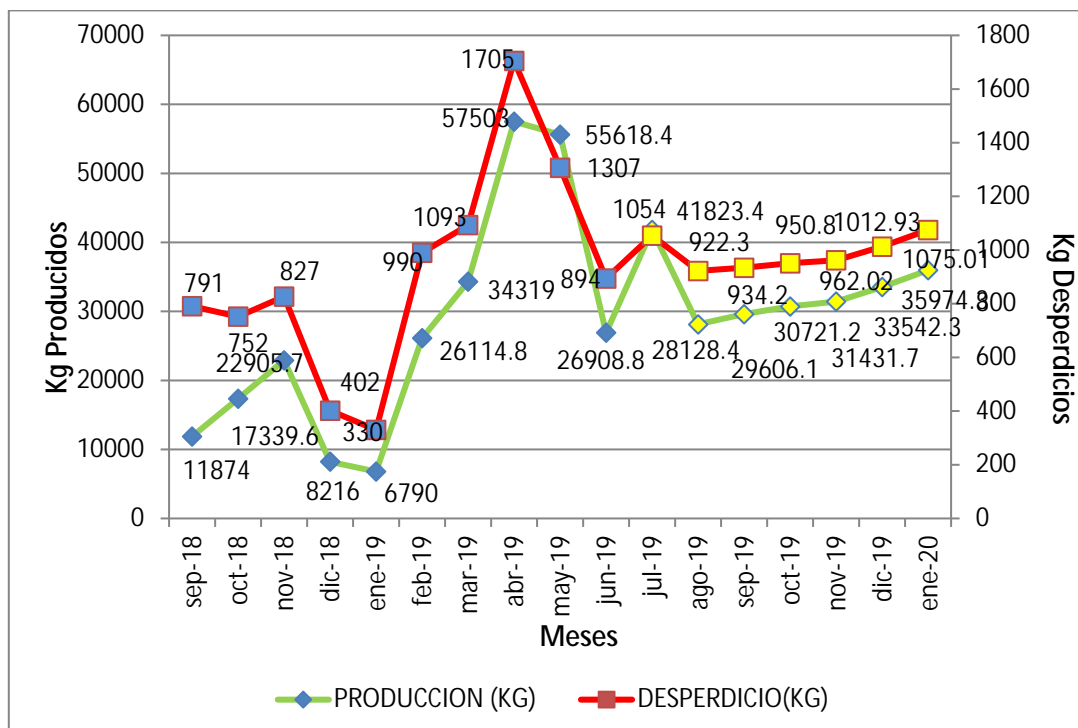


Grafico 3: Pronostico de la producción y los desperdicios.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Fuente: Departamento de producción, Industrias Q' Productos S.A. (2019).

Para los últimos 4 meses de 2018 los costos por desperdicios ascendieron a 8.316,00 USD, y para el 2019 existió un acumulado hasta el mes de Julio de 22.119,00 USD en pérdidas, y siguiendo la tendencia, cerrarán el año superando lo generado en pérdidas del año anterior.

A continuación, en la Tabla 2, se presentan los costos actuales por la fabricación de tanques plásticos.

Tabla 2. Costos incurridos en la elaboración de tanques

Pago de operador (al mes)	Costo de materia prima
150,00\$	3,00\$ por Kg.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2019)

Fuente: Departamento de producción Industrias Q' Productos S.A.

Los costos, se traducen en 150,00 USD, para pago de operadores al mes, la materia prima tiene un costo de 3,00 USD por Kilogramo (Valor suministrado por el

departamento de producción, ya que en este valor vienen implícito todo lo referente a insumos, requerimientos, transporte, proceso y manejo del material).

Desde el punto de vista de la organización, tal propuesta contribuirá a conseguir la óptima utilización de los recursos y procesos, y además garantizará un eficaz funcionamiento de la misma, que, a su vez, ayudará a reducir costos, con lo cual podrán incrementar sus ingresos por concepto de la venta de tanques, así como también beneficiara a los trabajadores de la empresa, ya que podrán gozar de bonos por producción y por desempeño.

Otro aspecto que justifica el desarrollo del estudio planteado es que los autores del mismo tendrán la oportunidad tanto de aplicar, como de reforzar y ampliar, los conocimientos adquiridos en el transcurso del desarrollo de su carrera de ingeniería industrial y además transmitir estos en beneficio de la empresa Industrias Q'Productos S.A.

Por otra parte, proporcionará información útil para la Universidad José Antonio Páez, ya que los datos que se generen de los resultados del trabajo de investigación constituirán un aporte a todos aquellos estudiantes interesados en llevar a cabo estudios posteriores relacionados con el campo de los métodos, producción y calidad, especialmente los adscritos a la escuela de Ingeniería Industrial.

1.4 Alcance

El producto a trabajar serán los tanques plásticos de diferentes capacidades fabricados por la empresa, dentro de todas las etapas que este producto necesita para su fabricación, la principal a trabajar es la etapa de desmoldeo, ya que actualmente presenta una alta cantidad de desperdicios que están incurridos en el proceso, se presentaran propuestas a problemáticas puntuales, así como la propuesta de prototipos de herramientas para facilitar el desmoldeo y reducir los desperdicios, todo esto ira dirigido a la empresa Industrias Q'Productos S.A.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico, es el producto de la revisión documental-bibliográfica, que consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación presente en este estudio.

2.1 Antecedentes de la investigación

Dentro de los antecedentes que sirven de base para esta investigación se encuentra los estudios realizados por autores que complementan y enriquecen el conocimiento para una mayor interpretación al problema planteado con el fin de determinar un enfoque coherente y sistemático para el cumplimiento de los objetivos.

Según lo expuesto por Tamayo y Tamayo (2012), "Establecer los antecedentes del problema de investigación de ninguna manera es hacer un recuento histórico del problema, o presentar fuentes bibliográficas que se van a utilizar..."(p.146). En este sentido, los trabajos que sirven como antecedentes a la presente investigación, son los siguientes:

López, K y Hernández, A. (2016) es un trabajo de grado titulado: "**Plan de mejoras a fin de reducir productos no conforme en la planta de filtros de cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela**". Realizado en la Universidad José Antonio Páez, tiene como objetivo general desarrollar un plan de mejoras con la finalidad de alcanzar la mejora en la productividad reduciendo los desperdicio en el proceso de fabricación de filtros y se logró mejorar los procesos de fabricación con la finalidad de reducir los costos adicionales que generan la producción de productos no conforme. Esta investigación se llevó a cabo mediante un diagnóstico de la sustitución del proceso, análisis de fallas encontradas y de esta manera se logró diseñar un plan de mejoras para optimizar las condiciones actuales. Esta investigación haciendo uso de las herramientas de mejora continua diseño un plan de productos no

Conforme, se logró la implementación parcial de las propuestas lo cual disminuyó el porcentaje no conforme en un 8.86%.

Es por ello que se convierte en referencia de consulta para la presente investigación ya que aporta definición amplia de los requerimientos de un caso de estudio.

Asimismo, Moreno, J. y Polo, J. (2016), realizaron un Trabajo de Grado denominado **Propuestas de Mejora para la Reducción de Desperdicios en el Proceso de Producción de Alimentos Concentrados para gallinas ponedoras en la Empresa Alimentos la Caridad C.A., presentada** en la Universidad de Carabobo (UC) para optar al título de Ingenieros Industriales. El estudio referido tuvo como objetivo general diseñar propuestas de mejora en el proceso de producción de alimentos concentrados en la empresa Alimentos la Caridad C.A., para la eliminación de desperdicios. Los autores concluyeron que la implementación de las propuestas planteadas logró reducir los desperdicios y las condiciones inseguras que afectaban la producción, implementando dispositivos mecánicos, redistribuyendo la planta y aplicando filosofías de mejora continua.

Como contribución a la presente investigación, los autores diseñaron dispositivos para el manejo de los materiales logrando el cumplimiento de los estándares del departamento de calidad, también eliminando derrames de materia prima y las paradas no programadas.

Benavente, J. y Hernández, A. (2014), realizaron un Trabajo de Grado denominado **“Propuestas de mejora para la reducción de desperdicios en una línea de ensamble de filtros sellados en la Empresa Affinia Venezuela C.A.”**, en la Universidad de Carabobo (UC). Este estudio tuvo como finalidad plantear una propuesta de mejoras principalmente para la disminución de desperdicios en la línea USA (Unidad Sellada Automotriz) con la ayuda de la metodología ESIDE, donde se logró identificar y clasificar los desperdicios presentes

En el proceso productivo, se cuantificaron y se analizaron los datos con la utilización de herramientas de ingeniería industrial con el fin de hallar las causas raíces que afectan con mayor impacto a la generación de los mismos. Se evaluaron alternativas de mejoras para elegir la solución más adecuada y reducir o eliminar el desperdicio encontrado.

2.2 Bases Teóricas

Según Arias, F. (2012), "Las bases teóricas indican el desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado" (p 107).

Para la elaboración y comprensión de esta investigación, en esta sección se explican diferentes teorías referentes a los aspectos técnicos necesarios para el desarrollo del contenido. A continuación, se presenta los lineamientos que se toman para desarrollar la presente investigación:

2.2.1 Plan Estratégico

Chiavenato, I. (2000). Dice que:

“La Planificación Estratégica es una herramienta fundamental para el desarrollo y ejecución de proyectos, es un proceso sistemático, que da sentido de dirección y continuidad a las actividades diarias de una organización, permitiéndole visualizar el futuro e identificando los recursos, principios y valores requeridos para transitar desde el presente hacia el futuro, siguiendo para ello una serie de pasos y estrategias que puedan definir los objetivos a largo plazo, identificando metas y objetivos cuantitativos, desarrollando estrategias para alcanzar dichos objetivos y localizando recursos para llevar a cabo dichas estrategias”.

Y se completa con los que dice Arellano, R, (2000):

“Es el proceso en el cual se desarrolla y mantienen una relación viable entre los objetivos y recursos de la organización y las oportunidades cambiantes del

mercado. Es la fórmula para alcanzar el éxito en el mundo de los negocios, es el plan para lograr el mejor rendimiento de los recursos, la selección de la base de negocios en que participan y el esquema para obtener una posición favorable en el mercado. Es la estructura para establecer relaciones con el siempre cambiante mundo exterior”

2.2.2 Plan de Mejora

Un plan o proyecto de mejora es una metodología sistematizada mediante la cual se produce en una empresa un proceso planificado de cambio en su organización, desarrollado en todos los niveles pertinente del mismo, con el objetivo final de mejorar todos aquellos aspectos que favorezcan la calidad de la gestión de la organización y obtener una mejora de los resultados proyectados.

Un plan o proyecto de mejora es una metodología sistematizada mediante la cual se produce en una empresa un proceso planificado de cambio en su organización, desarrollado en todos los niveles pertinente del mismo, con el objetivo final de mejorar todos aquellos aspectos que favorezcan la calidad de la gestión de la organización y obtener una mejora de los resultados proyectados.

Por su propia concepción, la elaboración del Plan de mejora requiere, como tarea previa, el diagnóstico y la identificación de aquellos puntos débiles o aquellas áreas de mejora del centro sobre los que dirigir las actuaciones previstas.

Es indispensable, por tanto, haber efectuado la identificación mediante procesos de evaluación.

A la vez que se adoptan decisiones técnicas, un Plan de mejora supone un proceso cargado de valores que deben hacerse explícitos desde el diseño inicial hasta la evaluación de los resultados.

Selección de Proyectos de Mejora

Para realizar una correcta selección del proyecto de mejora se puede utilizar la siguiente matriz de priorización (Ver figura 1):

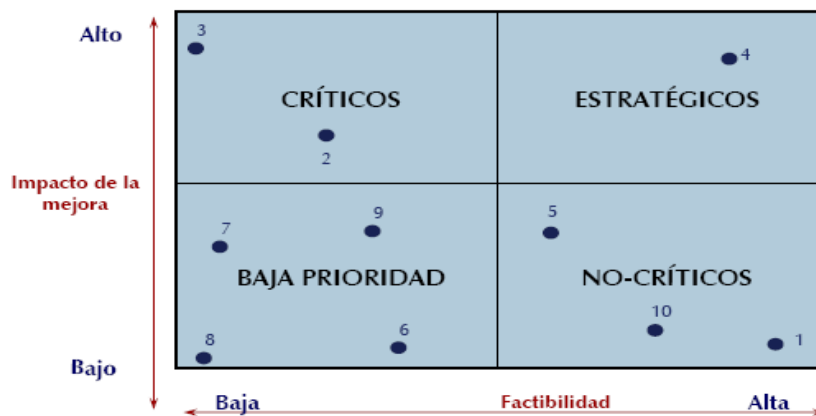


Figura 1: Matriz de Priorización.

Fuente: Instituto Politécnico de Valencia-España

En el eje vertical se detalla el impacto que producirá la propuesta planteada en la mejora del proceso y en el eje horizontal la factibilidad del proyecto planteado.

La matriz se divide en cuatro zonas que son:

- **Baja Prioridad:** Propuestas de baja factibilidad y bajo impacto en la mejora.
- **Críticos:** Proyectos de baja factibilidad, pero alto impacto en la mejora.
- **No críticos:** Proyectos de alta factibilidad, pero bajo impacto en la mejora.
- **Estratégicos:** Propuestas de alta factibilidad y alto impacto en la mejora.

Las propuestas planteadas se colocan en la región que corresponda dentro de la matriz según su nivel de factibilidad y el impacto que proporcione a la mejora y se selecciona la de mayor impacto y factibilidad.

2.2.3 Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)

Según Hernández, J. (2013), señalan que el lean manufacturing es “Una filosofía, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicio que se observan en la producción”.

Lean Manufacturing mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren

la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: Organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. El Lean no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompa con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio de pie de máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad.

Estructura del sistema Lean: Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación de desperdicio mediante la aplicación de técnicas. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían. Entre las técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos:

- Método de las 5S.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Sistema a prueba de error (POKA-YOKE).
- Mejoramiento continuo (Kaizen).
- Sistema justo a tiempo.
- Pull system o Kanban

Principios del sistema Lean manufacturing: los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista “Factor Humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

1. Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
2. Formar líderes de equipos que asuman el sistema y los enseñen a otros.
3. Interiorizar la cultura de “para la línea”.

4. Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
5. Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
6. Respetar la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
7. Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
8. Promover equipos y personas multidisciplinarios.
9. Descentralizar la toma de decisiones.
10. Integrar funciones y sistemas de información.
11. Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo lean.

2.2.3.1 Mejora continua (Kaizen):

Mazaaki, I. (2001) define KAIZEN como: “mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores, supone que nuestra forma de vida debe ser mejorada constantemente”. La expresión kaizen viene de las palabras japonesas “KAI” y “ZEN” que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el kaizen es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar los estándares, y la frase: un largo camino comienza con un pequeño paso.

En el desarrollo y aplicación del kaizen se ven amalgamados conocimientos y técnicas vinculados con administración de operaciones, ingeniería industrial, comportamiento organizacional, calidad, costos, mantenimiento, productividad, innovación y logística entre otros. Por tal motivo bajo lo que podríamos llamar el paraguas del kaizen se encuentran involucradas e interrelacionadas métodos y herramientas tales como: control total de calidad, círculos de calidad, sistemas de sugerencias, automatización, mantenimiento productivo total, KANBAN, mejoramiento de la calidad, JIT, cero defectos, actividades en grupos pequeños,

desarrollo de nuevos productos, mejoramiento en la productividad, cooperación trabajadores- administración y disciplina en el lugar de trabajo, entre otros.

Principios de la metodología KAIZEN: Para la implementación de una filosofía Kaizen o un Proceso de Mejora Continua, deben aplicarse como mínimo cuatro principios fundamentales, estos son:

1. **Optimización de los recursos actuales:** La tendencia de las organizaciones que pretenden alcanzar una mejora es a dotarse de nuevos recursos. Para implementar Kaizen el primer paso consiste en un análisis profundo del grado de utilización de los recursos actuales, del mismo modo que se buscan alternativas para mejorar el uso y el funcionamiento de estos.

2. **Rapidez para la implementación de soluciones:** Sí las soluciones a los problemas que se han identificado se fijan a plazos largos de ejecución, no estamos practicando Kaizen. Un principio básico del Kaizen es la de minimizar los procesos burocráticos de análisis y autorización de soluciones; en caso de que los problemas sean de sustantiva complejidad, Kaizen propone desgranar el problema en pequeños hitos de sencilla solución.

3. **Criterio de bajo o nulo costo:** El Kaizen es una filosofía de mínima inversión que complementa la innovación, de ninguna manera estimula que un parámetro de gestión se mejore mediante el uso intensivo de capital dejando de lado la mejora continua. Las alternativas de inversión que propone se centran en la creación de mecanismos de participación y estímulo del personal.

4. **Participación activa del operario en todas las etapas:** Es fundamental que el operario se vincule de forma activa en todas las etapas de las mejoras, incluyendo la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento. El primer mito que desestima el Kaizen es aquel de que "Al operario no se le paga para pensar". Esta filosofía que parece apenas solidaria e incluyente tiene aún más fundamentos, y se sustenta en que es el operario el mejor sabedor de los problemas atinentes a la operación con la que convive.

Metodología del sistema KAIZEN: Para la implementación de este método existe herramientas como el ciclo “DEMING” o como el “MOVE WORKSHOP”. El método DEMING O PDCA como el mayormente implementado se define en los siguientes pasos:

1. **Planificar (Plan):** Esta etapa es de selección del objeto de mejora, en ella se explican las razones de dicha elección (situación actual y análisis de datos) y se definen los objetivos claros que se deben alcanzar.

2. **Hacer (Do):** Corresponde al trabajo de campo de la mejora, consiste en propuestas de solución y rápida implementación de las mejoras de mayor prioridad.

3. **Verificar (Check):** Es donde se debe comprobar el objetivo planteado en el plan respecto a la situación inicial que se identificó. Por ende se comprueba que se estén alcanzando los resultados o en caso contrario volver a realizarlos.

4. **Actuar (Action):** es una etapa fundamental en la mejora continua, dado que se asegura de que las mejoras no se deprecien depende del estándar u oficialización de las medidas correctivas. Para proceder a la estandarización se debe haber comprobado que las medidas han alcanzado resultados esperados, además, hay que plantear siempre la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis.

Ventajas y beneficios del KAIZEN: A la hora de inventariar las ventajas y beneficios en la implementación y puesta en práctica del sistema kaizen cabe apuntar las siguientes:

1. Reducción de inventarios, productos en proceso y terminados.
2. Disminución en la cantidad de accidentes.
3. Reducción en fallas de los equipos y herramientas.
4. Reducción en los tiempos de preparación de maquinarias.
5. Aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
6. Incremento en los niveles de rotación de inventarios.

7. Importante caída en los niveles de fallas y errores.
8. Mejoramiento en la autoestima y motivación del personal.
9. Altos incrementos en materia de productividad.
10. Importante reducción en los costes.
11. Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
12. Aumento en los beneficios y rentabilidad.
13. Menores niveles de desperdicios y despilfarros. Con su efecto tanto en los costes, como así también en los niveles de polución ambiental, entre otros.
14. Notables reducciones en los ciclos de diseño y operativos.
15. Importantes caídas en los tiempos de respuestas.
16. Mejoramiento en los flujos de efectivo.
17. Menor rotación de clientes y empleados.
18. Mayor y mejor equilibrio económico-financiero. Lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica.
19. Ventaja estratégica en relación a los competidores, al sumar de forma continua mejoras en los procesos, productos y servicios. Mediante la mejora de costos, calidad, diseño, tiempos de respuesta y servicios a los consumidores.
20. Mejora en la actitud y aptitud de directivos y personal para la implementación continua de cambios.
21. Acumulación de conocimientos y experiencias aplicables a los procesos organizacionales.
22. Capacidad para competir en los mercados globalizados.
23. Derribar las barreras o muros interiores, permitiendo con ello un potente y auténtico trabajo en equipo.
24. Capacidad para acomodarse de manera continua a los bruscos cambios en el mercado (generadas por razones sociales, culturales, económicas y políticas, entre otras).

2.2.3.2 Método de las 5S's

Busca mejorar las áreas de trabajo con el propósito de facilitar el flujo de materiales, personas y poseer localizar correctamente materiales, insumos, etc. Existe múltiple y variada experiencia en la explicación de esta técnica. Este método hace referencia a mantener un orden y limpieza permanente en la planta de manufactura y oficinas para reducir desperdicios en espacios y tiempos de

Búsqueda. Las 5S se denominan así por considerar 5 aspectos cuyo significado en japonés inicia con S (Hirano, H. 1996)

- § **Seiri.**- Organización.
- § **Seiton.**- Orden.
- § **Seiso.**- Limpieza.
- § **Seiketsu.**- Estandarización.
- § **Shitsuke.**- Disciplina y entrenamiento.

La metodología de las 5 S inicia con la organización, es decir, retirando todo lo que no se usa en las áreas de trabajo, identificando con una tarjeta roja lo que está dudoso y colocándolo en un área específica para revisión posterior; el orden implica tener un lugar bien especificado para cada cosa, para lo cual pueden usarse siluetas, cuadros, colores, etc. La limpieza significa tener pulcras las áreas de trabajo, por lo que se deben proporcionar los accesorios adecuados para ello. La estandarización implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza, mientras que la disciplina se refiere a crear su hábito, más que por procedimiento por costumbre.

Se puede definir como un estado ideal en el que:

- § Los materiales y útiles innecesarios se han eliminado.
- § Todo se encuentra ordenado e identificado.
- § Se han eliminado las fuentes de suciedad.
- § Existe un control visual mediante el cual saltan a la vista las desviaciones o fallos.
- § Todo lo anterior se mantiene y se mejora continuamente.

2.2.3.3 Layout

Sansonneti y Malilick (2013) dicen que "La distribución en planta consiste en planificar el equipo adecuado, junto con el lugar adecuado, para permitir la elaboración de una unidad de producto de la manera más eficaz, a la menor distancia posible y en el menor tiempo posible".

Entonces, se puede decir que el objetivo principal al diseñar una Distribución de Planta es hallar la ordenación más eficiente, económica, segura y satisfactoria para los empleados y, que, a su vez, permita desarrollar los procesos productivos y administrativos a bajo costo. De ello, se puede concluir que una buena Distribución de Planta presenta una serie de beneficios a obtener y que deben buscarse como objetivos y/o metas a alcanzar.

Por ello, primero debemos ir de lo general a lo específico. Es decir, se debe decidir la creación de departamentos y su ubicación para después pensar en la distribución interna de cada uno de ellos, por lo que es útil, antes de tomar decisiones, dar respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué centros deberán incluirse en la distribución? Estos deben aportar al incremento de la productividad. Por ejemplo: ¿Es más eficaz un almacén central de herramientas o será mejor que cada centro de trabajo tenga su propia zona de almacenamiento para estas?
- ¿Cuánto espacio y capacidad necesita cada centro? Los espacios insuficientes reducen la productividad e, incluso, incrementan el riesgo de accidentes. Pero, los espacios muy amplios también reducen la productividad y provocan el aislamiento innecesario de los empleados.
- ¿Cómo configurar el espacio en cada centro? Se debe considerar el espacio disponible, su forma y los elementos que conforman o conformarán el centro de trabajo (personas, muebles, maquinarias, procesos a llevar a cabo, etc.).

- ¿Dónde ubicar el centro? Por ejemplo, si dos centros de trabajo o grupos de trabajo deben interactuar constantemente, lo más eficiente es evitar que estén

En lugares distantes y/o separados para no incurrir en pérdida de tiempo por Traslados innecesarios.

2.2.3.4 Poka-Yoke

Inicialmente lo trabajo el Ingeniero Industrial Shigeo Shingo en la fábrica de TOYOTA en la década de 1960. Poka-yoke es un término japonés que traduce “a prueba de errores”.

Poka: Equivocación, errores inadvertidos.

Yokeru: evitar.

Según Smiller, H. (2013) Inicialmente se deben identificar la fuente de los defectos, sean por los materiales (dañados, equivocados, fuera de especificación y obsoletos), en la mano de obra (mala capacitación, errores inadvertidos por descuidos voluntarios o involuntarios, mala operación de los equipos, equivocaciones, etc.), en los métodos (falta de estandarización, métodos y técnicas poco comprensibles u obsoletos, métodos incompletos) y en la maquinaria (mantenimiento inadecuado o inoportuno, malos ajustes, cambios de deficientes, elementos contaminantes, instalaciones inadecuadas, etc.).

Un Poka-Yoke es una técnica de inspección para mejorar la calidad que se aplica con el fin de prevenir errores en la operación de un sistema, o para hacer que éstos no pasen inadvertidos y puedan ser corregidos. Su finalidad es entonces la eliminación de los posibles errores y condiciones que los generan- en tanto son estos los causantes de los defectos presentes los productos finales.

Si bien ayuda a evitar defectos en el producto final, también pone gran parte de la carga de inspección en el sistema de producción, facilitando y reduciendo la carga del personal. De este modo se logra mejorar los resultados de las tareas de inspección,

permitiendo que los operarios dirijan más de sus esfuerzos en actividades que agreguen mayor valor al producto.

Este tipo de sistemas se convierte en importantes apoyos a la gestión de procesos, pues al eliminar los defectos no sólo se evita incurrir en costos asociados a los desperdicios, sino también en aquellos generados por concepto de los re-procesos y consumo de recursos adicionales. Los 8 principios filosóficos del poka-yoke:

1. La construcción de la calidad se hace dentro de los procesos.
2. Todos los errores sin intención y los defectos pueden ser eliminados.
3. Deje de hacerlo mal y empiece a hacerlo bien.
4. No piense en excusas, piense en cómo hacerlo bien.
5. Una posibilidad del 51% de éxito es suficientemente buena para emprender una idea.
6. Los errores y defectos pueden ser reducidos a cero cuando entre todos se trabaja conjuntamente para eliminarlos.
7. Varias cabezas piensan mejor que una.
8. Persiga la causa real de los problemas.

2.2.3.5 Jidokas

Según Mandujano, K. (2004), La automatización con sentido humano, busca crear mecanismos sonoros o visuales que indiquen cuando existen problemas.

Este es un método que permite detectar y corregir defectos de la producción, llegando al punto de detener una máquina para impedir la elaboración de productos defectuosos. Esto asegura que la calidad sea controlada en el proceso mismo, de tal forma que se impide el paso de unidades defectuosas de un proceso al siguiente.

La filosofía Jidoka establece los parámetros óptimos de calidad en el proceso de producción, compara los parámetros contra los estándares establecidos, y si los parámetros del proceso no corresponden a los estándares preestablecidos el proceso se detiene alertando que existe una situación inestable de producción la cual debe ser corregida, esto con el fin de evitar la producción masiva de partes o productos

defectuosos. Los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo “ideal” o estándar contra los resultados actuales de producción.

2.2.3.6 Tipos de desperdicios

Según Rajadell, M. & Sánchez, J. (2010) los tipos de desperdicios son:

1. Sobreproducción: Es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita y que además representa un consumo inútil de material.
2. Tiempo de espera: Es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.
3. Transporte: Es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.
4. Sobreproceso: Es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o el valorado por el cliente, es decir, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles.
5. Exceso de inventario: Los stocks son la forma de desperdicio más clara porque esconden ineficiencias y problemas crónicos. El desperdicio por inventario es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas.
6. Defectos: El desperdicio derivado de los errores es uno de los más comunes en la industria, este incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores para conseguir productos cabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de re-trabajo o de inspecciones adicionales.

7. Movimientos innecesarios: Son todos aquellos movimientos improductivos que no aportan valor al proceso sobre el resultado final. También son posiciones o acciones innecesarias o incómodas para los trabajadores.

Últimamente según Gregorio Menéndez (2014), explica que se ha considerado el Desaprovechamiento del Talento Humano como el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios y por diferentes causas:

- Una cultura y política de empresa anticuada que subestima a los operadores.
- Insuficiente entrenamiento o formación a los trabajadores.
- Salarios bajos que no motiven a los trabajadores.
- Un desajuste entre el plan estratégico de la empresa y la comunicación del mismo al personal.

2.2.4 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, significa que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas. La gráfica es útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar

atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos. El diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

- Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando total.
 - Reordenar los elementos de mayor a menor.
 - Calcular los porcentajes de los efectos
 - Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
 - Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
 - Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
 - Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
 - Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
 - Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
 - Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.
- Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores. (Ver figura 2).

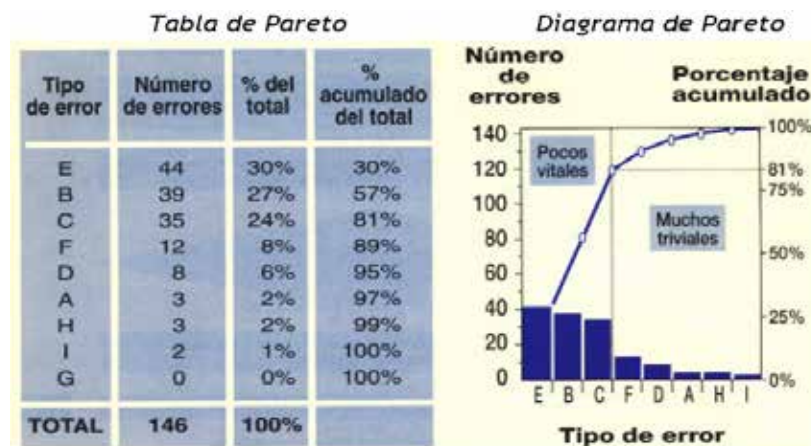


Figura 2: Diagrama de Pareto.

Fuente: Internet

2.2.5 Teoría de Ishikawa - Diagrama Causa-Efecto

El diagrama de Ishikawa ayuda a graficar las causas del problema que se estudia y analizarlas. Es llamado “Espina de Pescado” por la forma en que se van colocando cada una de las causas o razones que a entender originan un problema. Tiene la ventaja que permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema. En algunas oportunidades son causas independientes y en otras, existe una íntima relación entre ellas, las que pueden estar actuando en cadena. La mejor manera de identificar problemas es a través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo en que se trabaja y lograr que todos los participantes vayan enunciando sus sugerencias. Los conceptos que expresen las personas, se irán colocando en diversos lugares. El resultado obtenido será un Diagrama en forma de Espina de Ishikawa. Ideado en 1953 se incluye en él los siguientes elementos:

- El problema principal que se desea analizar, el cual se coloca en el extremo derecho del diagrama. Se aconseja encerrarlo en un rectángulo para visualizarlo con facilidad.
- Las causas principales que han originado el problema, gráficamente están constituidas por un eje central horizontal que es conocida como “línea principal o espina central”. Posee varias flechas inclinadas que se extienden hasta el eje central, al cual llegan desde su parte inferior y superior, según el lugar adonde se haya colocado el problema que se estuviera analizando o descomponiendo en sus propias causas o razones. Cada una de ellas representa un grupo de causas que inciden en la existencia del problema. Estas flechas a su vez son tocadas por flechas de menor tamaño que representan las
- El Diagrama que se efectúe debe tener muy claramente escrito el nombre del problema analizado, la fecha de ejecución, el área de la empresa a la cual pertenece el problema, etc. (Ver figura 3).

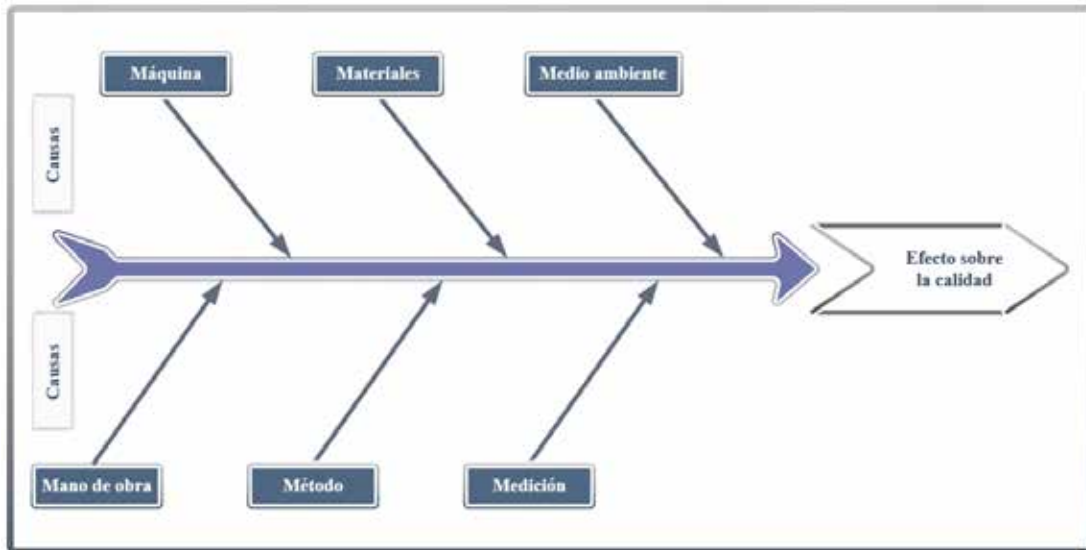


Figura 3: Diagrama de Causa-Efecto.

Fuente: Calidad, Autor Pablo Alcalde San Miguel, 2014, p 150.

2.2.6 Técnica de grupo nominal (TGN)

Según Fernández, A. (2005) describe al TGN como “una técnica de creatividad que sirve para generar ideas y evaluarlas. Se trata de una combinación entre la fase de aire (generación de ideas y por lo tanto sin juicio) y la parte de agua (evaluación de ideas)”

El mismo autor expresa que “Es una técnica muy útil para los objetivos creativos que tienen un gran número de soluciones. Eficaz para concretar más nuestros objetivos creativos y hacer una primera criba para nuestra evaluación de ideas.”

2.2.7 Diagrama de procesos

De acuerdo con Blanco, R. & Solis, A. (2013) “Los diagramas de proceso son una familia de representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, empleados para visualizar y analizar de manera sistemática dicho proceso o ciclo de trabajo”.

Los diagramas de procesos a su vez se subdividen en otros diagramas tales como el de operaciones, el de flujo de proceso, entre otros, donde se detallan las actividades de cada proceso.

- Diagrama de operaciones de proceso (D.O.P): Es la representación gráfica de los puntos en los cuales se introducen los materiales al proceso y de la secuencia de todas las operaciones e inspecciones. No se incluyen aquellas actividades relacionadas con el manejo de materiales. Incluye información de los tiempos de cada proceso, materiales, facilidades físicas empleadas, etc.
- Diagrama de flujo de proceso: Representación gráfica del proceso. Muestra la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y los almacenamientos a través de flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

2.2.8 Estudio de tiempos y movimientos

Según Guanoluisa, N. (2014) explica lo siguiente:

“El estudio de tiempos es una técnica utilizada para obtener un tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad. Estableciendo estándares para tareas u holguras para fatigas o por retrasos personales e inevitables y con esta manera se generarán posibilidades de resolver problemas en aspectos de proceso o fabricación.”

Según Couto, M y Hoyos, P. (2011): describen lo siguiente:

“MTM (medición de tiempos y métodos) es de gran importancia para las industrias ya que analiza toda operación manual o método, así como los movimientos requeridos para realizar un trabajo y así poder asignar a cada movimiento un tiempo específico expresado en TMU. Expresa también la dificultad que se tiene al realizar el estudio para identificar claramente los movimientos básicos realizados por los operadores.”

2.2.9 Calidad

Según Joseph M. Juran define la calidad como “Todas aquellas características del producto que se basan en las necesidades del cliente, por eso brindan satisfacción al producto y la libertad después de las deficiencias”.

Importancia de la calidad

De acuerdo con Colunga, C. (1995). La importancia de la calidad se traduce como los beneficios obtenidos a partir de una mejor manera de hacer las cosas y buscar la satisfacción de los clientes, como pueden ser: la reducción de costos, presencia y permanencia en el mercado y la generación de empleos.

Reducción de costos: Automáticamente los costos se reducen ya que la organización tendrá menos reprocesos, con esto, las piezas que se desechaban, ahora serán utilizadas, las personas que se encargaban de volver a reprocesar dichas piezas, ahora podrán dedicarse a la producción y el tiempo que le dedicaban a este mismo los podrán utilizar para innovar nuevos productos o mejorar sus sistemas de producción, también ocasionando un ahorro en el tiempo y los materiales ocupados para la elaboración del producto.

Disminución en los precios: Como consecuencia en la reducción de costos, ocasionado por el menor uso de materiales, por la reducción en los reprocesos, por el menor desperdicio y por el menor desgaste humano, la productividad aumenta considerablemente y el precio del producto o servicio puede ser menor.

Presencia en el mercado: Con una calidad superior a la de la competencia, con un precio competitivo, con productos innovadores y cada vez más perfeccionados, el mercado reconoce la marca creando una confiabilidad hacia los productos fabricados o servicio otorgados; lo que redundará en una presencia sobresaliente en el mercado.

Permanencia en el mercado: Como consecuencia de las ventajas antes mencionadas, la empresa tiene alta probabilidad de permanecer en el mercado con una fidelidad por parte de los consumidores.

Generación de empleos: Al mejorar la calidad, con un precio competitivo, con presencia y permanencia en el mercado, se pueden proporcionar más empleos, que a su vez demuestra un crecimiento en la organización y cumple íntegramente con uno de los objetivos de la empresa.

Principios de la Calidad

Según Kaoru Ishikawa (1915-1989). Asegura que la calidad se establece por 12 principios:

1. El cliente es lo más importante.
2. Hay que prevenir, no corregir.
3. Reducir costos y desperdicios en general.
4. Resultados a largo plazo. No caminos cortos para alcanzar la calidad.
5. Participación e involucramiento de todos los miembros.
6. Hay que trabajar en equipo.
7. Medir resultados.
8. Dar reconocimientos.
9. Se requiere el compromiso y el apoyo de la alta dirección.
10. Instituir programas de capacitación y desarrollo efectivo e intenso.
11. Crear conciencia de la necesidad.
12. Tener un proceso y herramienta para el mejoramiento permanente.

2.3 Definición de Términos Básicos

- **Muda:** Es toda actividad del proceso que agrega costos, pero no valor en los procesos de producción.
- **Desperdicio:** La acción y efecto de desperdiciar; Materiales o recursos que ya no se pueden emplear productivamente.
- **Operación:** Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto. Para representar la operación en un diagrama de proceso se utiliza un círculo.

- **Estándar:** Un estándar es un conjunto de reglas que deben cumplir los productos, procedimientos o investigaciones que afirmen ser compatibles con el mismo producto.
- **Método:** Término utilizado para asignar la técnica empleada para realizar una operación.
- **Polietileno:** Es químicamente el polímero más simple. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales en todo el mundo.
- **Rotomoldeo:** Moldeo rotacional es un proceso de conformado de productos plásticos en el cual se introduce un polímero en estado líquido o polvo dentro de un molde y éste, al girar en dos ejes perpendiculares entre sí, se adhiere a la superficie del molde, creando piezas huecas.
- **Molde:** Un molde es una pieza, o un conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas, pero con los detalles e improntas exteriores del futuro sólido que se desea obtener.
- **Calidad:** Es un conjunto de características de un producto o servicio que satisface las necesidades del cliente. La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Según Buendía, Colás y Hernández (2007), “En la metodología se distinguen dos planos fundamentales; el general y el especial”, (p.34). Para el estudio del problema, fue necesario llevar a cabo una metodología que conlleve al desarrollo de los objetivos, que oriente la relación de la investigación; para lo cual es necesaria la presencia del marco metodológico, que permita conocer los canales más adecuados para obtener la información requerida para obtener los resultados.

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación se enmarca bajo la modalidad de Proyecto Factible, debido a que la propuesta aporta un plan para mejorar el proceso de desmoldeo de tanques de plástico elaborados por la empresa Industrias Q'Productos S.A; prestando especial atención a la viabilidad de la misma y verificándose tal cuestión a través de un análisis de costo-beneficio. Las normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajo de grado de la Universidad José Antonio Páez, manifiesta que: “Los Proyectos Factibles: Consistirá en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

3.2 Diseño de la investigación

El estudio se desarrolla bajo el diseño de una investigación de campo, la cual Arias, F. (2012) la define como, “aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador

obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes.”. De allí su carácter de investigación no experimental. (p.31).

Igualmente, el trabajo también se realiza bajo el contexto de una investigación de tipo documental, la cual es definida por Arias G. Fideas (2012), como: “el proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónica. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.”.

El tipo de investigación documental a ser utilizada puede ser realizada a nivel descriptivo, ya que se requiere realizar una revisión de los datos histórico para el diagnóstico de la situación actual en estudio. En cuanto a esto, se ha tomado como definición, la realizada por Arias, F. (2012), el cual la define como: “estudios de medición de variables independientes a partir de datos secundarios.”.

Se fundamenta en la utilización de documentos de cifras o datos numéricos obtenidos y procesados en periodos pasados durante los cierres administrativos de los inventarios de proceso de la empresa Industrias Q’Productos S.A., con el objetivo de realizar un diagnóstico de la situación actual a través del estudio y análisis de los datos históricos existentes.

Así mismo, esta investigación da lugar a la modalidad de investigación explicativa, la cual es definida por Arias F. (2012), como:

“La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos”. (p.26).

3.3 Nivel de la Investigación.

La presente investigación es de tipo Descriptiva, mediante la investigación descriptiva según Arias, F. (2012), la define como: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.”. (p.24)

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Todo trabajo de investigación debe considerar una diversidad de aspectos comunes que llegan a caracterizar el fenómeno a ser estudiado, es decir, la población o universo total que deberá ser analizada en este sentido.

Según Arias, F. (2012), “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p.81)

Cabe destacar que la población de esta investigación es del tipo finita, la cual es definida por Arias, F. (2012), como: “La agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dicha unidades”. (p. 82).

En la presente investigación las unidades de análisis objeto de observación o estudio, serán las áreas de desmoldeo de la empresa Industrias Q’ Productos S.A.

3.4.2 Muestra

Cuando se habla de la muestra se señala que: “Es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (Arias, F. 2012, p. 83).

Para esta investigación, la muestra estará conformada por la misma cantidad de máquinas operativas instaladas en la planta (En este caso coinciden población y muestra) durante el lapso de estudio.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1 Técnicas

Según Arias, F. (2012), “se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”. (p.67)

De acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior, las técnicas a ser aplicadas para la recolección de datos, y de acuerdo al diseño de esta investigación, estará basada en:

(a) Observación directa estructurada

Arias. F. (2012), define la observación de la siguiente manera:

“La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. (p.69).

Para esta investigación la observación directa estructurada está definida, según Arias, F. (2012), como: “Aquella que además de realizarse en correspondencia con unos objetivos, utiliza una guía diseñada previamente, en la que se especifican los elementos que serán observados”. (p.70).

(b) Entrevistas a los operadores de los procesos involucrados

Arias, F. (2012), define la entrevista como:

“Más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un dialogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”. (p.73).

Dentro de la clasificación de la entrevista, para este trabajo se empleará la entrevista no estructurada o informal, la cual, según Arias, F. (2012), “En esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema

de la entrevista, de allí que el entrevistador deba poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia”. (p.73).

(c) Revisión Documental

La cual proporcionara bases para el establecimiento de criterios acertados en el manejo de la información obtenida. Al respecto, Arias, F (2012) la define como “en un proceso basado en la búsqueda, análisis, crítica e interpretación de datos obtenidos y registrados por otros investigadores, en fuentes documentales impresas, audiovisuales o electrónicas” (p.90).

3.5.2 Instrumentos

La investigación actualmente no se limita a fuentes impresas, esto es gracias al gran uso del internet, a lo largo del tiempo cada vez existen más sitios que ofrecen mucha información de diversos temas a tratar. Por consiguiente, solo se hizo uso de la computadora y sus unidades de almacenaje.

- **Ficha de Observación:** Para la observación directa se utilizará como instrumento a Hoja de Observación, que, para Arias, F. (2012) la define, “como un instrumento en el que se indica la evaluación de un aspecto o conducta a ser observada”. (p.70). De tal modo, que la misma permitirá registrar los datos observados necesarios que conllevan a determinar los factores que afectan la situación planteada y con ello buscar oportunidades de mejoras.
- **Análisis de Contenido:** Para la aplicación de la revisión documental se utilizará el análisis de contenido, según Abela, J. (1998) “El análisis de contenido se basa en la lectura (textual o visual) como instrumento de recogida de información, lectura que a diferencia de la lectura común debe realizarse siguiendo el método científico, es decir, debe ser, sistemática, objetiva, replicable, y valida.” (p. 2).
- **Diagrama de Pareto:** Con los datos obtenidos, en este caso en específico, con la jerarquización de las causas más recurrentes y significativas sobre el

proceso productivo de la organización, se construyó el Diagrama de Pareto, para efectuar el análisis y detectar las causas que están generando desperdicios en la empresa.

- **Diagrama de Causa-Efecto:** De acuerdo con Galgano (1995), el análisis causa-efecto es un “proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la fotografía de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado”. (p. 99).

3.6 Fases de la Investigación

Fase I: Diagnostico de la situación actual en el área de desmoldeo de la empresa.

- Se utilizó la observación directa como una herramienta para diagnosticar la situación actual, a través de ella se pudo obtener información sobre cómo se está llevando a cabo el proceso y como los operarios realizan las actividades planificadas.
- Se realizó un análisis visual del área de desmoldeo de las maquinas operativas actuales para cuantificar los defectos o los desperdicios en que pueda incurrir el operador o el proceso.

Fase II: Análisis de las causas por las que se producen los desperdicios en el área de desmoldeo de la empresa.

- Se hizo un análisis de las condiciones de trabajo, del proceso y de los métodos a la hora de hacer el proceso de desmoldeo y desmontaje de los tanques, realizados por los trabajadores, a fin de encontrar los procedimientos que no son óptimos.
- Se realizó una clasificación de las causas que generan las fallas producidas en el área de desmoldeo de tanques, a través del diagrama causa-efecto.
- Se analizará cada causa, basado en el diagrama causa-efecto.

- Se hizo una jerarquización de las fallas tomadas en el campo, mediante un diagrama de Pareto, para estudiar opciones de mejora a las más críticas del proceso.
- Se implementó la Técnica de Grupo Nominal, a fin de servir como técnica aislada y corroborar que las causas fueran las anteriormente encontradas.
- Se realizó un resumen de oportunidades de mejoras a fin de corregir aquellas fallas que tienen mayor influencia en los desperdicios.

Fase III Diseño de un plan estratégico para la disminución de desperdicios en el área de desmoldeo.

Esta fase se plantearon mejoras en el proceso mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, para ser más precisos, mediante aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) y la implementación de nuevas herramientas, todo ello de acuerdo a las causas detectadas de la fase anterior, y para dar la solución a todas ellas y así reducir a una cantidad mínima los desperdicios generados durante el proceso de desmoldeo.

Fase IV: Evaluación de la relación técnico-económica, social y ambiental de la implementación del plan estratégico.

- Esta fase tomo en cuenta todos los costos incurridos en las mejoras planteadas con la finalidad de compararlos con los beneficios tangibles que se puedan generar. Se realizó una evaluación económica por medio de una relación costo-beneficio, que arrojará información importante y tangible para ser aplicado al proceso de desmoldeo de tanques de la empresa Industrias Q'Productos S.A.
- Se realizó a su vez una evaluación, de cómo la posible disminución de los costos puede repercutir directamente en la parte social de la empresa, se demostró como una disminución de desperdicios y una correcta utilización de los recursos, aplica positivamente en la retribución al personal, clientes y público en general.

- Se mostró, una vez solucionada la problemática, como esta mejora influye directamente al medio ambiente, siendo una solución que pueda disminuir tanto el consumo de material como las emisiones y el consumo de energía y recursos no renovables, así como la implementación y recomendación de medidas ambientales y de reciclaje. Todo ello enmarcado en la necesidad de transformar al futuro ingeniero en un profesional integral.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el siguiente capítulo, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las fases establecidas del proyecto, descritas en el marco metodológico, a fin de cumplir de manera efectiva con el objetivo general de la investigación, que sería aportar una propuesta de un plan estratégico en el área de desmoldeo para la disminución de desperdicios en la empresa Industrias Q'Productos S.A. a través de técnicas y herramientas de la ingeniería industrial.

4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual en el área de desmoldeo de la empresa.

4.1.1 Descripción del producto y los procesos en Industrias Q'Productos S.A.

a. Producto:

Entre los principales productos fabricados, se encuentran tanques cisternas, cónicos y australianos de diferentes capacidades, contenedores (materiales y basura), pupitres, tambores, entre otros. Para objeto de la investigación, los productos que se encuentran en estudio son todos los modelos tanques fabricados por la empresa mediante el método de rotomoldeo:

- **Tanque Cilíndrico:** Este modelo de tanque en específico, es un tanque ideado para el uso interno y para instalar en espacios reducidos, su limitante es tener un bajo volumen de capacidad de líquido, ya que la empresa solo fabrica este producto en capacidades pequeñas.
- **Tanque Cónico:** Este modelo es el más vendido por la empresa, ya que es el ideal para exteriores y el almacenaje de líquidos en medianas y grandes capacidades volumétricas, la empresa cuenta con distintos moldes de diferentes tamaños.
- **Tanque Australiano:** Este modelo es de altas capacidades de almacenaje de líquido, ya que son los tanques de mayor tamaño fabricados por la empresa, son

los que consumen más esfuerzo y material a la hora de su fabricación, y siendo ellos los más engorrosos para su transporte.

- **Tanque Cisterna:** Tanque pensado para el transporte de agua, posee características de diseño pensados para su instalación tanto en suelo firme como en medios de transporte (camiones).

Los tanques (ver figura 4) son el producto insignia de la empresa, por lo que es de vital importancia su garantizar su calidad y continuidad de fabricación, en la organización se puede apreciar constantemente la producción de los siguientes tanques:

- Tanque Cilíndrico. Capacidad 500 Litros.
- Tanque Cónico. Capacidad 900 Litros.
- Tanque Cónico. Capacidad 1.000 Litros.
- Tanque Cónico. Capacidad 1.300 Litros.
- Tanque Cónico. Capacidad 1.900 Litros.
- Tanque Cónico. Capacidad 2.500 Litros.
- Tanque Cisterna. Capacidad 3.000 Litros.
- Tanque Australiano. Capacidad 5.000 Litros.
- Tanque Australiano. Capacidad 7.500 Litros.
- Tanque Australiano. Capacidad 10.000 Litros.



Figura 4: Tanques fabricados por la empresa.
Fuente: Industrias Q'Productos S.A. (2019)

b. Materiales:

La materia prima para producir los tanques es la siguiente:

- **Polietileno 84-07:** Polímero de fácil fabricación y ubicación, es uno de los más comunes debido a su bajo precio, a continuación, se presenta, en la figura 5, su ficha técnica:

**Polietileno de Mediana Densidad (PEMD) - Buteno
Grado: Rotomoldeo**

Propiedades	Norma ⁽¹⁾ ASTM	Unidades	Valor de referencia ⁽²⁾
Índice de Fluidez (190°C / 2.16 Kg.)	D 1238	g/10 min	5.00
Densidad	D 792	g/cm ³	0.9385
Designación NORVEN: (Termoplástico) Covenin (3581)-PE, RL, 38-E045			
Propiedades generales ⁽³⁾			
Módulo en flexión	D 790	MPa	290
Esfuerzo de fluencia en tensión	D 638	MPa	18
Esfuerzo de ruptura en tensión	D 638	MPa	17
Deformación hasta ruptura	D 638	%	> 1300
Tenacidad	D 638	MPa	180
Resistencia al impacto Gardner	D 5420	KJ/m	8
Temperatura VICAT	D 1525	°C	126
ESCR ⁽⁴⁾ (F 50 / 10% Igepal)	D 1693	h	6
ESCR ⁽⁴⁾ (F 50 / 100% Igepal)	D 1693	h	16
Aditivos:			
Antioxidantes		Dosis alta	
Ayudante de procesamiento		No contiene	
Estabilizantes UV		Dosis alta	

Figura 5: Ficha técnica del polietileno de media densidad 84-07.

Fuente: Internet.

El polietileno es trasladado a una filial de la empresa, para ser pulverizado hasta reducirlo a partículas muy tenues a manera de polvo en dimensiones aproximadas a los 500 micrones, esto con la finalidad de adecuar las características de la materia prima a los requerimientos de la tecnología rotacional, luego, se agregan los aditivos según dicte la receta, para luego ser pigmentado según los colores estándar de la empresa o las características del cliente.

La materia prima virgen llega a la filial de la empresa en sacos de 25Kg., luego es ensacada, pulverizada y pigmentada, para ser embalada en Big bags (sacos

de 500Kg.), para ser trasladados a la empresa Industrias Q'Productos S.A. y empezar su utilización.

- **Aditivos:** Para que el polietileno pueda resistir las necesidades y especificaciones del cliente, es necesario aplicar distintos aditivos una vez es pulverizado el polietileno, estos son; Antioxidantes, ininflamables, antiestáticos y antibacteriales, todos ellos son agregados en cantidades que solo la empresa conoce y maneja en su receta.
- **Pigmentos:** La característica principal de los tanques producidos por la empresa es el color azul emblemático, esto se logra aplicando una cantidad conocida por la organización, de pigmentos químicos para alcanzar dicho color, a su vez, la empresa también presenta una amplia gama de opciones presentadas en una paleta de colores que ahí se maneja.
- **Silicona:** La emulsión silicona, si bien es un agregado en el proceso, se debe tomar como un costo fijo inherente a él, ya que, gracias a la silicona, se puede reducir la adherencia de la materia prima al molde y así facilitar su desmoldeo.

En las figuras 6 y 7 se puede visualizar Sacos de 12Kg. con polietileno 84-07 pigmentado y la Emulsión de Silicona.



Figura 6: Emulsión de Silicona, marca SQ.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).



Figura 7: Sacos de 12Kg. con polietileno 84-07 pigmentado para rotomoldeo.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

- c. Equipos y herramientas:** La línea de producción de tanques, consiste en una serie de máquinas, equipos y herramientas, que permiten la fabricación de los productos de la empresa, los cuales se describen a continuación:
- **Máquina N° 1 de Rotomoldeo,** Marca CACCIA, modelo “ROTAUT AC-3.000” de fabricación italiana, con capacidad de cargar cuatro (04) diferentes moldes en brazos independientes, para tanques de media y baja capacidad, manejada por dos (02) operarios encargados de hacer la carga de la materia prima según la programación de producción y el desmoldeo al final del proceso, la maquina se divide en horno, pre-enfriado, y enfriado, dichos procesos se realizan de forma automática.
 - **Máquina N° 2 de Rotomoldeo,** Marca ROTOLINE, modelo “DC 3.50XT” de fabricación brasileña, con capacidad de cargar cuatro (04) diferentes moldes en un brazo, para tanques de media y alta capacidad, manejada por dos (02) operarios encargados de hacer la carga de la materia prima según la programación de producción y el desmoldeo al final del proceso, la maquina se divide en horno, pre-enfriado, y enfriado, dichos procesos se realizan de forma automática.

- **Máquina N° 3 de Rotomoldeo**, Marca ROTOLINE, modelo “DC 4.00XT” de fabricación brasileña, con capacidad de cargar cuatro (04) diferentes moldes en un brazo, para tanques de media y alta capacidad, manejada por dos (02) operarios encargados de hacer la carga de la materia prima según la programación de producción y el desmoldeo al final del proceso, la maquina se divide en horno, pre-enfriado, y enfriado, dichos procesos se realizan de forma automática.
- **Máquina N° 4 de Rotomoldeo**, Marca ROTOLINE, modelo “DC 4.00XT” de fabricación brasileña, con capacidad de cargar cuatro (04) diferentes moldes en un brazo, para tanques de media y alta capacidad, manejada por dos (02) operarios encargados de hacer la carga de la materia prima según la programación de producción y el desmoldeo al final del proceso, la maquina se divide en horno, pre-enfriado, y enfriado, dichos procesos se realizan de forma automática.
- **Moldes:** Moldes de diferentes capacidades fabricados en Hierro, donde se vacía la materia prima y toma la forma del producto deseado.
- **Horno:** Cada una de las 4 máquinas consta de un (01) horno, donde entran los moldes de los tanques y se hace la cocción de manera rotacional del polietileno 8407, Estos hornos están programados a 300°C y pueden ser reprogramados dependiendo del requerimiento del operador.
- **Sección de Pre-enfriado:** Cada máquina cuenta con una sección de pre-enfriado antes de pasar a la sección de enfriado, está programada en las cuatro (04) maquinas a 1 minuto de espera al salir del horno, antes de entrar al área de enfriado.
- **Túnel de Enfriado:** Cada máquina cuenta con un túnel de enfriado, donde cuatro (04) ventiladores de alta velocidad, enfrían los moldes durante el tiempo establecido para cada producto, para así poder manipular el producto a la hora de hacer el desmoldeo.

- **Señorita:** Sistema de Grúa automática con polea de cadena, dispuesta en las cuatro (04) maquinas, indispensables para el montaje y desmontaje de las tapas de los moldes.
- **Llave de impacto de aire comprimido:** Herramienta mecánica para poder realizar la el cierre y la apertura de los tornillos que sujetan la tapa al molde.
- **Barra metálica:** Utilizada para hacer palanca cuando el tanque se encuentre adherido al molde.
- **Cuchilla:** Herramienta manual para el corte de rebaba y la separación de la tapa del cuerpo del tanque (Ver figura 8).



Figura 8: Cuchilla de corte para tanques.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

- **Rematador “Pela papa”:** Herramienta manual, para retirar la rebaba y dar el acabado a las orillas filosas del tanque (ver figura 9).



Figura 9: Rematador de rebaba “Pela papa”.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

- **Pistola de calor para termoencogible:** Herramienta para dar acabado brillante a los tanques como producto terminado.
 - **Tolva ensacadora:** Tolva de forma cónica, donde se dispone en la parte superior los Big bags para realizar el ensacado de las cantidades necesarias de polietileno para la fabricación de los tanques.
 - **Balanza:** Herramienta de medición para garantizar que la receta sea precisa en el proceso.
- d. Área de trabajo:** El área de trabajo está destinada a la producción y terminación de los productos que fabrica la organización, siendo más precisos, el área de llenado y desmoldeo de cada máquina es de aproximadamente 4 m², donde laboran dos (02) operarios por máquina, las condiciones de trabajo son riesgosas, ya que se encuentran sometidos a presencia de altas temperaturas y de ruido, con exactitud.

En cada puesto de trabajo en la máquina, la sensación térmica asciende a los 40°C y la exposición a ruido alcanza los 95db.

Por otra parte, el galpón donde se encuentra ubicada la planta tiene diferentes accesos, una exclusivamente para la recepción de materia prima y otra para llevar el producto terminado al almacén.

La temperatura ambiental suele ser constante en los 26°C, la cual es mantenida por ventiladores industriales ubicados en diferentes puntos de la empresa para garantizar la circulación de aire, la humedad presentada es constante de 73%,

La empresa cuenta con áreas de oficinas, departamento de producción, departamento de supervisor, departamento de producto terminado y almacén.

En la figura 10 se muestra la vista lateral del galpón de Industrias Q'Productos S.A descrito antes, en la figura 11, el Layout actual de la empresa y en la figura 12 leyenda del Layout.



Figura 10: Vista lateral del galpón de Industrias Q'Productos S.A.
Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

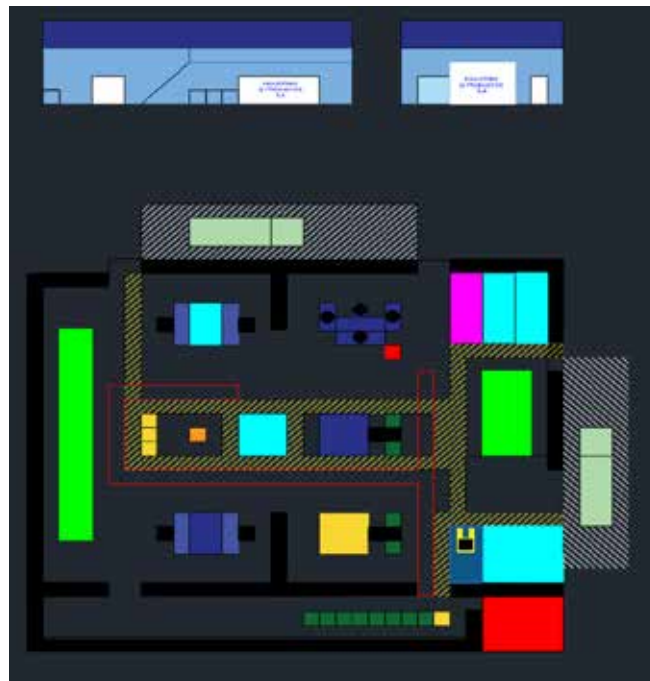


Figura 11: Layout actual de la empresa.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).



Figura 12: Leyenda del Layout actual de la empresa.
 Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

e. Descripción del proceso:

El proceso de rotomoldeo, es un proceso automatizado, donde el polímero de media densidad 84-07 luego de ser pigmentado y tratado según las necesidades, es moldeado con las formas que indique el departamento de producción, creando así los productos ante mencionados, el proceso antes de obtener un tanque terminado, es el siguiente:

- **Entra materia prima:** La materia prima, luego de ser ensacada y pesada, se recibe en la máquina, en contenedores o sacos (Sacos para materia prima color blanco y Contenedores para materia prima de todos los demás colores), es identificada con una nota muy sencilla escrita a mano, donde se especifica cantidad de materia prima dejada en el área de producción, color y modelo de producto a fabricar, el operador debe tener conocimiento del proceso y memorizar los productos y cantidades requeridas para cada producto, para detectar si las cantidades o características no encajan en el requerimiento del departamento de producción.

- **Carga de materia prima en molde:** Una vez verificada la materia prima, el operador se dispone a separar la tapa del molde del cuerpo del molde, en lo que se ayuda con la pistola de impacto para aflojar los tornillos sujetadores, luego toma la cadena con gancho de la polea y la engancha al sujetador que tiene la tapa del molde, con ayuda de la polea retira la tapa del molde del cuerpo del molde y lo posiciona a un lado, el molde es inspeccionado en búsqueda de suciedad o algún agente contaminante, luego el operador busca brocha y la emulsión de silicona y procede a lubricar todo el molde por dentro, una vez finalizado este procedimiento, el operador conociendo las características del molde y la cantidad de materia prima dejada para la producción, procede a hacer el vaciado de la misma, seguidamente el operador procede a aplicar silicón rojo en la solapa del molde (entre el cuerpo y la tapa), y acerca la tapa del molde con ayuda de la polea, para luego presentar y colocar tornillos, los cuales aprieta con la llave de impacto, acto seguido, el operador inserta rosca de salida de gases y tubo de salida de gases y retira cadena con gancho (ver figura 13).



Figura 13: Carga de materia prima en molde tipo cisterna de 3.000L.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

- **Proceso de horneado:** El operador desde el control de mando, acciona el botón para dar inicio al proceso de cocción, la maquina automáticamente realiza el movimiento rotacional y desplaza el molde al horno, el horno está a una temperatura constante de 300°C, donde permanecerá el molde rotando por aproximadamente 22 minutos.
- **Proceso de pre enfriado:** Automáticamente, al salir del horno el molde, pasa a la parte de pre enfriado, donde 2 ventiladores de media velocidad, el molde continúa haciendo su movimiento rotacional, este proceso dura 1 minuto para todos los tipos de productos.
- **Proceso de enfriado:** Una vez terminado el proceso de pre enfriado, automáticamente la maquina pasa el molde a un túnel de enfriamiento, donde 4 ventiladores de alta velocidad, dirigidos al molde, lo enfrían, el molde continúa realizando el movimiento rotacional.
- **Desmoldeo de tanque:** Una vez terminado el proceso de enfriado, la maquina da una alerta auditiva, indicando que el proceso ha concluido, el operador acciona el botón para retirar el molde de la parte de enfriado y llega al punto de inicio, en este punto, el operador, con ayuda de una llave inglesa, retira la rosca de salida de gases y el tupo de salida de gases, luego, con ayuda de la llave de impacto retira los tornillos y sujeta la tapa con la cadena con gancho, con ayuda de la polea retira la tapa del molde y la posiciona a un lado, seguidamente, actuando los dos operadores de la máquina, proceden a hacer el desmoldeo del tanque, en el cual el primer operador toma una herramienta metálica (Chicora) y hace palanca entre el molde y el tanque, mientras tanto el otro operador desconecta la manguera de aire a presión de la llave de impacto y lo introduce por un lado entre el tanque y el molde, para que el aire ayude a hacer el desmoldeado, una vez separado el tanque del molde, el operador busca la herramienta de corte y la herramienta rematadora de rebaba y procede a separar la tapa del tanque del resto del tanque, realizando un primer corte

profundo y caminado con la herramienta paralelo al tanque por toda su circunferencia, una vez separada la tapa del tanque, el operador procede a realizar el rematado del tanque con la herramienta rematadora y procede a enviar el tanque al departamento de producto terminado (ver figura 14).



Figura 14: Operador realizando el desmoldeo de tanque cónico de 5.000L.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

- **Producto terminado:** El tanque es recibido en este departamento, donde el operario se dispone a realizar una revisión visual del tanque, para luego con ayuda de material sobrante y calor, realizar la reparaciones de las imperfecciones del tanques adquiridas a la hora de hacer el desmoldeo del mismo, una vez reparadas las imperfecciones, el operario toma la pistola de termoencogible y flamea toda la superficie del tanque para darle un acabado brillante, se realiza una última inspección, se colocan las uniones para las tuberías de agua, se coloca la calcomanía identificadora del producto y la marca y pasa a producto terminado (ver figura 15).



Figura 15: Departamento de producto terminado realizando reparación.
Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

En la figura 16 se puede observar el Diagrama de proceso de fabricación de tanque en la empresa Industrias Q'Productos, S.A.

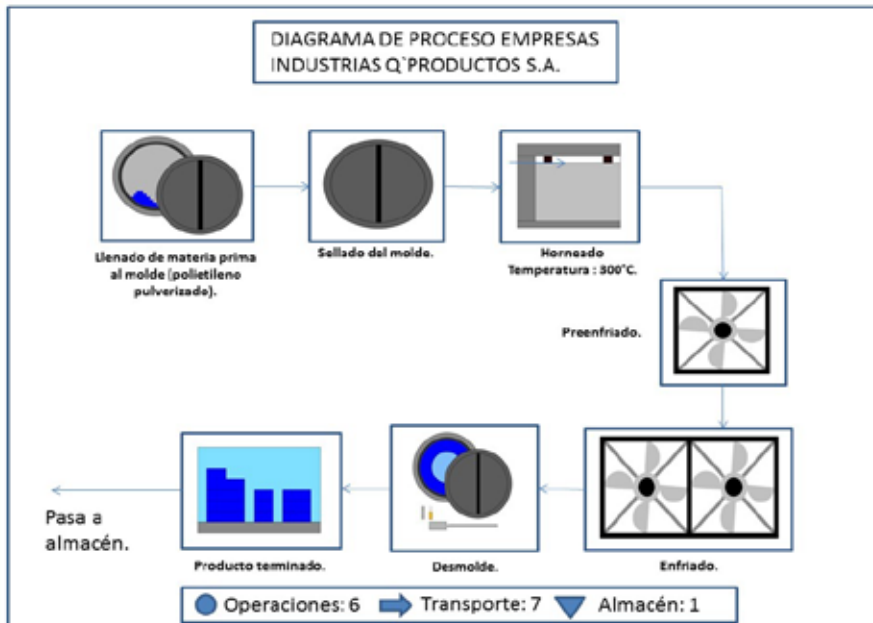


Figura 16: Diagrama de proceso de fabricación de tanque en la empresa Industrias Q'Productos S.A.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

Para el presente trabajo de grado, se tomó el área de desmoldeo como el área a estudiar y como el área crítica generadora de desperdicio, a mejorar en el proceso.

4.1.2 Generación de desperdicio

Mediante la revisión documental, suministrada por el departamento de producción, se pudo obtener información precisa y confiable de la generación de desperdicios de la empresa, así como también la representación porcentual del desperdicio y la cuantificación de los defectos con sus respectivas causas.

En la tabla 3 y gráfico 4 se presentan los registros de producción (los kilos totales procesados) y los kilos que fueron identificados como no conformes, de los cuales se obtienen el porcentaje de desperdicio por material no conforme producido, así como también el comportamiento del desperdicio con respecto a la producción y los costos operacionales generados por el mismo.

Tabla 3. Porcentaje de generación de desperdicios por material no conforme en el área de desmoldeo:

Histórico	Producción (Kg)	Desperdicio (Kg)	%NC
Septiembre 2018	11.874	791	6,66%
Octubre 2018	17.339,6	752	3,74%
Noviembre 2018	22.905,7	827	3,61%
Diciembre 2018	8.216	402	4,89%
Enero 2019	6.790	330	4,86%
Febrero 2019	26.114,8	990	3,79%
Marzo 2019	34.319	1.093	3,18%
Abril 2019	57.503	1.705	2,97%
Mayo 2019	55.618,4	1.307	2,34%
Junio 2019	26.908,8	894	3,32%
Julio 2019	41.823,4	1.054	2,52%
TOTAL	309.412,7	10.145	3,81%

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Fuente: Departamento de producción Industrias Q' Productos S.A.

Como en todo proceso productivo, es lógico que la cantidad de materia prima que ingresa al proceso sufra mermas propias de los determinados procedimientos que el proceso requiera; teniendo en cuenta el margen de desperdicios establecido.

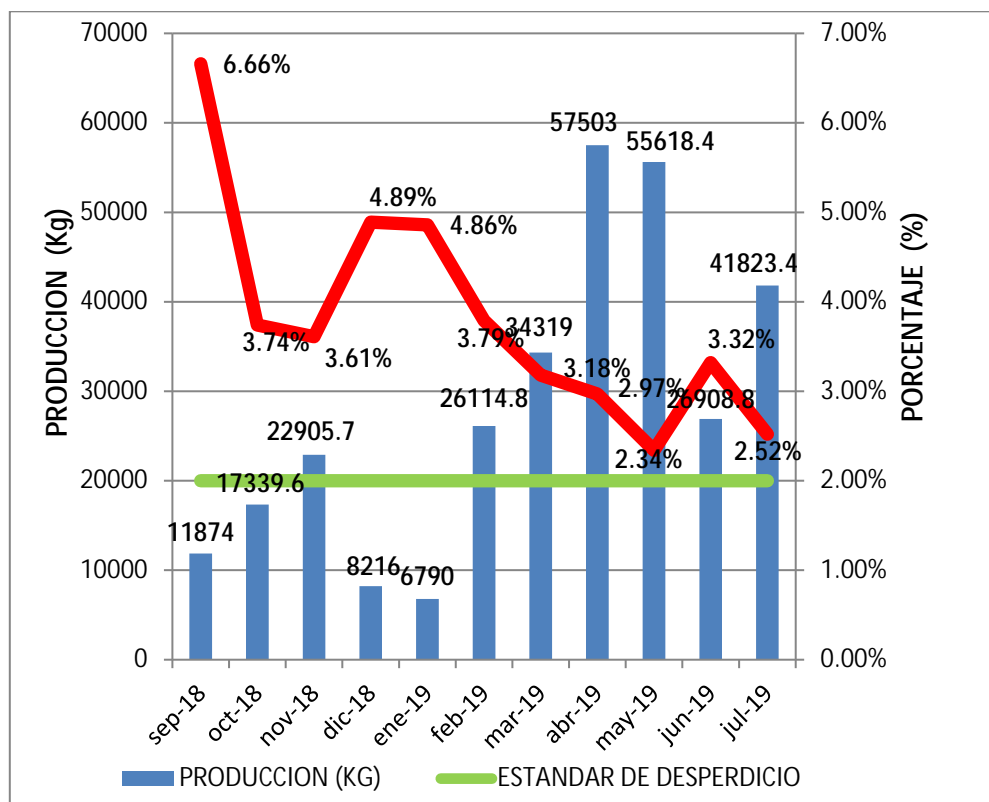


Grafico 4: Porcentaje de generación de desperdicio por material no conforme con respecto a la producción en el área de desmoldeo de la Industria Q' Productos S.A.

Fuente: Departamento de producción Industrias Q' Productos S.A. (2019)

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

En el gráfico 4, se puede evidenciar como en los últimos meses (Sep.-Dic.) del 2018 y los siete meses (Ene.-Jul.) del 2019, la generación de desperdicios ha estado muy por encima de los límites establecidos por la organización, establecidos en 2,00% para toda la planta.

Como se puede apreciar, en la Tabla 4, desde septiembre del 2018 hasta Julio del 2019 existe un acumulado de \$ 30.435, esto se representa como un crecimiento porcentual del 90,5% para el área de desmoldeo.

Tabla 4: Costos por generación de desperdicio por material no conforme en el proceso productivo.

Histórico	Unidad (USD/kg)	Desperdicio (Kg)	Costos (USD)
Septiembre 2018	\$ 3,00	791	\$ 2.373
Octubre 2018	\$ 3,00	752	\$ 2.256
Noviembre 2018	\$ 3,00	827	\$ 2.481
Diciembre 2018	\$ 3,00	402	\$ 1.206
Enero 2019	\$ 3,00	330	\$ 990
Febrero 2019	\$ 3,00	990	\$ 2.970
Marzo 2019	\$ 3,00	1.093	\$ 3.279
Abril 2019	\$ 3,00	1.705	\$ 5.115
Mayo 2019	\$ 3,00	1.307	\$ 3.921
Junio 2019	\$ 3,00	894	\$ 2.682
Julio 2019	\$ 3,00	1.054	\$ 3.162
TOTAL	\$ 3,00	10.145	\$ 30.435

Fuente: Departamento de producción Industrias Q' Productos S.A.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.1.3 Resultados de las entrevistas no estructuradas realizadas durante el estudio.

Durante el desarrollo de este trabajo de grado, y en el tiempo comprendido a los tres (03) meses de visita a la planta, se realizaron una serie de entrevistas al personal calificado que labora en la planta, especialmente a los operadores de las máquinas y los supervisores. Se incorporó también al Ingeniero Jefe de producción, con el fin de obtener sus opiniones en relación a las causas que generan el desperdicio pro productos no conformes y cuales según su criterio son los más importantes, así como también las recomendaciones para mejorar el proceso productivo y disminuir las

fallas que se generan por las debilidades del proceso que se generan actualmente. A continuación, se muestran las opiniones más comunes, en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la empresa Industrias Q' Productos S.A.

Cargo	¿Cuáles considera usted que son las causas por la que se genera el desperdicio?	¿Qué mejoras propondría para la disminución del desperdicio?
Eder Navarro Jefe de producción	-Fallas eléctricas. -Mala utilización de las herramientas (corte y acabado). -Falta de mantenimiento. -Materia prima de baja calidad. -Poca limpieza y orden.	-Instalar planta eléctrica. -Mantenimiento preventivo a las máquinas. -Utilizar materia prima importada de alta calidad. -Implementar sistemas de desmoldeo más avanzados. Desarrollar cultura de orden y limpieza.
Víctor Natera Supervisor	-Fallas eléctricas. -Mantenimiento de las maquinas. -Herramientas viejas. -Materia prima de baja calidad. -Moldes le faltan tornillos.	-Cambiar los moldes. -Mantenimiento. -Implementar nuevas herramientas y más seguras. -Instalar planta.
José Meza Operador maquina 1	-Moldes en mal estado. -Maquinaria sin mantenimiento. -Falla compresor de aire. -Mala temperatura de cocción. -Falla en medidor de temperatura. -Herramientas difíciles de usar. -Mala lubricación del molde.	-Reparar moldes -Mantenimiento. -Usar nuevas pistolas de aire. -Usar mejores herramientas de corte y acabado. -Mejor lubricación de molde. -Revisar constantemente medidor de temperatura y de cocción.
Eduard Córdoba Operador maquina 1	-Mala cocción. -Falla eléctrica. -Mal mantenimiento de máquina. -Herramientas malas y viejas.	-Revisar temperatura. -Usar planta eléctrica. -Mantenimiento.
Alexis Silva Operador maquina 4	-Pistola de aire comprimido en mal estado. -Moldes en mal estado. -Mala lubricación del molde.	-Usar nuevos moldes y tornillos de sujeción. -Hacer mantenimiento a las maquinas. -Usar planta eléctrica.
Oscar García Operador maquina 3	-Fallas eléctricas. -Mal uso de herramientas. -Mal mantenimiento. -Materia prima de baja calidad. -Falta de Supervisión.	-Usar herramientas modernas. -Mejor materia prima. -Mantenimiento. -Supervisar constantemente el funcionamiento de la maquinaria.

Fuente: Industrias Q'Productos S.A.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, o. (2020).

4.1.4 Causas obtenidas en la observación realizada:

Al realizar la observación y analizar el proceso en las líneas de producción de tanques plásticos, en conjunto con las entrevistas no estructuradas, se encontraron una serie de causas en el proceso que pudieran estar generando el material no conforme avistado en el área de desmoldeo de la empresa, los cuales se muestran a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. Causas de fallas en el proceso de producción de tanques plásticos.

Causas en el área de desmoldeo	
1	Moldes en mal estado.
2	Falta de tornillos para el cierre del molde.
3	Fallas de temperatura del horno.
4	Fallas de tiempo de cocción.
5	Mal manejo de herramienta de corte.
6	Mal manejo de herramienta de acabado “pela papa”.
7	Falta de limpieza en los moldes.
8	Material contaminado.
10	Técnicas inadecuadas para el desmoldeo.
11	Mal colocación de tubo de salida de gases.
12	Cortes eléctricos.
13	Fallas mecánicas.
14	Falta de supervisión.
15	Falla compresores.
16	Falta de mantenimiento.
17	Receta incorrecta.
18	Materia prima de mala calidad.

Fuente: Industrias Q’Productos S.A.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, o. (2020).

Tales causas, estarían ocasionando el desperdicio de material no conforme en los últimos once (11) meses estudiados, representado en un crecimiento porcentual de 90,5%. Este crecimiento trae como consecuencia un aumento en los costos operacionales y disminuyendo claramente la productividad de la empresa ya que el límite estándar de pérdidas establecido por la empresa es de 2,00%. En la figura 17 se puede ver la imperfección del tanque por uso inadecuado de herramienta de corte.



Figura 17: Imperfección del tanque por uso de herramienta de corte.

Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

4.1.5 Resultados obtenidos mediante la observación directa y la toma de datos

En el desarrollo del trabajo, se procedió a realizar observación directa y la recolección de datos mediante revisión documental, con el fin de realizar un estudio más preciso, donde se tomó en consideración el defecto que contrae el tanque, causas, numero de incidencia y peso. Entre las características del tanque considerado como desperdicio se tiene abolladura, imperfección, tanque quemado, tanque crudo, color contaminado y deformidad. Adicionalmente, se tomó en consideración las mermas propias del proceso (Arranque) y hechos aislados (Cortes eléctricos y fallas mecánicas).

Cabe destacar que la empresa hasta los momentos no cuenta con un registro histórico sobre las paradas no programadas, pero si cuenta con registro de los defectos que se presentan al momento de hacer el desmoldeo. Sumado a esto, se presentó la limitante de solo poder estar presente en el tiempo establecido para la realización del trabajo de grado y de la imposibilidad de acceso a la empresa en días determinados.

El departamento de producción de la empresa, hace seguimiento de su producción con un sistema de recolección de datos, elaborado internamente, que les permite apreciar los Kilogramos producidos, los kilogramos rechazados, los

productos conformes y no conformes, así como las causas y defectos de los productos y la cantidad de veces que esto ocurre.

El sistema de recolección de datos establece que, al ocurrir un inconveniente, parada no programada o salida de un producto con desperfecto, después de realizar las inspecciones respectivas, el operador informa al supervisor que el tanque no cumple las características o que presenta un desperfecto, este levanta una nota, donde especifica el día, el turno, el producto, el motivo del rechazo y demás información útil para la organización, luego estas notas son enviadas al final de la jornada al departamento de producción, que se encarga de organizar y dar seguimiento a la data para asentarla en sus registros históricos. (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Resumen de defectos y kilogramos perdidos en el área de desmoldeo.

Defecto	Causa	Nº de ocurrencia	Peso (Kg)
Abolladura	Molde en mal estado.	72	2.080
Abolladura	Técnicas inadecuadas de desmoldeo	37	995
Deformidad	Falta de tornillos.	38	532
Deformidad	Materia prima de baja calidad.	6	108
Imperfección	Mal manejo de herramienta de corte.	63	1.446
Imperfección	Mal manejo de herramienta de acabado.	44	980
Imperfección	Receta incorrecta.	4	188
Imperfección	Falta limpieza en moldes.	13	390
Imperfección	Mal colación de tubo de salida de gases.	2	167
Imperfección	Falta de supervisión.	2	78
Proceso	Cortes eléctricos.	28	940
Proceso	Arranque.	44	424
Proceso	Falla mecánica.	12	420
Proceso	Falla compresores.	3	64
Tanque crudo	Falla de temperatura del horno.	5	465
Tanque quemado	Falla tiempo de cocción.	9	216
Color contaminado	Material contaminado.	16	652

Fuente: Industrias Q'Productos S.A.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.1.6 Problemáticas adicionales detectadas

Durante las observaciones se encontraron adicionalmente otras problemáticas que no influyen directamente en la generación de desperdicio por material no conforme, pero si evidencia malas prácticas de fabricación en la organización, a continuación, se describen:

- **Insuficientes llaves de impacto**

Las llaves de impacto son una herramienta de vital importancia en el desmoldeo de los tanques, ya que con ellas se colocan y se retiran los tornillos que sujetan la tapa del molde al cuerpo del molde, es necesario que cada una de las cuatro (04) maquinas cuente con su respectiva llave de impacto, pero se pudo identificar, que la empresa solo cuenta con dos (02) de estas llaves para toda la planta, lo que genera tiempos perdidos, espera entre máquinas para poder usarla y movimientos innecesarios de los operadores que llevan y traen dichas llaves entre maquinas, esto también se puede traducir a que las únicas llaves presentes en el proceso ya sufran de problemas en su funcionamiento, más específicamente en su punto de conexión con el aire comprimido, además de que las llaves por su mal uso y poco cuidado, están en mal estado, presentando unas vibraciones molestas para los operadores y además niveles de ruidos que superan los 95db.

- **Desorden en el proceso y el área de desmoldeo**

Otro punto identificado, que si bien no influye directamente en el proceso, deja en evidencia las malas prácticas de fabricación, es el desorden, ya que observando el proceso de producción de los tanques, se pudo observar que el área de trabajo está siempre desordenada, no hay sitios estipulados para la colocación de las herramientas y de los tornillos sueltos una vez liberada la tapa del molde, además de que los operadores colocan pertenencias personales en el área de desmoldeo, como se observa en la figura 18.



Figura 18: Desorden en el área de desmoldeo de maquina N°1.
Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

Asimismo, se puede observar material con defectos de corte en las secciones designadas para el paso de montacargas, mientras se continua el proceso productivo, se observa como montacarguista debe detenerse y bajar para retirar el obstáculo, ya que no hay un sitio designado para colocar los defectos incurridos en el proceso. A continuación, se presenta lo antes descrito en figura 19.



Figura 19: Material obstaculizando vía de transito de montacargas.
Fuente: Departamento de Producción Industrias Q'Productos, S.A. (2019).

- **Falta de fábrica visual:**

Otro aspecto que se pudo observar en el proceso, es la insuficiencia de fábrica visual en la planta, ya que con ella se eliminan los desperdicios y déficits de información, por ejemplo, solo hay tableros de comunicación en los de departamentos de producción y gerencia, no existen tableros de manufactura esbelta en la planta, donde los operadores puedan observar indicadores de desempeño, donde se puedan publicar calendarios y tareas, reportar resultados de auditorías/inspecciones. No se presentan suficientes señalizaciones y delimitaciones de herramientas, tránsito y equipos, además de que son casi inexistentes los tableros para salida de materia prima y de ensacado, además las ordenes de producción son en papel sin mucho detalle y sin alguna estandarización o control que pueda evitar el cometer errores a la hora de utilizar la materia prima.

4.2 Fase Análisis las causas encontradas por las que se producen los desperdicios en el área de desmoldeo de la empresa.

4.2.1 Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto

Con el fin de tener un enfoque más objetivo, se procedió a clasificar las causas por las que se genera desperdicio por material no conforme en el área de desmoldeo de la empresa Industrias Q'Productos S.A., para ello, se tomó en consideración la utilización del diagrama causa-efecto de Ishikawa (ver figura 20).

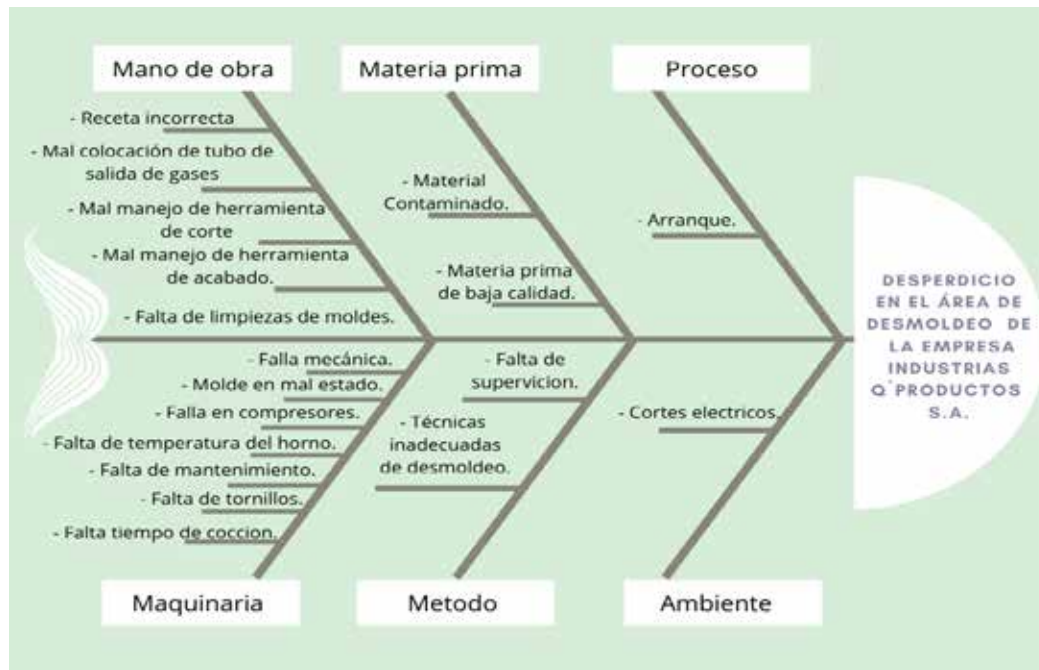


Figura 20: Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto de generación de desperdicio en el área de desmoldeo.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

- a) **Maquinaria:** Durante las operaciones del proceso de rotomoldeo, se presentan múltiples eventos o causas que provoca que el mismo no funcione de manera adecuada, lo que lleva a que al hacer el desmoldeo, se evidencien los desperdicios anteriormente categorizados. Fallas mecánicas que originan que el proceso se interrumpa y no se realice según los tiempos programados, moldes en mal estado, que generan abolladuras y desperfectos en los tanques, falla en compresores que llevan a que las llaves de impacto no funcionen, falla de temperatura del horno que genera que los tanques queden crudos, falta de mantenimiento en todos los niveles del proceso, que genera que no haya un correcto funcionamiento y por ende se genere desperdicio, falta de tornillos para cerrar el molde, lo que genera deformidad y rebabas excesivas y la falla de tiempo de cocción, cuando la maquina sufre algún tipo de desperfecto o no esta calibrada y cocina el tanque hasta quemarlo.

b) Mano de obra: El factor humano es una de las principales causas generadoras de desperdicios en una organización, en este caso no es la excepción. Los operadores al no tener un control de los procesos, pueden generar el desperdicio categorizado anteriormente, como lo es la receta incorrecta, no cumplir con la receta establecida por la organización genera que el tanque salga con características diferentes a las requeridas.

Otro aspecto es la mala colocación del tubo de salida de gases, ya que genera una situación de desperdicio, porque el tanque se deforma al no tener como salir los gases peligrosos inherentes a la fundición de plástico, además de ser de suma peligrosidad.

El manejo inadecuado de la herramienta de corte, si el operador no posee la pericia adecuada para utilizar esta herramienta, realizara los cortes de forma inadecuada y generara daño al tanque ya producido, igualmente la herramienta de acabado, puede generar un desperfecto estético en el tanque y por último la falta de limpieza en los moldes, lo que lleva a que si un molde esta contenido y no es revisado correctamente y limpiado, los tanques pueden tomar el color del material que estaba anteriormente o del agente extraño que posea el molde por dentro.

c) Materia prima: La materia prima en este proceso es muy delicada, ya que la mínima contaminación del material, genera cambios en el color y propiedades del producto, como manchas y porosidades, también un aspecto a tener en cuenta es la materia prima de mala calidad, ya que, si la empresa adquiere polímeros de dudosa procedencia u homólogos del polietileno 8407, puede ocasionar que el producto final no tengas las características de calidad exigidas por la organización.

d) Ambiente: Los cortes eléctricos son nocivos para el proceso de rotomoldeado, ya que, al interrumpirse el suministro eléctrico, el proceso se detiene

inmediatamente, por lo que, si se encuentran tanques en cocción, automáticamente quedan crudos e inservibles, por lo que se transforman en desperdicio, cabe acotar que la empresa posee planta eléctrica pero actualmente no se encuentra en funcionamiento.

- e) **Proceso:** Como se mencionó anteriormente, en todo proceso productivo existen mermas propias de los procedimientos, esto ocurre en el proceso cuando se hace semanalmente un cambio de molde o de color, el primer tanque es usado para el “quemado” del mismo y así eliminar cualquier tipo de impureza o color anterior. Este desperdicio se cuantifico, pero está contemplado dentro de las pérdidas estándares del proceso.
- f) **Método:** Las técnicas inadecuadas de desmoldeo influyen mucho a la hora de la generación de desperdicios, ya que al hacer movimientos inadecuados y utilizar herramientas que generan defectos y daño al producto, se está generando un alto número de producto no conforme porque sale de las especificaciones de calidad, de igual forma, la falta de supervisión, se traduce a la falta de seguimiento en el proceso, no hay un seguimiento estandarizado de las condiciones en las que se debe encontrar el área de desmoldeo para que su desempeño sea de la manera más eficaz y eficiente posible.

4.2.2 Jerarquización de las causas encontradas a través del diagrama de Pareto.

Para la jerarquización de las causas en el área, se realizó un diagrama de Pareto para cada defecto con sus respectivas causas, en función de ello, se procedió a crear un diagrama general, apoyándose en la regla del 80%-20%, y garantizando así el 80% en cada uno de los defectos encontrados en la recolección de datos.

En la Tabla 7 puede verse la jerarquización de las causas por defectos en el área de desmoldeo, en la tabla 8 la jerarquización general de las causas en el área de desmoldeo y, en la Gráfica 5, el Diagrama de Pareto:

Tabla 7. Jerarquización de las causas por defectos en el área de desmoldeo

Causa	Peso (Kg)	%	% Acumulado
Abolladura			
Molde en mal estado.	2.080	67,6%	67,6%
Técnicas inadecuadas de desmoldeo.	995	32,4%	100%
TOTAL	3.075	100%	100%
Deformidad			
Falta de tornillos.	532	83,1%	83,1%
Materia prima de baja calidad.	108	16,9%	100%
TOTAL	640	100%	100%
Imperfección			
Mal manejo de herramienta de corte.	1.446	44,5%	44,5%
Mal manejo de herramienta de acabado.	980	30,2%	74,7%
Falta limpieza en moldes.	390	12%	86,7%
Receta incorrecta.	188	5,8%	92,5%
Mal colocación de tubo de salida de gases.	167	5,1%	97,6%
Falta de supervisión	78	2,4%	100%
TOTAL	3.249	100%	100%
Proceso			
Cortes eléctricos.	940	50,9%	50,9%
Arranque.	424	22,9%	73,8%
Falla mecánica.	420	22,7%	96,5%
Falla compresores.	64	3,5%	100%
TOTAL	1.848	100%	100%
Tanque crudo			
Falla de temperatura del horno.	465	100%	100%
TOTAL	465	100%	100%
Tanque quemado			
Falla tiempo de cocción.	216	100%	100%
TOTAL	216	100%	100%
Color contaminado			
Material contaminado.	652	100%	100%
TOTAL	652	100%	100%

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Tabla 8. Jerarquización general de las causas en el área de desmoldeo.

Causas	Kg	% Desperdicio	% Acumulado
Molde en mal estado.	2.080	21,80%	21.8%
Mal manejo de herramienta de corte.	1.446	15.2%	37%
Técnicas inadecuadas de desmoldeo.	995	10.4%	47.4%
Mal manejo de herramienta de acabado.	980	10.3%	57.7%
Cortes eléctricos.	940	9.9%	67.6%
Material contaminado.	652	6.8%	74.4%
Falta de tornillos.	532	5.6%	80%
Falla de temperatura del horno.	465	4.9%	84.9%
Arranque.	424	4.4%	89.3%
Falla mecánica.	420	4.4%	93.7%
Falta limpieza en moldes.	390	4%	97.7%
Falla tiempo de cocción.	216	2.3%	100%
TOTAL	9.540	100%	100%

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

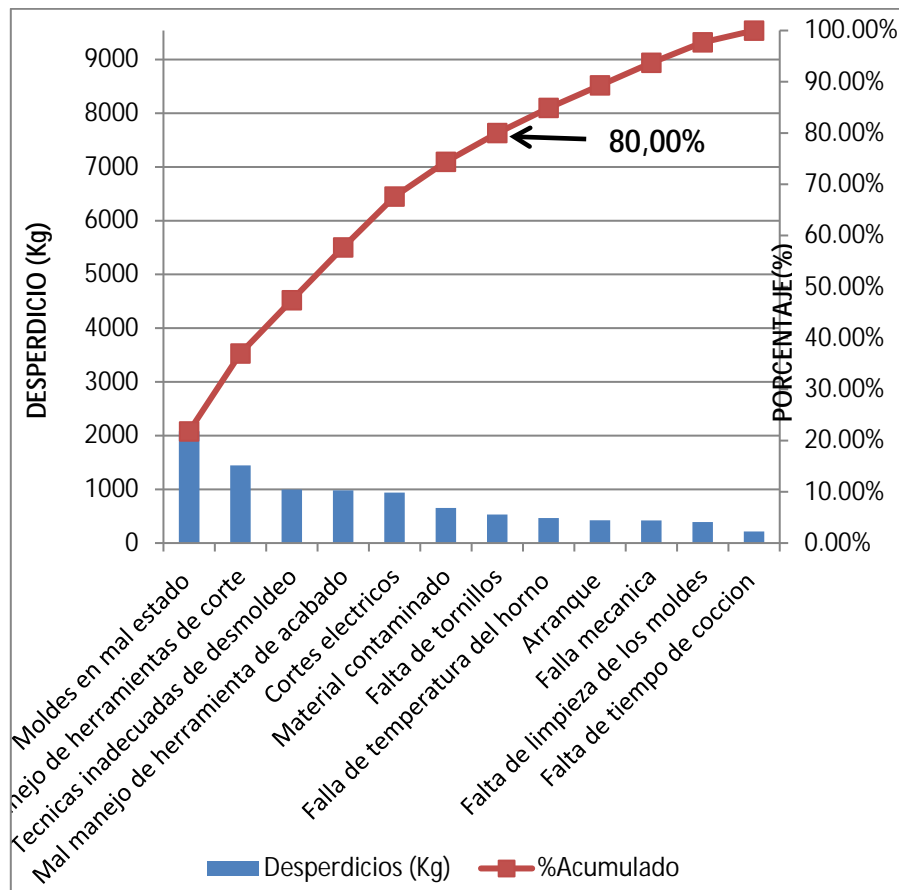


Gráfico 5: Diagrama de Pareto.

Fuente: Industrias Q' Productos S.A. Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Queda evidenciado en el grafico 5, que de las causas de la 1 a la 6 generan 80% del desperdicio que se está generando en el área de desmoldeo de la empresa Industrias Q'Productos S.A., este porcentaje está representado por Moldes en mal estado, mal manejo de herramienta de corte, técnicas inadecuadas de desmoldeo, mal manejo de herramienta de acabado, cortes eléctricos, material contaminado y falta de tornillos.

4.2.3 Técnica de Grupo Nominal (TGN)

La finalidad de esta técnica es evidenciar si en realidad las causas anteriormente nombradas, son las que más están generando desperdicio en el área de desmoldeo.

Se procedió a aplicar la técnica de grupo nominal y a continuación, se muestra en la tabla 9 todas las causas detectadas que está generando el proceso en conjunto con los resultados del uno (1) al cinco (5), uno (1) será la calificación que tiene la causa que es considerada la que posee menos impacto en el desperdicio y a medida que suba el puntaje es que posee mayor relevancia en el proceso; esta técnica se realizó con 5 personas de la empresa que dieron su aporte. (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Técnica de grupo nominal

N°	CAUSA	PERSONAS	CALIFICACION				
			1	2	3	4	5
1	Molde en mal estado.	1					X
		2				X	
		3					X
		4					X
		5					X
2	Mal manejo de herramienta de corte.	1				X	
		2		X			
		3					X
		4				X	
		5					X
3	Técnicas inadecuadas de desmoldeo.	1					X
		2				X	
		3				X	
		4			X		
		5					X
4	Mal manejo de herramienta de acabado	1		X			
		2		X			
		3				X	
		4				X	
		5			X		
5	Material contaminado.	1				X	
		2			X		
		3			X		
		4		X			
		5			X		
6	Falta de tornillos.	1				X	
		2			X		
		3				X	
		4		X			
		5		X			
7	Falla de temperatura del horno.	1		X			
		2			X		
		3	X				
		4	X				
		5		X			
8	Arranque.	1		X			
		2	X				
		3			X		
		4			X		
		5	X				

Fuente: Industrias Q' Productos S.A.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Tabla 9. Técnica de grupo nominal. Continuación

N°	CAUSA	PERSONAS	CALIFICACION				
			1	2	3	4	5
9	Falla mecánica.	1					X
		2			X		
		3	X				
		4			X		
		5		X			
10	Falta limpieza en moldes.	1		X			
		2	X				
		3					X
		4			X		
		5		X			
11	Falla tiempo de cocción.	1	X				
		2		X			
		3	X				
		4			X		
		5					X

Fuente: Industrias Q' Productos S.A.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Tabla 10. Resultados de la Técnica de Grupo Nominal

Numero	Causa	Puntuación
1	Molde en mal estado.	4,8
3	Técnicas inadecuadas de desmoldeo.	4,2
2	Mal manejo de herramienta de corte.	4
4	Mal manejo de herramienta de acabado.	3
5	Material contaminado.	3
6	Falta de tornillos.	3
9	Falla mecánica.	2,8
10	Falta limpieza en moldes.	2,6
11	Falla tiempo de cocción.	2,4
8	Arranque.	2
7	Falla de temperatura del horno.	1,8

Fuente: Industrias Q' Productos S.A.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Se puede concluir que los resultados obtenidos de la técnica de grupo nominal, como se ve en la Tabla 10, coinciden con los resultados de gráfico de Pareto, por lo cual se puede corroborar como una técnica aislada, que las causas reales que están generando el desperdicio en el área de desmoldeo son:

- Molde en mal estado.
- Técnicas inadecuadas de desmoldeo.
- Mal manejo de herramienta de corte.
- Mal manejo de herramienta de acabado.
- Material contaminado.
- Falta de tornillos.

4.2.4 Resumen oportunidades de mejora y posibles propuestas.

En la Tabla 11 se presentan para cada una de las causas de la problemática existente en el área de desmoldeo de los tanques, las posibles acciones a los fines de mejorar el proceso en cuestión:

Tabla 11. Resumen de oportunidades de mejora y posibles propuestas.

CAUSAS	OPORTUNIDAD DE MEJORA	PROPUESTAS
Molde en mal estado	Reducir la aparición de abolladuras en el producto terminado por defecto de molde.	*Adquisición de moldes nuevos
Técnicas inadecuadas de desmoldeo	Reducir la aparición de abolladuras en el producto terminado por malas técnicas de fabricación.	*Capacitación de los operarios. *Implementar una herramienta mecánica para el desmoldeo.
Mal manejo de herramienta de corte	Reducir los defectos e imperfecciones por mal uso de herramienta de corte.	*Implementar herramienta de corte a prueba de errores.
Mal manejo de herramienta de acabado	Reducir los defectos e imperfecciones por el mal uso de herramienta de acabado.	*Implementar herramienta de acabado a prueba de errores.
Material contaminado	Reducir los defectos por materia prima contaminada.	*Capacitación de los operarios.
Falta de tornillos	Reducir la aparición de imperfecciones y rebabas exageradas en el producto terminado por falta de tornillos.	*Adquisición de moldes nuevos

Fuente: Industrias Q' Productos S.A.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.3 Fase III Diseñar un plan estratégico para la disminución de desperdicios en el área de desmoldeo.

En esta fase se diseñará un plan estratégico con propuestas de mejora para disminuir el 80% del problema generado en las áreas de más importancia de las causas expresadas en la Tabla 8 de la fase II.

4.3.1 Propuesta de cambio de moldes en mal estado de la empresa.

En busca de reducir los desperdicios por abollamiento y deformidades, se propone hacer el cambio inmediato de los moldes de los tanques, a fin de reducir estos defectos a su mínima expresión.

Una vez hecho el análisis y el diagnóstico, se pudo evidenciar que los moldes presentaban diferentes desperfectos en su superficie interna por golpes recibidos en el proceso productivo específicamente en la etapa de desmoldeo, y en el cambio de molde inherente al proceso, y en su borde de cerrado, al operario hacer palanca para sacar el tanque.

La repetitividad de la acción anterior genera que el borde vaya deformándose por lo que el sellado hermético pierde sus características, adicionalmente, debe utilizarse un silicón rojo de alta temperatura para asegurar que entre el molde y la tapa se logre el sellado, lo que genera un gasto que no agrega valor al producto y es considerado también desperdicio, sumado a eso, otra causa generadora de desperdicios, es la falta de tornillos para el cierre correcto del molde, los cuales con el tiempo y el uso van perdiendo el paso de la rosca, se parten o por una inadecuada manipulación se pierden. A continuación, se presenta los moldes que se considera se deben a cambiar o sustituir (ver figura 21):

- Molde Tanque Cilíndrico. Capacidad 500 Litros.
- Molde Tanque Cónico. Capacidad 900 Litros.
- Molde Tanque Cónico. Capacidad 1.000 Litros.
- Molde Tanque Cónico. Capacidad 1.300 Litros.
- Molde Tanque Cónico. Capacidad 1.900 Litros.
- Molde Tanque Cónico. Capacidad 2.500 Litros.

- Molde Tanque Cisterna. Capacidad 3.000 Litros.
- Molde Tanque Australiano. Capacidad 5.000 Litros.
- Molde Tanque Australiano. Capacidad 7.500 Litros.
- Molde Tanque Australiano. Capacidad 10.000 Litros.



Figura 21: Modelos de moldes nuevos para el cambio.

Fuente: Proveedor de internet.

Cabe destacar que dichos moldes no son fabricados en el país, ya que no existe empresa nacional que tenga las pre-formas para la fabricación de moldes de esas características, por lo que se debe recurrir a organizaciones externos para adquirirlos, específicamente de China.

Para lo anterior, la empresa debe manejar un capital de inversión para la adquisición de los mismos y un cronograma de actividades, ya que los moldes al encontrarse en otro país, se deben manejar plazos de compra, envío marítimo, nacionalización y puesta en la empresa.

Se debe tener en cuenta también, que la empresa no cuenta con un solo modelo específico de moldes, sino que cuenta con varios, por lo que se propone la adquisición de un modelo de molde de cada capacidad como primera inversión y trabajar sobre esta para poder generar el capital para la compra de los próximos moldes y completar la flota de moldes en óptimas condiciones.

4.3.1.1 Beneficios del cambio de moldes

El cambio de moldes significará una mejora muy positiva al proceso productivo, ya que con esto se buscará reducir a su mínima expresión los defectos y aumentando la calidad del producto terminado, en este caso los tanques plásticos, con el cambio de molde, se buscará atacar ese 27,40% procedente de la sumatoria de los porcentajes de desperdicio de los moldes en mal estado y la falta de tornillos respectivamente, que se traduce en 2.612Kg ahorrados en el proceso, además del valor agregado al producir tanques de calidad y evitando así que el departamento de producto terminado deba proceder a reparar dichos productos, lo que genera para la organización un ahorro tanto de esfuerzo como de recursos importantes.

4.3.1.2 Ventajas productivas y económicas del cambio de moldes

Gracias a la implementación de la propuesta, se pueden analizar varias ventajas a lo que se refiere en el ámbito productivo y económico de la empresa, más específicamente al área de desmoldeo. A continuación, la Tabla 12 muestra las ventajas productivas y económicas que la empresa puede tener al implementar la propuesta del cambio de moldes en el proceso de desmoldeo.

Tabla12. Ventajas productivas y económicas del cambio de molde.

VENTAJAS	
Productivas	Económicas
Disminuye el desperdicio de material generado por las imperfecciones y abolladuras.	Los tanques saldrán con las mejores características de calidad y especificaciones, por ende, no habrá material desperdiciado y esto se traduce a mejor utilización del material y ahorro del mismo.
Disminuye el trabajo en producto terminado.	Al salir los tanques conformes, se ahorra el tiempo y proceso de reparación de defectos, lo cual genera una disminución considerable de esfuerzo y de recursos.
Aumenta el número de productos conformes.	Al existir una mayor cantidad de productos conformes, se podrá cumplir con la demanda de productos y generar más liquidez.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.3.1.3 Mantenimiento de los moldes

A fin de que la propuesta dure en el tiempo, se debe tomar muy en cuenta la parte de mantener los moldes en óptimas condiciones, para la empresa, el manejo y almacenaje de los moldes no es algo engorroso, ya que ellos manejan procedimientos y métodos para realizar todo lo que es montaje, desmontaje, traslado y revisiones de dichos moldes, pero esto no asegura que el molde siga estando en óptimas condiciones una vez pasado tiempo de fabricación o de manejo de los mismos, por lo que es necesario que la empresa maneje buenas prácticas de fabricación, y estos moldes sean trasladados y utilizados de forma correcta y cuidadosamente.

Se debe hacer unas inspecciones al inicio de cada proceso con el molde específico, asegurando que su estructura interna este perfectamente lisa y sin señales de abollamiento o imperfecciones, y se debe informar al departamento de producción de dichos desperfectos si se llegasen a presentar.

4.3.2 Propuesta de implementación de brazo mecánico para el desmoldeo.

A fin de dar solución a varias de las causas generadoras de desperdicio, como lo son las técnicas inadecuadas de desmoldeo, se propone implementar un dispositivo que ayude a realizar los movimientos pesados de una forma sencilla y ayude a evitar el uso de herramientas que generen abolladuras al tanque a la hora de realizar su desmoldeo.

La empresa no posee dichos brazos mecánicos, por lo que debe ser fabricado bajo las especificaciones presentadas en el prototipo, y puesto en la empresa para su uso en el área productiva, específicamente a las cuatro (04) maquinas que operan en la planta.

Esta propuesta busca atacar el desperdicio referente a las técnicas inadecuadas de desmoldeo, y contribuir directamente al corte y acabado del tanque mediante unas características que se definirán a continuación.

4.3.2.1 Características técnicas del brazo mecánico para el desmoldeo.

Este brazo mecánico funcionara para el desmoldeo de tanques de diferentes capacidades de forma mecánica, con la implementación de sistemas hidráulicos, sistemas de presión de aire y piezas móviles, mediante el control de un panel central, donde estarán presentes diferentes opciones para el operador. A continuación, en la Figura 22, se observa una vista general del prototipo del brazo mecánico para el desmoldeo.



Figura 22. Prototipo de brazo mecánico para desmoldeo
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

El brazo estará fabricado en acero para asegurar su durabilidad en el tiempo y estará revestido de materiales anticorrosivos, además de una pigmentación de color (Naranja o amarillo) para la fácil visualización de todos sus componentes.

Tendrá la función de permitir diferentes movimientos al operador, ya que será utilizado como un manipulador de los tanques, la base brazo, ira sujetado a una barra de acero que estará anclada al suelo, esta base de brazo permitirá hacer movimientos verticales y horizontales para adaptarse a la altura de cada molde.

Luego el brazo, en su parte media, dispondrá de un sistema hidráulico, de 1,5 Toneladas de capacidad, para que el brazo nunca se vea forzado mecánicamente o imposibilitado en hacer el desmoldeo, por último, el brazo tendrá un cabezal móvil extensible, el cual se colocara entre el tanque y el molde, sujetando el tanque y a su vez, mediante unas boquillas de salida de aire comprimido, se cree una diferencia de

presiones dentro del molde y el tanque y pueda ayudar al operador a realizar el desmoldeo fácilmente.

A continuación, en la figura 23, se presenta dicho cabezal.

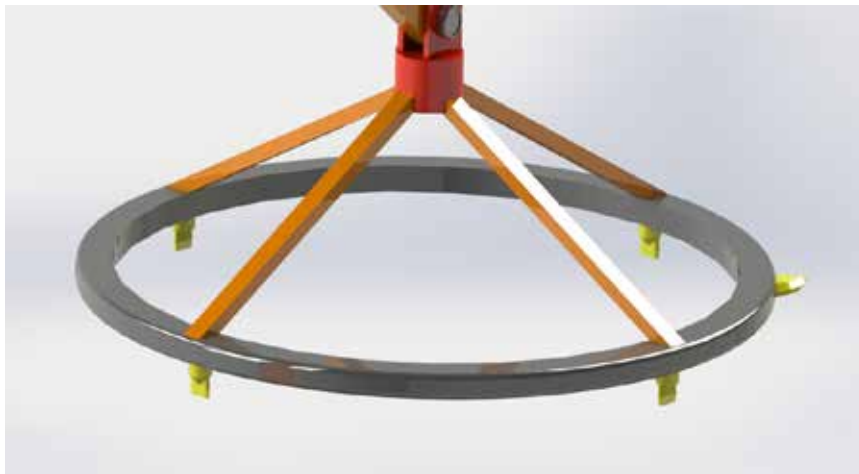


Figura 23. Cabezal con inyectores de aire a presión.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

El uso del brazo mecánico, será controlado por un tablero de control de fácil utilización para el operario, el cual vendrá identificado por colores cada botón, a fin de que el operario tenga una forma clara y a prueba de errores, el uso del mismo, se puede describir el funcionamiento del tablero de la siguiente forma:

- Botón Verde: Activa/Desactiva el funcionamiento de la herramienta.
- Botón Amarillo: Activa/Desactiva la inyección de aire comprimido una vez posicionado el cabezal.
- Botón azul: Inicia/Detiene movimiento de la plataforma giratoria.
- Botón rojo: Parada de emergencia.

En la figura 24, se puede apreciar la disposición del tablero de control.

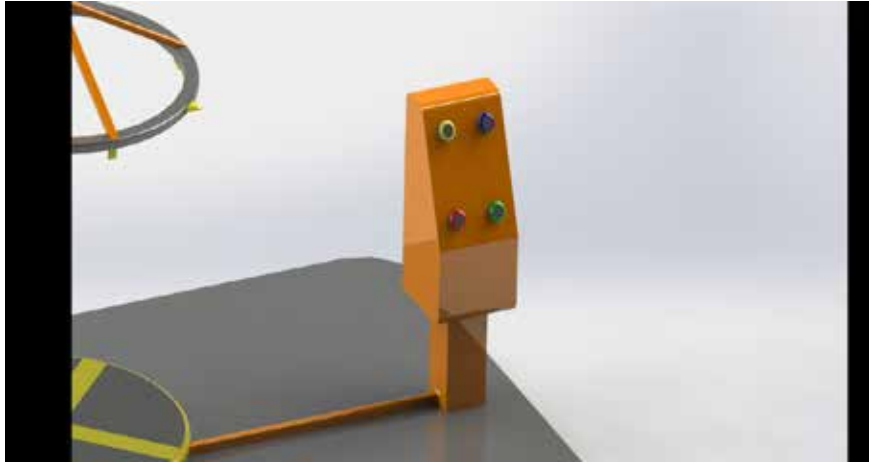


Figura 24. Panel de control brazo mecánico.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020)

Por último, la herramienta dispondrá de una plataforma giratoria accionada mecánicamente, con un rodamiento de capacidad industrial, la cual girara a una velocidad establecida, y permitirá que el operario use la herramienta de corte y de acabado, para que no tenga que estar girando alrededor del tanque, sino todo lo contrario, lo cual evita movimientos innecesarios y reduce considerablemente los tiempos de fabricación. A continuación, en la figura 25, se puede apreciar dicha plataforma.

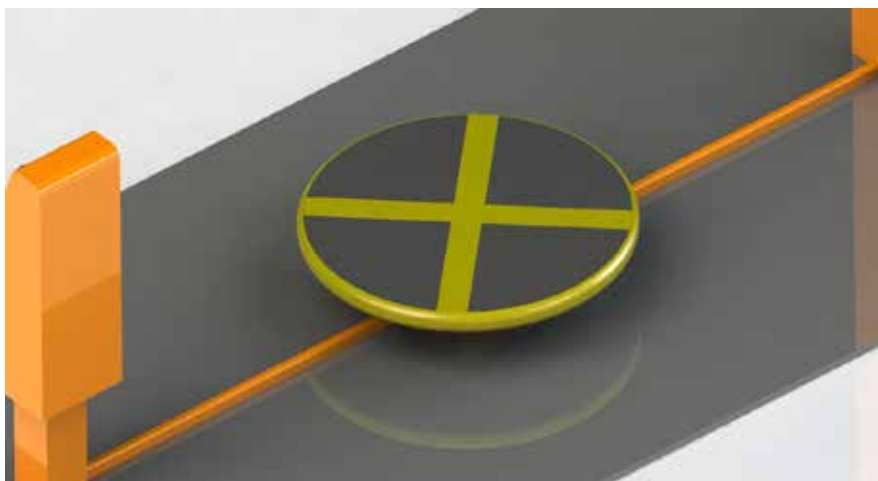


Figura 25. Plataforma móvil rotatoria.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.3.2.2 Beneficios de la implementación del brazo mecánico para desmoldeo.

Los beneficios de usar esta propuesta son elevados, ya que disminuirá el porcentaje de productos no conformes debido a las técnicas inadecuadas de desmoldeo, que representan un 10,4% de las causas encontradas en el diagnóstico, se está hablando de 995Kg de material que dejaría de convertirse desperfectos por un inadecuado desmoldeo, además de que se reducen los tiempos de fabricación, y las posibles enfermedades ocupacionales que podría incurrir el operador al realizar malas prácticas de desmoldeo.

La propuesta estaría eliminando el uso de la herramienta de barra metálica (Chícora), lo cual será beneficioso para el operador, al no tener que hacer movimientos de hasta 5to orden, lo cual sería beneficioso tanto para el operador como para la organización, se tienen mediciones, donde tiempos de desmoldeo pueden llegar hasta los 10 minutos por adherencia del tanque al molde, con esta herramienta estaríamos hablando que se puede reducir hasta el rango de los 30seg-1min el proceso de desmoldeo, lo cual es notoriamente beneficioso para el proceso, además asegurando la integridad física del tanque y la del molde.

4.3.2.3 Facilidades y acondicionamiento del área para la instalación del brazo mecánico para desmoldeo.

La distribución actual de planta, permite que la propuesta pueda ser instalada sin ningún tipo de inconveniente, ya que las dimensiones de la misma se ajustan al espacio de desmoldeo de cada máquina, se entiende que dicha propuesta será aplicada las cuatro (04) máquinas operativas en la planta.

A continuación, en la figura 26 se presenta el Layout propuesto de donde sería la ubicación de la herramienta en el área de desmoldeo y en la figura 27 la leyenda del Layout propuesto.

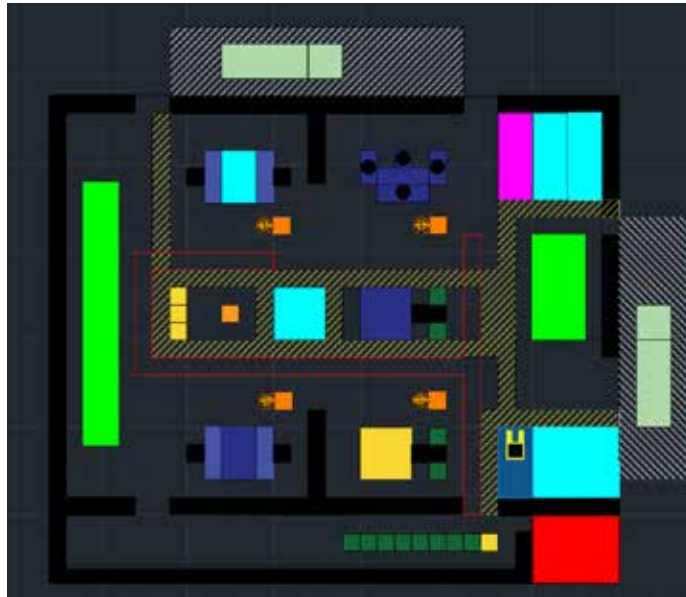


Figura 26. Layout propuesto para la implementación de la herramienta de brazo mecánico.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).



Figura 27.: Leyenda del Layout propuesto de la empresa.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

Se debe mencionar también, que dicha propuesta amerita un trabajo civil, para la instalación de la propuesta en el área de trabajo, que podrá ser realizada en máximo un día de instalación, lo cual puede ser realizado un día de fin de semana, a fin de no interrumpir operaciones en la planta.

4.3.2.4 Ventajas productivas y económicas del brazo mecánico para desmoldeo.

Gracias a la implementación del brazo mecánico, se puede hablar de ventajas económicas y productivas en el proceso, en específico al desmoldeo de los tanques, a continuación, en la Tabla 13, se presenta el enfrentamiento de ventajas económicas y productivas que la empresa puede tener al implementar dicha propuesta.

Tabla 13. Ventajas productivas y económicas del brazo mecánico para desmoldeo.

Ventajas	
Productivas	Económicas
Disminuye el desperdicio de material generado por abolladuras.	Los tanques saldrán con las mejores características de calidad y especificaciones, por ende, no habrá material desperdiciado y esto se traduce a mejor utilización del material y ahorro del mismo.
Disminuye el trabajo en producto terminado.	Al salir los tanques conformes, se ahorra el tiempo y proceso de reparación de abolladuras, lo cual genera una disminución considerable de esfuerzo y de recursos.
Disminuye tiempo y movimientos en el área de desmoldeo.	Los costos respecto al tiempo perdido intentando hacer el desmoldeo se verán reducidos a su mínima expresión, además de que los operadores están menos propensos a sufrir de fatigas o enfermedades ocupacionales por realizar movimientos innecesarios en el proceso.
Aumenta el número de productos conformes.	Al existir una mayor cantidad de productos conformes, se podrá cumplir con la demanda de productos y generar más liquidez.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.3.2.5 Condiciones de seguridad en el uso del brazo mecánico para desmoldeo.

El uso del brazo se debe llevar de la mano con una serie de medidas de seguridad, principalmente dirigidas al operador, el cual debe mantener sus implementos de seguridad estándar establecidos por la organización, como lo son las botas de seguridad con punta metálica, los guantes de tela anti inflamable, lentes de seguridad, cinturón de cuero y camisa por dentro, a fin de evitar de que la vestimenta se enganche en cualquier parte del proceso.

Una vez dicho lo anterior se debe mencionar las medidas de seguridad de uso del brazo mecánico para desmoldeo, los cuales comprenden, no transitar debajo del brazo una vez esté en funcionamiento, no manipular el cabezal sin guantes, no pararse sobre la plataforma giratoria, no realizar el proceso de corte y acabado con otra herramienta que no sea la asignada y por ultimo no hacer algún tipo de palanca con alguna barra metálica entre el cabezal y el molde. Ante cualquier desperfecto mecánico, eléctrico o de aire comprimido, seguir los protocolos de seguridad e higiene ocupacional dispuestos por la organización.

4.3.2.6 Mantenimiento del brazo mecánico para desmoldeo.

El brazo mecánico para desmoldeo, como con toda herramienta mecánica, debe de contar con la planificación de un mantenimiento preventivo, cada tres (03) meses, para revisar fluidos y piezas con desgaste, el operador debe estar al pendiente de la herramienta y debe revisar minuciosamente el estado de la misma, principalmente, que toda la parte eléctrica se encuentre en buen estado, que la parte hidráulica no presente fugas en su sistema, que el rodamiento trabaje de forma adecuada y que la parte de aire comprimido no tenga fugas.

El operador también a estar al pendiente también del apagado y encendido de dicha herramienta, ya que puede ser susceptible a fallas eléctricas, al terminar cada jornada laboral, el operador deberá limpiar y dejar en posición de “Stand By” el brazo mecánico, con el fin de evitar algún tipo de deterioro.

4.3.3 Propuesta de implementación de herramienta de corte y acabado, herramienta multiuso.

A continuación, la siguiente propuesta va de la mano con la propuesta anterior, ya que es de vital importancia para que la mejora sea viable y disminuya o en su caso, elimine los desperdicios generados por las causas que busca remediar, cabe destacar que en esta propuesta el factor humano es el protagonista, por lo que se debe tener en cuenta que siempre existirá esa limitante, por más capacitado o entrenado que este el operador.

Esta herramienta es la mejora, adecuación y evolución de dos (02) herramientas utilizadas por los operadores, que son la cuchilla y la herramienta de acabado “pela papa”, que su mal uso, representa el 25,5% de desperdicios en el proceso, lo que se traduce en 2.426Kg de material no conforme.

Se propone unir las dos (02) herramientas en una, y que siga las características de una herramienta multiuso.

La herramienta contara con características de Poka-Yoke, es decir, será un dispositivo a prueba de errores, que ayude al corte preciso de la tapa del tanque y se consiga un acabado impecable a la hora de retirar las rebabas y las orillas filosas.

4.3.3.1 Características técnicas de la herramienta multiusos.

La herramienta multiusos, será la unión de dos (02) herramientas en una, lo que generara mayores beneficios a la organización, ya que hay menos posibilidades de que se extravíen alguna de las dos (02) herramientas anteriores, además de que la fabricación actual de esas herramientas es muy básica, siendo hasta la herramienta de corte inadecuada para el tipo de material y para la tarea en la que se está usando.

La herramienta será fabricada en un material resistente, acero o aluminio, para que sea liviana, dispondrá de una empuñadura de goma, que vitara que la herramienta se resbale a la hora de hacer el corte o el acabado, y dispondrá de una protección metálica para los nudillos, que además de proteger, hará que sea virtualmente

imposible que la herramienta se caiga o se resbale, evitando así mal uso de la misma o que sufra algún tipo de daño.

La herramienta presenta características de Poka-Yoke, porque dispondrá de una guía con color en la punta, a especie de “mira”, para seguir el trazo de corte y así realizar un corte más uniforme, todo esto claro mientras el tanque está girando en la plataforma de la propuesta 2, el brazo mecánico de desmoldeo, además de presentar una característica que permite recoger la cuchilla a la hora de hacer el acabado o al dejar de utilizar la herramienta, lo que permite evitar accidentes con la cuchilla y además protegerla del desgaste o que su filo se vea comprometido por algún golpe o rose.

En la figura 28 se presenta el prototipo de la herramienta multiusos.

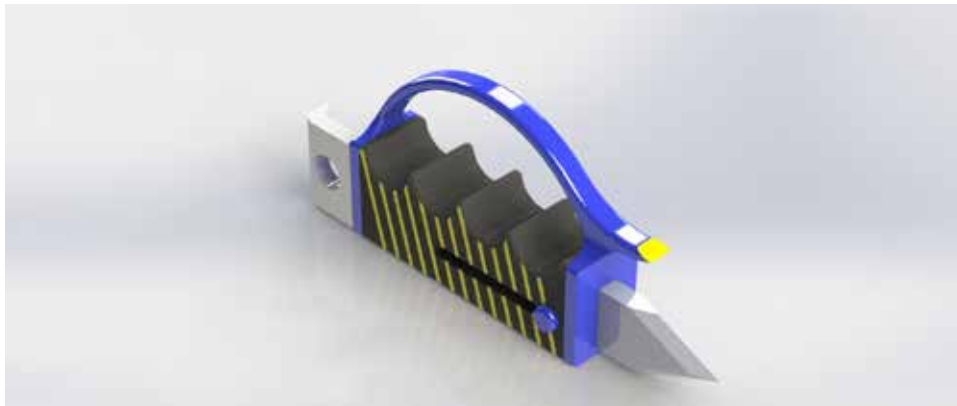


Figura 28. Vista frontal herramienta multiuso con cuchilla extendida.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

La herramienta presentará una característica retráctil, la cual permitirá guardar la cuchilla cuando no se esté utilizando, permitiendo al operador una manipulación más segura a la hora de utilizar la herramienta de acabado “Pela papa” y conservando la integridad de la cuchilla.

A continuación, en la figura 29 se observa la herramienta multiusos con la cuchilla recogida.

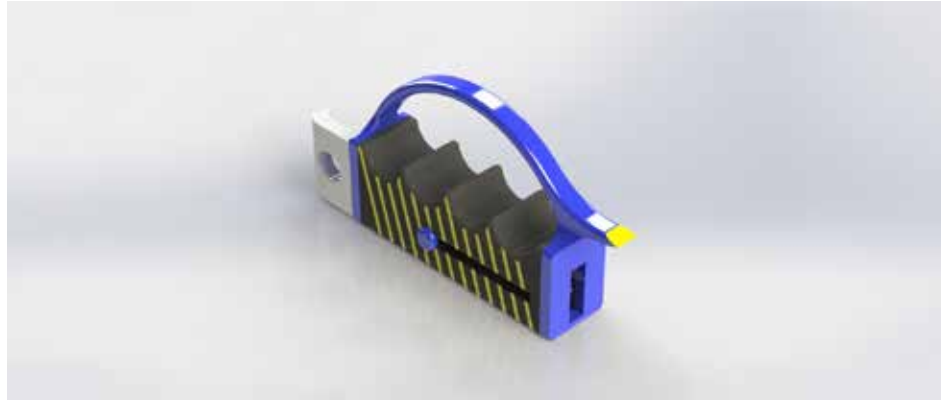


Figura 29. Vista frontal herramienta multiusos con cuchilla recogida.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

La herramienta multiuso, al ser la unión de dos (02) herramientas, presenta también la característica de herramienta de acabado, o como se llama en la empresa “pela papa”, el cual estará dispuesto en la parte trasera de la herramienta fin de que el operador solo deba darle vuelta a la herramienta y no tener que disponer o ir en búsqueda de otra herramienta adicional.

En la figura 30, se presenta la herramienta de acabado en la herramienta multiuso.

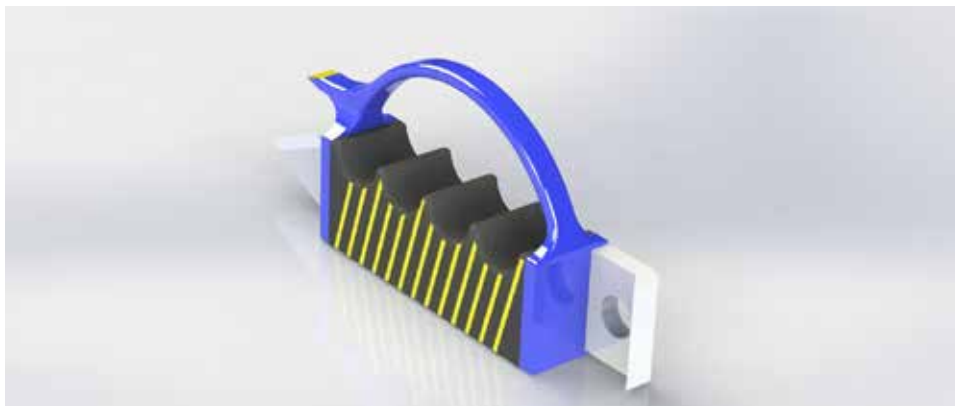


Figura 30. Vista de herramienta de acabado “pela papa” en herramienta multiuso.
Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.3.3.2 Ubicación y uso de la herramienta multiusos.

La herramienta estará dispuesta en las cuatro (04) máquinas operativas en la planta, específicamente, en el Tool Box (Caja de herramientas) de cada máquina, a fin de que sea fácil su acceso a ella, cualquier de los dos (02) operadores asignados a cada máquina puede hacer uso de la misma, y al ser de colores vistosos y de un tamaño un poco más grande que las dos (02) herramientas utilizadas anteriormente, será difícil su pérdida entre el proceso productivo.

4.3.3.3 Normas de seguridad para el uso de la herramienta multiuso.

Al ser una herramienta con partes filosas, debe ser manejado con sumo cuidado por el peligro de corte que este genera, si bien la herramienta no es pesada, y es ergonómica para los operadores, se deben tener ciertas consideraciones:

- No usar la herramienta de acabado si la cuchilla está extendida.
- Al apreciarse desgaste en la cuchilla, cambiar inmediatamente por una nueva.
- No utilizar la herramienta multiusos para otros propósitos para la cual fue diseñada.
- A la hora de utilizar la herramienta, tener las manos protegidas por guantes y utilizar lentes de seguridad por si se genera el brinco de algún material o viruta.

4.3.3.4 Ventajas productivas y económicas del uso de la herramienta multiuso.

Como es de saber, gracias a la implementación de esta propuesta, se generarán diferentes ventajas económicas y productivas en el proceso, y reducción de costos y desperdicios en las áreas que se desean mejorar.

A continuación, en la Tabla 14 se presentan las ventajas productivas y económicas de la herramienta multiuso

Tabla 14. Ventajas productivas y económicas de la herramienta multiuso.

Ventajas	
Productivas	Económicas
Disminuye el desperdicio de material generado por mal corte y acabado.	Los tanques dejaron de presentar un mal corte o un mal acabado, por lo que serán aprobados como producto conforme y generaran beneficio económico.
Disminuye el trabajo en producto terminado.	Al salir los tanques conformes, se ahorra el tiempo y proceso de reparación de cortes desiguales o de acabados no uniformes, lo cual genera una disminución considerable de esfuerzo y de recursos.
Disminuye tiempo y movimientos en el área de desmoldeo.	Los costos respecto al tiempo perdido intentando hacer el desmoldeo se verán reducidos a su mínima expresión, ya que el operador no deberá ir en búsqueda de las herramientas por separado y gracias a la plataforma giratoria del brazo mecánico, no tendrá que hacer movimientos engorrosos.
Aumenta el número de productos conformes.	Al existir una mayor cantidad de productos conformes, se podrá cumplir con la demanda de productos y generar más liquidez.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.3.4 Propuesta de capacitación en buenas técnicas de fabricación y filosofía de las 5's

Para terminar de dar solución a todas las causas generadoras de desperdicios en el proceso, se propone la implementación de la filosofía de mejora continua, como lo es las 5's, en este caso, se busca atacar ese 6,8% de material no conforme, equivalente a 652Kg de material, por presentar contaminación, ya sea de agentes externos o de mezcla de colores, también se debe abordar, y puede dar una solución viable a la problemática adicional encontrada, como lo es el desorden en el proceso productivo y la falta de fábrica visual.

Aplicando la propuesta, y según lo que reza la metodología de las 5's, se debe hacer lo siguiente:

- Separar, las herramientas y la materia prima del proceso, y asignar espacios para cada uno, de manera que siempre este organizado y no se incurra en malas prácticas de fabricación.
- Ordenar, a fin de reducir fuentes de desperdicio y errores en la planta, se debe ser más visualmente instructiva, como por ejemplo implementación de tableros de salida de suministros, tableros de desempeño, señalización pertinente y demarcación.
- Limpiar, se deben mantener los espacios libres de contaminaciones inherentes al proceso productivo, al ser un proceso que utiliza partículas pulverizadas de polietileno, se debe tener muy en cuenta esta parte, ya que aquí se puede presentar la causa principal de por qué se contamina la materia prima de los tanques, además de no supervisar y revisar los moldes de tener algún tipo de agente externo que pueda fusionarse al tanque a la hora de su fabricación.
- Estandarizar, se deben crear mejores prácticas del proceso, crear controles visuales, ordenes de producción efectivas, crear protocolos de revisión de la materia prima, además de revisión de los moldes y del área de desmoldeo.
- Mantener, se debe asegurar que los operarios comprendan la importancia de realizar los pasos anteriores, además de que se debe dar a entender de que la organización es una prioridad principal en búsqueda de la mejora continua, se debe hacer énfasis en comprensión de gráficas, mantenimiento preventivo, lecciones de buenas técnicas de fabricación.

Se puede decir que esta propuesta es de vital importancia, y da como solución la problemática del desorden y la falta de fábrica visual.

Se debe hacer la señalización y el de marcaje pertinente a cada área de la planta, así como respetar las vías de tránsito, tanto peatonal como la de montacargas.

Se debe también implementar ordenes de producción estándares, ya que una problemática observada, fue que las ordenes de producción son emitidas sin ningún tipo de identificación, en un recorte de papel y escritas a bolígrafo, prácticamente habladas,

Se sugiere la instalación de un computador en las áreas críticas donde el material pueda verse contaminado, por ejemplo, en el área de ensacado, y en el área de máquinas, ya que así se podrá tener conocimiento exacto del producto a fabricar, la cantidad de materia prima, color, características, y pesaje correcto, evitando así errores de pesaje y contaminación de colores.

En la figura 31 se presenta el formato de Orden de producción estándar propuesta para la empresa.


Area:		
	INDUSTRIAS Q` PRODUCTOS S.A Zona Industrial de Santa Cruz, Municipio Lamas, Edo. Aragua	Fecha
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ORDEN DE PRODUCCION</div>		
Fecha de elaboracion: _____	Fecha de entrega: _____	Nº: _____
Estado de la orden: Emitida: <input type="checkbox"/>	Proceso: <input type="checkbox"/>	Orden: <input type="checkbox"/>
Concepto	Material	Cantidad (Kg)
<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Cancelar Orden</div>		<div style="background-color: green; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Enviar a Sig. Area</div>

Figura 31. Orden de producción estándar propuesta para la empresa.

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.4 Fase IV Evaluar la relación técnico-económica, social y ambiental, del plan estratégico diseñado para el área de desmoldeo.

Una vez descritas las propuestas de mejoras planteadas, en esta fase se realizará una evaluación económica de las mismas, valorándose los costos que se requiere para tal inversión y si esto puede justificarse con los beneficios que generaran a la empresa Industrias Q'Produstos S.A. al ser implementadas, así como también los objetivos que el presente proyecto se propone alcanzar.

En tal sentido, es preciso el ahorro económico que se estima generar con las propuestas en relación a los costos de implementación del plan presentado, además de abordar los aspectos sociales y ambientales de dichas propuestas.

4.4.1 Inversión requerida para cada propuesta.

- **Propuesta de cambio de moldes en mal estado.**

Para el cambio de moldes, es necesario acotar que solo se cambiaran para la primera inversión, un (01) modelo de molde de cada capacidad, ya que la empresa maneja mínimo dos (02) de cada modelo, esto para no afectar la operatividad de la empresa y para que la inversión no sea tan difícil de afrontar.

Cabe destacar, que esta propuesta amerita una gran inversión, además del costo de los moldes, se debe manejar los costos de nacionalización y los costos de transporte de los moldes a la empresa.

A continuación, en la tabla 15 se presentan dichos costos:

Tabla 15. Costos requeridos para la implementación de las propuestas dirigidas al cambio de moldes de las maquinas.

Descripción	cantidad (unid)	Precio (\$)
Molde Tanque cilíndrico. Capacidad 500L	1 unid	\$ 750,00
Molde Tanque cónico. Capacidad 900L	1 unid	\$ 1.000,00
Molde Tanque cónico. Capacidad 1.000L	1 unid	\$ 1.400,00
Molde Tanque cónico. Capacidad 1.300L	1 unid	\$ 1.600,00
Molde Tanque cónico. Capacidad 1.900L	1 unid	\$ 2.000,00
Molde Tanque cónico. Capacidad 2.500L	1 unid	\$ 2.900,00
Molde tanque cisterna. Capacidad 3.000L	1 unid	\$ 3.500,00
Molde tanque australiano. Capacidad 5.000L	1 unid	\$ 5.000,00
Molde tanque australiano. Capacidad 7.500L	1 unid	\$ 8.000,00
Molde tanque australiano. Capacidad 10.000L	1 unid	\$ 10.000,00
Nacionalización	1 unid	\$ 1.000,00
Transporte	1 unid	\$ 3.500,00
TOTAL		\$ 40.650,00

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

· **Propuesta de implementación de brazo mecánico para el desmoldeo.**

En esta propuesta, la empresa se encargará de hacer el brazo mecánico de desmoldeo, según las imágenes de prototipo y lo plasmado en los planos, se debe hacer una inversión, ya que la empresa no cuenta con ninguna de los materiales necesarios para realizar la propuesta, a continuación, se presentan los costos incurridos en la fabricación de dicha propuesta.

En la tabla 16 se pueden observar los costos requeridos para la implementación del brazo mecánico para el desmoldeo propuesto:

Tabla 16. Costos requeridos para la implementación de un brazo mecánico para el desmoldeo

PRESUPUESTO BRAZO MECANICO		
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO
Brazo hidraulico 1,5 ton	1 UNID	2.500,00 USD
Laminas de acero 3mm 1,22 x 2,44M	1 UNID	540,00 USD
rodamiento industrial	1 UNID	250,00 USD
Manguera 3/4 pulg de alta compresion	10 Metros x 6\$ C/M	60,00 USD
Tablero de mandos	1 UNID	1.000,00 USD
Motor electrico 1HP	1 UNID	80,00 USD
Cableado nro 12 100M	2 ROLLOS X 60\$ C/U	120,00 USD
cuñete de pintura naranja	1 UNID	90,00 USD
cuñete de pintura negra	1 UNID	90,00 USD
cuñete de pintura amarilla	1 UNID	90,00 USD
Coneccion pico de aire comprimido	4 UNID x 5\$ C/U	20,00 USD
Pernos roscados 5/8	Pack de 10 UNID	20,00 USD
TOTAL		4.860,00 USD

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

· **Propuesta de implementación de herramienta multiuso.**

A continuación, en la tabla 17, se presentan los costos incurridos en la fabricación, según los planos e imágenes, de la herramienta multiusos, que deberá ser fabricada por la empresa según especificaciones dadas.

Tabla 17. Costos requeridos para la implementación de herramienta multiuso.

PRESUPUESTO HERRAMIENTA MULTIUSO		
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO
Hojilla chuchillas	pack 20 piezas	5,00 USD
lamina de acero inox 55 cm x 43 cm	1 UNID	150,00 USD
cinta antideslizante	1 UNID	15,00 USD
Pintura en spray naranja	1 UNID	5,00 USD
Pintura en spray azul	1 UNID	5,00 USD
TOTAL		180,00 USD

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.4.2 Resumen de costos

A continuación, se presenta, en la Tabla 18, un resumen de costos involucrados al aplicar las propuestas a la empresa, a fin de tener claro cuánto será el monto a invertir para obtener los resultados.

Tabla 18. Resumen del costo de inversión requerida

Resumen de costos		
Propuesta	Cantidad	Inversión (\$)
Propuesta de cambio de moldes en mal estado de la empresa.	01	40.650,00
Propuesta de implementación de brazo mecánico para el desmoldeo.	04	19.440,00
Propuesta de implementación de herramienta de corte y acabado.	04	720,00
TOTAL		60.810,00

Elaborado por: Carmona A. y Wu, O. (2020).

4.4.3 Análisis de la relación Técnico - económica

Para el cálculo del ahorro, se tomó en cuenta la cantidad de material no conforme generado durante la toma de datos, así como también el aproximado de su producción como factor de referencia. Actualmente se pierde en promedio 3.81% de material por desperdicio.

Se estableció, junto a la gerencia de la empresa, después del análisis de los datos y la interpretación de Pareto, que se espere reducir al menos un 70,1% del 3.81% del desperdicio registrado, es decir, llevar el desperdicio a un 1.14% con respecto a su producción, pudiéndose interpretar también como una reducción del 231,30% con respecto al crecimiento porcentual registrado inicialmente de 90,5%, logrando incluso reducir un 0.85% del límite estándar. Este factor surge a raíz de las propuestas planteadas las cuales atacan directamente a los 10.145 kilogramos avistados establecidos en el diagrama de Pareto.

Evidentemente hay hechos aislados que se pudiesen considerar propios del estándar establecido por la organización en un 2,00%, como cortes eléctricos, arranques de nuevos procesos, etc.

El promedio de pérdidas registrada por la empresa desde septiembre del 2018 hasta julio del 2019 ha sido de 10.145 kilogramos, y como factor de cálculo tenemos que, por cada kilogramo de polietileno, este tiene un costo operacional de 3 USD.

Kg esperados a reducir: $10.145\text{Kg} \times 70,1\% = \mathbf{7.111,65\text{kg}}$

Ahorro promedio: $7.111,65 \times 3 \frac{\text{USD}}{\text{Kg}} = 21.334,94 \frac{\text{USD}}{\text{Mes}} \times 12 \frac{\text{Mes}}{\text{Año}} = \mathbf{256.019,28 \frac{\text{USD}}{\text{Año}}}$

Razón costo-beneficio:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{256.019,28 \frac{\text{USD}}{\text{Año}}}{60.810,00 \text{ USD}} = \mathbf{4,21}$$

Recuperación del capital:

$$\text{Recuperación del capital} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{60.810,00 \text{ USD}}{256.019,28 \frac{\text{USD}}{\text{Años}}} = \mathbf{0,23 \text{ Años}}$$

$$0,23 \text{ Años} \times 1 \text{ Año} \times 12 \frac{\text{Meses}}{\text{Año}} = \mathbf{2,76 \text{ Meses}}$$

4.4.4 Análisis de la factibilidad operativa de las propuestas

Actualmente, la empresa industrias Q'Productos S.A. cuenta con un personal altamente capacitado para cualquier actividad que se realice dentro y fuera de las instalaciones.

La empresa está constantemente capacitando a su personal en el conocimiento y manejo del rotomoldeo, además de adiestramientos de seguridad e higiene postural, para que el personal sea capaz de realizar cualquier actividad o requerimiento de la empresa, por ende, se considera que el personal que se posee, tiene las capacidades de llevar a cabo las propuestas de este trabajo de investigación.

4.4.5 Análisis de la factibilidad técnica de las propuestas.

La propuesta del brazo mecánico de desmoldeo y la propuesta de buenas técnicas de fabricación, requieren de un nivel técnico descrito a continuación, el brazo mecánico necesita que la empresa adquiera más metraje de cable para aire a presión, así como también se necesita las instalaciones eléctricas necesarias y monitores eléctricos para el monitoreo del funcionamiento del brazo, también se necesita de un programa de mantenimiento preventivo permanente, para asegurar así que la mejora no sufra inconvenientes o imposibilidades de producción.

4.4.6 Análisis de la factibilidad social y ambiental de las propuestas.

En la parte social, estas propuestas generan un gran beneficio, ya que, si se considera a los trabajadores de la organización como la parte social de este análisis, serán los primeros beneficiados gracias a estas propuestas, ya que al reducir los desperdicios y lograr cubrir la demanda y las ordenes de producción, se logrará un incremento sustancioso en las bonificaciones salariales, así como también en los beneficios personales y familiares, y será gratificante para el trabajador ver a la organización ser referencia y una empresa de clase mundial en calidad y buenas prácticas de fabricación.

En lo ambiental, la empresa dejara de consumir recursos que no son renovables, como energía eléctrica, gas, energía calórica, haciendo así, que el proceso sea más eficiente, ya que al salir la mayoría de los productos conformes, no se estará desperdiciando los recursos, especialmente la maquinaria, que esta se desgasta y genera cambio de piezas o consumo de repuestos, así como el cambio de herramientas, que son sencillamente desechadas y no recicladas, también se puede tener en cuenta, que el polietileno al ser un plástico, tarda más de mil (1.000) años en degradarse, y en este caso en específico, ya cuando un producto es reprocesado por segunda vez, es inservible como material reciclable, porque es desechado a un botadero común y se convierte en un contaminante.

Sumado a lo anterior, el proceso de cocción, genera la liberación de gases, que pueden ser tóxicos para el ser humano, y que son liberados por la empresa mediante tubos salida a la atmosfera, este punto será sustentado gracias a que, al realizarse productos conformes, la liberación de gases es justa para el proceso, por lo que los niveles de liberación de gases baja, al no tener que reprocesar productos no conformes.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo especial de grado, se logró, mediante las herramientas de ingeniería industrial, diseñar un plan estratégico en el área de desmoldeo de tanques para la disminución de desperdicios en la empresa Industrias Q'Productos S. A. con el objetivo de realizar sus actividades con una mejora en la productividad y eficiencia, mejorando sus procesos, además generando un mejor ambiente de trabajo y disminuyendo los costos adicionales por generación de desperdicios. Es por ello que se realizó un diagnóstico de la situación del proceso, se analizaron las debilidades encontradas y de este modo se logró diseñar un plan para mejorar las condiciones actuales.

El desarrollo de las fases metodológicas, dio como resultado el cumplimiento y abordaje de los objetivos específicos de esta investigación, como se explica a continuación.

En la fase I, se hizo el diagnóstico de la situación actual en la generación de desperdicios por material no conforme en el área de desmoldeo de la empresa Industrias Q'Productos S. A. mediante la recolección de datos en campo, la observación directa, entrevista no estructuradas y la revisión documental, lo que nos permitió encontrar las principales debilidades en el proceso, encontrando a los moldes en mal estado como principal generador de desperdicio, y seguido del mal manejo de herramienta de corte. Así mismo se le unen otros factores como técnicas inadecuadas de desmoldeo, mal manejo de herramientas de acabado material contaminado, falta de tornillos, etc. Esto genera pérdidas en el material y además disminuye la productividad de la empresa.

La fase II tuvo como finalidad el análisis de las debilidades encontradas en la fase anterior que generan los desperdicios por material no conforme en el proceso. Mediante el diagrama de Ishikawa, se logró organizar todas las problemáticas obtenidas en campo, y así obtener un punto de vista más objetivo de la problemática.

Seguidamente se ejecutó la aplicación del diagrama de Pareto para cada defecto por su respectiva causa, y de la misma manera se realizó un Pareto general agrupando las causas correspondientes a cada defecto para una jerarquización balanceada de los defectos avistadas en la recolección de datos y al mismo tiempo detectar el 80% de las principales fallas en el proceso. Finalmente se implementó la técnica de grupo nominal para corroborar que los defectos plasmados en el Pareto fueran verdaderamente los indicados y fuera confiable la herramienta.

En relación a la fase III, luego de realizar un análisis de las principales causas en las fallas del proceso, se logró diseñar un plan estratégico en el área de desmoldeo que conduzca a la disminución de desperdicios en la empresa Industrias Q'Productos S. A. basado en el análisis realizado. Las propuestas son las siguientes:

- Propuesta de cambio de moldes en mal estado de la empresa.
- Propuesta de implementación de brazo mecánico para el desmoldeo.
- Propuesta de implementación de herramienta de corte y acabado.
- Propuesta de capacitación en buenas técnicas de fabricación y filosofía de las 5's.

En la fase IV, se realizó el análisis técnico-económico de las mejoras establecidas en el plan elaborado, cada propuesta planteada presenta costos correspondientes al estudio, se obtuvo un costo de 60.810,00USD, Por consiguiente, posterior al estudio, diagnóstico y análisis de las diversas fallas encontradas durante el proceso productivo, se logró obtener la respuesta a la formulación del problema sobre diversas soluciones para implementar mejoras con el objeto de disminuir los desperdicios por material no conforme, estimando una disminución del 70,1%.

RECOMENDACIONES

Finalmente, una vez elaboradas las conclusiones, se presentan una serie de recomendaciones que se desarrollan a continuación:

- Se recomienda tomar en cuenta las propuestas anteriormente planteadas con previa revisión, análisis y aprobación de parte de la gerencia.
- Se recomienda la instalación de un generador eléctrico, a fin de atacar la causa generadora de desperdicio que tiene un 9,9% de relevancia en el proceso, que equivale a 940Kg de material desperdiciado, esto para evitar las interrupciones del proceso por cortes eléctricos.
- Se recomienda hacer una simulación del brazo mecánico para desmoldeo, a fin de tener resultados más reales y obtener evidencia de como ella ayudara a disminuir los desperdicios que hay presentes en el siguiente trabajo de grado.
- Las implementaciones de estas propuestas tienen un abanico muy amplio para la fabricación de diferentes productos que la empresa realiza, por ejemplo, los tambores, contenedores de basura, pupitres, que pasan por el mismo proceso de rotomoldeo y que gracias a las propuestas aquí presentadas, se puede corregir diversos desperdicios que pueden estar presentes en su proceso.
- Se recomienda la compra de nuevas llaves de impacto, ya que las existentes son insuficientes para abarcar el número total de máquinas en la planta, además de que las actuales presentan una alta vibración y alto nivel de ruido.
- Realizar talleres de capacitación y adiestramientos que permitan mejorar la capacitación de los trabajadores del área de desmoldeo.
- Mantener al personal involucrado en los logros obtenidos, escuchar sus propuestas e ideas de mejora con el fin de que se sientan parte del proceso y trabajen más eficientemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fuentes Bibliográficas

- Arias, F. (2012). **El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica**. Editorial Epistene. 6ta Edición.
- Arellano, R. (2000) **Marketing, Enfoque América Latina**, Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Benavente, J. y Hernández, A. (2014). **Propuestas de mejora para la reducción de desperdicios en una línea de ensamble de filtros sellados en la empresa Affinia Venezuela C.A.** Trabajo de pregrado, Universidad de Carabobo (UC), Bárbula, Venezuela.
- Burgos, F. (2014). **Ingeniería de Métodos**. Valencia: Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo.
- Buendía, Colás y Hernández (2007). **Métodos de Investigación en Psicopedagogía**. Madrid: McGraw-Hill.
- Chiavenato, I. (2000) **Introducción a la Teoría General de la Administración**. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Chapman, S. (2006). **Lean Manufacturing** Limusa, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ingeniería Industrial.
- Carrera, M. y Sánchez, J. (2010). **Lean Manufacturing**. [Ediciones Díaz de Santos, Madrid - España]
- Colunga, C. (1995). **La calidad en el servicio**. Editorial Panorama
- Deming E (2012). **Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis**. [III Edición. Editorial Díaz de Santos S.A, Madrid].
- Gomes, M. (2014), **Lean Manufacturing**. [Editorial Imagen. EE.UU].
- Gutiérrez, H. (2014). **Calidad, Autor Pablo Alcalde San Miguel**, [Editorial Díaz de Santos, México].

- Galgano, A. (1995). **Los 7 instrumentos de la Calidad Total**. Madrid: Ediciones Díaz de Santos
- Hernández, J. (2013). **Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación**. Ediciones EOI. España.
- Hiroyuki, H. (1996). **5's para operadores**. Editorial Productivity Press, EE.UU.
- López, K. y Hernández, A. (2016). **Plan de mejoras a fin de reducir productos no conforme en la planta de filtros de cigarrera Bigott Sucs, de Venezuela**. Trabajo de pregrado. Universidad José Antonio Páez (UJAP), San Diego, Venezuela
- Moreno, J. y Polo, J. (2016). **Propuestas de Mejora para la Reducción de Desperdicios en el Proceso de Producción de Alimentos Concentrados para gallinas ponedoras en la Empresa Alimentos la Caridad C.A.** Trabajo de pregrado. Universidad de Carabobo (UC), Bárbula, Venezuela
- Madariaga Francisco (2013). **Lean manufacturing**. [Editorial Bubok Publishing, New York].
- MAZAAKI Imai (2001). **Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. Editorial continental. Décima tercera edición. México.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). **Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad**. Madrid: Díaz de Santos.
- Tamayo y Tamayo M (2012). **El proceso de la investigación científica**. [7ma edición Limusa Noriega Ediciones, Mexico.].

Fuentes Electrónicas:

- Agencia. Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Dirección de programas. **Plan de mejora. Herramienta de trabajo**. España 2009. Disponible en www.aneca.com. Consultado 12 de septiembre de 2019.
- Abela, J. (1998) **Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada**. <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2018/02/Andreu.-analisis-de-contenido.-34-pags-pdf.pdf> Consultado el 20 de septiembre del 2019.

- Blanco, R. & Solis, A. (2013). **Ingeniería de procesos de fabricación**. Obtenido de: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw> Consultado el 20 de septiembre del 2019.
- Caldela. O. (2009). **Utilidad diagrama causa y efecto**. Disponible en la red [http://Api.ning.com/file/espina de pescado.pdf](http://Api.ning.com/file/espina%20de%20pescado.pdf). Consultado el 15 de septiembre de 2019.
- Couto, M. y Hoyos, P. (2011) **Medición de Tiempos y Métodos (Mtm)**. IES Escola del Treball, Barcelona. En web: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf Consultado el 20 de septiembre del 2019.
- Fernández, A. (2005) **Grupo nominal (TGN)** disponible en: <https://www.neuronilla.com/grupo-nominal-tgn/> consultado el 10 de septiembre del 2019.
- Guanoluisa, N. (2014) **Importancia De Los Estudios De Tiempos En El Proceso De Comercialización De Las Empresas**. disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html> Consultado el 10 de septiembre del 2019.
- Mandujano, K. (2004). **Manufactura Esbelta**. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/manufactura-esbelta-manual-y-herramientas-de-aplicacion/#PRODNIV> Consultado el 10 de septiembre de 2019
- Morales, J. (2012). La Mejora Continua. Disponible en www.conductitlan.com. Consultado el 10 de septiembre de 2019.
- Sansonneti y Malilick (2013) **Diseño de la distribución en planta: Definición y cuándo realizarla**. Obtenido de: <https://leanmanufacturing10.com/disenio-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla> consultado el 12 de septiembre del 2019.

Smiller, H. (2013) **poka-yoke**. Visualizar en: http://poka-yoke0020unal.blogspot.com/2013/11/blog-post_2125.html Consultado el 10 de septiembre del 2019.

Sakazar B. (2016), **Mantenimiento Productivo Total**. Disponible en la red www.ingenieriaindustrialonline.com. Consultado el 15 de septiembre de 2019.

Sakazar B. (2016), **Metodología de las 5'S**. Disponible en la red www.ingenieriaindustrialonline.com. Consultado el 16 de septiembre de 2019.