

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
TANQUES DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C. - CHICLAYO PARA
REDUCIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR PRODUCTOS
DEFECTUOSOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

GERARDO VASQUEZ CHIROQUE

ASESORA

MSc. EDITH ANABELLE ZEGARRA GONZALEZ

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico especialmente a mis padres por su apoyo incondicional, a mis abuelos que gracias a Dios aún los tengo con vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud y perseverancia para culminar satisfactoriamente mi carrera universitaria. A la empresa Eternit S.A.C mediante su ingeniero de planta el Ing. César Guarniz por brindarme todas las facilidades para poder realizar mi tesis en sus instalaciones, a mi asesora por todas las observaciones brindadas, familiares y amigos que me apoyaron a lo largo de mi carrera universitaria.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la fábrica Eternit – Chiclayo S.A.C, dedicada a la producción y comercialización de tanques de almacenamiento de agua de 600 L, 1100 L y 2500 L de capacidad. La problemática que presenta la empresa son las pérdidas económicas debido a la producción de productos defectuosos por mala composición de materia prima, falla en la máquina rotomoldeadora e inadecuada calibración en la máquina rotomoldeadora., como resultados en el objetivo general se obtuvo una disminución de 94,5% de las pérdidas económicas por productos defectuosos que en términos monetarios son S/. 189 130.

En el primer objetivo, el diagnóstico de la empresa, las pérdidas por productos defectuosos representan a 9,72% de la producción que ascienden a un total de S/. 189 130 debido a falta de procedimientos, mantenimiento e incorrecta distribución de funciones. En el segundo objetivo la propuesta de mejora de reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos como resultados se logró reducir los productos defectuosos en un 96% que en términos monetarios corresponde al 94,59% además de reducir el cuello de botella en 1,5 minutos y lograr una eficiencia física en promedio de 90,54 %, proponiendo fichas de control de materia prima, plan de mantenimiento, capacitación para la máquina rotomoldeadora, manual de órdenes y funciones (MOF), y por último como tercer objetivo como resultados, costo beneficio de 1,094, y un TIR del 33% que representa una propuesta económicamente viable

Palabras clave: producto defectuoso, tanques, mejora

ABSTRACT

The present work was carried out in the Eternit - Chiclayo S.A.C factory, dedicated to the production and commercialization of 600 L, 1100 L and 2500 L capacity water storage tanks. The problem presented by the company is the loss of the production of defective products from the bad matter of the raw material, the failure in the rotomoulding machine and the inadequate calibration in the rotomoulding machine. As a result in the general objective a decrease was obtained of 94, 5% of the economic losses due to defective products that in monetary terms are S /. 189 130.

In the first objective, the diagnosis of the company, the losses by defective products represent a 9.72% of the production that amounts to a total of S /. 189 130 Due to a lack of procedures, maintenance and incorrect distribution of functions. In the second objective, the improvement proposal is reduced. and achieve an average physical efficiency of 90.54%, proposing raw material control sheets, maintenance plan, training for the rotomoulding machine, manual of orders and functions (MOF), and finally as a third objective as a result, cost benefit of 1,094, and an IRR of 33% that represents an economically viable proposal

Keywords: Defective product, tank, improvement.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	3
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.2.1 Tanque de Almacenamiento	6
2.2.1.1 Definición	6
2.2.1.2 Función	6
2.2.1.3. Capacidad	6
2.2.1.4. Características	6
2.2.2 Rotomoldeo	6
2.2.2.1. Movimiento Rotacional	7
2.2.2.2. Cuatro Sencillos pasos	7
2.2.2.3. Mercados y Aplicaciones	9
2.2.3 Concepto de Pérdida	10
2.2.4. Proceso de Producción	10
2.2.5. Proceso	11
2.2.6. Productividad	11
III. RESULTADOS	13
3.1 LA EMPRESA	13
3.2 LOCALIZACIÓN	13
3.3. ORGANIGRAMA.....	14
3.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	14
3.4.1. Productos	14
3.4.2. Materiales e insumos:	17
3.4.2.1. Materiales:	17
3.4.2.2. Insumos:	19
3.4.3. Proceso de producción	20
3.4.4. Sistema de Producción	22
3.4.5. Análisis del Proceso de Producción	23
3.4.5.1. Diagrama de bloques del proceso de producción.	23

3.2.5.2 Diagrama de análisis de proceso	31
3.4.6. Indicadores Actuales de Producción y Productividad	35
3.4.6.1. Producción	35
3.4.6.2. Productividad:.....	35
3.4.6.1. Eficiencia Física:.....	36
3.4.6.3. Capacidad	37
3.4.7. Mantenimiento Actual en Eternit S.A.C – Chiclayo.	38
3.5. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	41
3.5.1 Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción.....	41
3.5.1.1. Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	44
3.5.1.2. Mala composición de la materia prima	46
3.5.1.3. Falla en la máquina rotomoldeadora	93
3.5.1.4 Análisis de la distribución de la planta.....	99
3.6 DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION	107
3.6.1. MEJORA PARA LA MALA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA	107
3.6.1.1. Ficha de Control de MP de acuerdo a Producción	107
3.6.1.2. MOF de Almacén de MP	117
3.6.2. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA FALLA EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA	119
3.6.2.1. Elaboración de Formatos.....	134
3.6.2.1.1. Registro de Equipos y Repuesto.....	134
3.6.2.1.2. Instrucciones Técnicas	135
3.6.2.1.3. Supervisión Rutinaria	136
3.6.2.1.4. Recorrido de Inspección	137
3.6.2.1.5. Registro de averías	138
3.6.2.1.6. Orden de Trabajo.....	139
3.6.2.1.7. Reporte de Maquinaria.....	140
3.6.2.1.8. Presupuesto de mantenimiento	141
3.6.2.2. Reducción de Fallas.....	142
3.6.3. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA INADECUADA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA	143
3.6.3.1. Programación de la máquina de rotomoldeo.....	146

3.6.4. MEJORA: INADECUADO MANEJO DE ESPACIOS	147
3.7 Nuevos Indicadores de Producción y Productividad.....	155
3.8. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	162
IV. CONCLUSIONES	167
RECOMENDACIONES	168
V. LISTA DE REFERENCIAS	169
VI. ANEXOS	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Ficha técnica de los tanques Eternit s.a.c.....	16
Tabla N° 2 Materiales utilizados para la elaboración de tanques.....	17
Tabla N° 3 Ficha técnica Rotolene negro HD	18
Tabla N° 4 Ficha técnica Rotolene blanco y azul y scrap.	18
Tabla N° 5 Operarios de producción en la empresa Eternit S.A.C	19
Tabla N° 6 Resumen de las actividades de la elaboración de tanques de 600, 1100 y 2500L. 30	
Tabla N° 7 Resumen de las actividades de la elaboración de tanques de almacenamiento de 600 L, 1100 L y 2500 L.....	34
Tabla N° 8 Diagrama de Flujo de Adquisición de repuestos y mantenimiento Correctivo en Eternit S.A.C	39
Tabla N° 9 Producción total y productos defectuosos en la fábrica Eternit – Chiclayo.....	42
Tabla N° 10 Costo de producción de un tanque.	43
Tabla N° 11 Problema y causas de los productos defectuosos en la empresa Eternit.S.AC	43
Tabla N° 12 Causas de los productos defectuosos desde enero 2016 a diciembre de 2017.....	44
Tabla N° 13 Pérdidas económicas debido al inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora en la empresa Eternit S.A.C	45
Tabla N° 14 Ingresos dejados de percibir en el periodo (enero 2016 – diciembre 2017) debido al inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	45
Tabla N° 15 Diferencia de pesos entre la mezcla correcta y real de la materia prima rotolene negro para la elaboración de tanques en la fábrica Eternit S.A.C	47
Tabla N° 16 Diferencia de pesos entre la mezcla correcta y real de la materia prima rotolene azul para la elaboración de tanques en la fábrica Eternit S.A.C	47
TABLA N° 17 Diferencia de pesos entre LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DE LA MATERIA PRIMA ROTOLENE BLANCO PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C	48
TABLA N° 18 Diferencia de pesos entre LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DE LA MATERIA PRIMA SCRAP PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C	48
Tabla N° 19 Diferencia de pesos entre LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DEL TOTAL DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C	49
Tabla N° 20 Análisis de la capacidad del pesado de Rotolene Negro (tanque negro 2500 L). 50	

Tabla N° 21 Análisis de la capacidad del pesado de Rotolene Blanco (tanque negro 2500 L)	52
Tabla N° 22 Análisis de la capacidad del pesado de Scrap (tanque negro 2500 L)	54
Tabla N° 23 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO 1100 L).....	56
Tabla N° 24 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO 1100 L).....	58
Tabla N° 25 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE NEGRO 1100 L)	60
Tabla N° 26 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO 600 L).....	62
Tabla N° 27 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO 600 L).....	64
Tabla N° 28 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE NEGRO 600 L)	66
Tabla N° 29 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL 2500 L).....	68
Tabla N° 30 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL 2500 L).....	70
Tabla N° 31 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL 2500 L).....	72
Tabla N° 32 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE AZUL 2500 L)	74
Tabla N° 33 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL 1100 L).....	76
Tabla N° 34 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL 1100 L).....	78
Tabla N° 35 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL 1100 L).....	80
Tabla N° 36 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE AZUL 1100 L)	82
Tabla N° 37 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL 600 L).....	84
Tabla N° 38 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL 600 L).....	86

Tabla N° 39 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL 600 L).....	88
Tabla N° 40 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE SCRAP (TANQUE AZUL 600 L).....	90
Tabla N° 41 Cuadro resumen de los resultados obtenidos de los histogramas	91
Tabla N° 42 Pérdidas económicas debido al inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora en la empresa Eternit S.A.C	92
Tabla N° 43 Ingresos dejados de percibir en el periodo (enero 2016 – diciembre 2017) debido a la mala composición de la materia prima	92
Tabla N° 44 Descripción de la máquina rotomoldeadora utilizada en la fábrica Eternit S.A.C	93
Tabla N° 45 Tipo de falla por cada componente en la máquina rotomoldeadora en la empresa Eternit S.A.C	94
Tabla N° 46 Frecuencia por cada tipo de falla en la máquina.....	95
Tabla N° 47 Horas improductivas por falla en la máquina rotomoldeadora	96
Tabla N° 48 Horas improductivas por falla de máquina rotomoldeadora por componente enero 2016 a diciembre de 2017	97
Tabla N° 49 Pérdidas económicas debido a fallas en la máquina rotomoldeadora en la empresa Eternit S.A.C.	97
Tabla N° 50 Ingresos dejados de percibir en el periodo (enero 2016 – diciembre 2017) debido a las fallas en la máquina rotomoldeadora	98
Tabla N° 51 Transporte realizados realizados en Eternit S.A.C para la fabricación de tanques	100
Tabla N° 52 Problema, causas y propuesta de solución.....	104
Tabla N° 53 Problema de Investigación del Proyecto en la Empresa Etenirt S.A.C.....	106
Tabla N° 54 Fichas de Control de MP de acuerdo a Producción para Tanque Azul 600 L ...	108
Tabla N° 55 Fichas de Control de MP de acuerdo a Producción para Tanque Azul.....	108
Tabla N° 56 Fichas de control de MP de acuerdo a producción para tanque azul 2500 L.....	109
Tabla N° 57 Fichas de Control de MP de acuerdo a Producción para Tanque Negro 600 L.	109
Tabla N° 58 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 1100 L	109
Tabla N° 59 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 2500 L	110
Tabla N° 60 Especificaciones de la Balanza Electrónica E-ACCURA 300 KG.....	111
Tabla N° 61 Datos técnicos de la balanza de precisión Cubis® High Capacity Balance	112

Tabla N° 62 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE ALMACENERO	117
Tabla N° 63 Tipo de falla por cada componente en la máquina Rotomoldeadora en la empresa Eternit S.A.C	122
Tabla N° 64 Análisis de Modo de Falla y Efectos de la máquina Rotomoldeadora	124
Tabla N° 65 Hoja de Información de la Rotomoldeadora	127
Tabla N° 66 Hoja de Decisión de la Rotomoldeadora.....	129
Tabla N° 67 Programa de Actividades de mantenimiento en la empresa Eternit S.A.C.....	132
Tabla N° 68 Registro de Equipos y Repuestos.....	134
Tabla N° 69 Instrucciones Técnicas	135
Tabla N° 70 Mantenimiento Rutinario	136
Tabla N° 71 Recorrido de Inspección.....	137
Tabla N° 72 Registro de Averías	138
Tabla N° 73 Orden de Trabajo	139
Tabla N° 74 Reporte de Maquinaria.....	140
Tabla N° 75 Presupuesto Anual de Mantenimiento	141
Tabla N° 76 Reducción de Fallas de Maquinaria	142
Tabla N° 77 Cronograma de capacitación	147
Tabla N° 78 Matriz de relaciones entre las diferente áreas en la empresa Eternit S.A.C	148
Tabla N° 79 Distancias y tiempos de transportes antes y después de la mejora	151
Tabla N° 80 Resumen de las actividades de la elaboración de tanques de 600 L, 1100 L y 2500 L después de la mejora.....	155
Tabla N° 81 Productos defectuosos con la propuesta de mejora.....	159
Tabla N° 82 Pérdidas económicas antes y después de la mejora en el periodo de enero del 2016 a diciembre del 2017.....	160
Tabla N° 83 Indicadores (Antes y Después de la Mejora)	161
Tabla N° 84 COSTO IMPLEMENTAR LA MEJORA POR LA MALA COMPOSICIÓN DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C	162
Tabla N° 85 Materiales necesarios para el mantenimiento preventivo en la empresa Eternit S.A.C.....	163
TABLA N° 86 COSTO DE MANO DE OBRA POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UN AÑO	163
Tabla N° 87 Flujo de Caja	165
Tabla N° 88 Indicadores económicos de la propuesta.....	166
Tabla N° 89 Período de recuperación.....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Vertimiento de la materia prima al molde	7
Figura N° 2 Movimiento rotacional.....	8
Figura N° 3 Enfriamiento del molde	8
Figura N° 4 Desmolde	9
Figura N° 5 Mapa satelital de la localización de la fábrica Eternit S.A.C	13
Figura N° 6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C (SEDE CHICLAYO)	14
Figura N° 7 Tanques de almacenamiento	15
Figura N° 8 LOGOTIPO ETERNIT	19
Figura N° 9 ROTOMOLDEADO EN LA FÁBRICA ETERNIT - CHICLAYO.....	21
Figura N° 10 Accesorios de los tanques de uso.....	22
Figura N° 11 Diagrama de bloques de la elaboración de tanques de almacenamiento de agua de color azul de capacidad de 600 L	23
Figura N° 12 Diagrama de bloques de la elaboración de tanques de almacenamiento de agua de color azul de capacidad de 1100 L	24
Figura N° 13 Diagrama de bloques de la elaboración de tanques de almacenamiento de agua de color azul de capacidad de 2500 L	25
Figura N° 14 Diagrama de bloques de la elaboración de tanques de almacenamiento de agua de color negro de capacidad de 600 L.....	26
Figura N° 15 Diagrama de bloques de la elaboración de tanques de almacenamiento de agua de color negro de capacidad de 1100 L.....	27
Figura N° 16 Diagrama de bloques de la elaboración de tanques de almacenamiento de agua de color negro de capacidad de 2500 L.....	28
Figura N° 17 Diagrama de operaciones de la elaboración de tanques	29
Figura N° 18 Diagrama de análisis de proceso de la elaboración de tanques de almacenamiento.....	32
Figura N° 19 Diagrama de recorrido de la Empresa Eternit – Chiclayo S.A.C	33
Figura N° 20 Histograma de los pesos de Rotolene Negro (tanque negro de 2500 L) (kg).....	51
Figura N° 21 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO DE 2500 L) (KG).....	53
Figura N° 22 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE NEGRO DE 2500 L) (KG)	55

Figura N° 23 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO DE 1100 L) (KG).....	57
Figura N° 24 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO DE 1100 L) (KG).....	59
Figura N° 25 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE NEGRO DE 1100 L) (KG)	61
Figura N° 26 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO DE 600 L) (KG).....	63
Figura N° 27 FIGURA N° 26 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO DE 600 L) (KG).....	65
Figura N° 28 FIGURA N° 26 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE NEGRO DE 600 L) (KG).....	67
Figura N° 29 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)	69
Figura N° 30 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)	71
Figura N° 31 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG).....	73
Figura N° 32 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE SCRAP (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)	75
Figura N° 33 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)	77
Figura N° 34 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)	79
Figura N° 35 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG).....	81
Figura N° 36 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)	83
Figura N° 37 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)	85
Figura N° 38 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)	87
Figura N° 39 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG).....	89

Figura N° 40 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)	91
Figura N° 41 Productos defectuosos en la empresa Eternit S.A.C.....	98
Figura N° 42 Distancia entre áreas en el proceso de producción de tanques en la empresa Eternit S.A.C	101
Figura N° 43 Distribución de planta actual de la empresa Eternit S.A.C.....	103
Figura N° 44 Diagrama de Causa – Efecto de la empresa Eternit S.A.C.....	105
Figura N° 45 BALANZA ELECTRÓNICA E-ACCURA 300 KG	110
Figura N° 46 Balanza de precisión Cubis® High Capacity Balance	112
Figura N° 47 Diagrama de gantt - Plan de Capacitación.....	143
Figura N° 48 Mejora del diagrama de recorrido de producción de tanques en la empresa Eternit S.A.C.	149
Figura N° 49 Mejora de la distribución de planta de la empresa Eternit S.A.C.....	150
Figura N° 50 Diagrama de análisis de proceso de la elaboración de tanques de almacenamiento después de la mejora.	154

I. INTRODUCCIÓN

Los tanques de almacenamiento de agua en el país son de vital importancia para uso doméstico o industrial ya que permite el almacenamiento y disponibilidad ante cualquier eventualidad del agua, en nuestra región la gran mayoría de familias tienen un tanque debido a la gran variedad del flujo dentro de la ciudad y este tanque permite que el flujo sea constante.

La fábrica peruana Eternit S.A.C. es una empresa que produce productos de fibrocemento, la sede principal está ubicada en Lima, y la sede que abastece a la zona norte está ubicada en la ciudad de Chiclayo en el Km 773 (Carretera Panamericana Norte). Dentro de esta planta producen tanques para línea doméstica de 600, 1100 y 2500 L.

El proceso de producción comienza con el pesado de las materias primas como el rotolene (negro, azul y blanco) y el scrap, este proceso se lleva a cabo sin ningún instrumento de medición, esta etapa la realizan en baldes de diferentes capacidades para los diferentes pesos que requiere cada tanque para su correcta producción. La etapa siguiente del proceso es el proceso de rotomoldeado, al visitar la planta se evidenció que la etapa del proceso con mayor duración es esta con 19,5, 21,5 y 22,5 min respectivamente, para la producción de tanques de 600, 1100 y 2500 L, respecto a otras etapas como la preparación de la materia prima, perforado y retocado, el rotomoldeado es un proceso automatizado, es decir que los tiempos anteriormente mencionados son tiempos estandarizados.

La producción en el tiempo de investigación (enero del 2016 a diciembre del 2017) es equivalente a 60668 tanques en óptimas condiciones y se contabilizaron 5897 tanques defectuosos que en unidades monetarias equivalen S/. 197052,6, sobre los costos de la empresa.

Frente a lo expuesto anteriormente se formula la siguiente interrogante ¿Se reducirán las pérdidas económicas por productos defectuosos por productos defectuosos en la empresa Eternit S.A.C?

Frente a lo expuesto anteriormente se tiene como objetivo general: Proponer una mejora en el proceso productivo de tanques en la empresa Eternit S.A.C. para reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos, como objetivos específicos: diagnosticar la situación actual del proceso productivo, elaborar la propuesta de mejora para el proceso productivo para

reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos y elaborar el análisis costo beneficio del proyecto.

La metodología a utilizar se divide en dos partes: La primera es el diagnóstico de la situación actual de la empresa, y la segunda es la elaboración de una propuesta de mejora en la que se cuantificarán los beneficios de la misma. El diagnóstico se realizó por medio de indicadores de producción, económicos y de tiempo, por estudio de métodos y tiempo y una encuesta a los colaboradores en planta, la propuesta de mejora se realizó utilizando fichas de control de MP, MOF, capacitación a los trabajadores y un plan de mantenimiento teniendo como pilar la reducción de las pérdidas económicas por productos defectuosos.

La siguiente investigación se realizó en beneficio de la empresa Eternit S.A.C., para reducir sus pérdidas económicas por productos defectuosos

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el 2015 Barbero [1], en su investigación, “Mejoras en Sistema de Producción para Tanques de Polietileno por Rotomoldeo en la empresa ROTOPAM, el autor aplicó propuestas de mejora tales como:

- Cambios en el Layout: fueron orientados al sector de mezclado, al sector de scrap y al flujo de materia prima, impactando sobre el layout general de la planta, al realizarse estos cambios en el layout se obtuvo mayor orden en el sector de molino, ahorro de 50 metros en el traslado de los desperdicios, entre otros.
- Cambios en el proceso productivo: las modificaciones planteadas de cambiar los tachos por Big Bag o el sistema para cargar las mezcladoras y los bolsones trajo aparejados grandes cambios en el sistema productivo. Así como también una buena aceptación por parte del personal y una mejora significativa del clima laboral, además de una disminución en las pérdidas de materia prima (\$22902 anual solo en el sector de pesado).
- También se propuso mejoras en el stock de productos terminados.

Para el autor, las mejoras que se vieron reflejadas con mayor facilidad fueron las realizadas en el proceso productivo, las mismas tuvieron impacto directo en la productividad y en la satisfacción de los empleados y sus resultados se pudieron evidenciar rápidamente.

Para poder seguir aumentando la productividad de la empresa, el autor considera que se pueden realizar otras mejoras tales:

- Dosificación exacta de la materia prima elaborada.
- Manuales de procedimientos para los diferentes productos, lo que originar

En el 2016, Villarreal [2], en su investigación, “Propuesta para Disminuir la cantidad de productos defectuosos Aplicando la Metodología DMAIC en FESTA S.A” logró reducir los productos a un 12,02% de la producción de Paleta Larga, 16,23% de Paleta Corta y 8,95% de Palito Corbatín, aplicando la metodología DMAIC, por sus siglas en inglés, (definir - medir- analizar – mejorar – controlar) que consiste en encontrar la causa del problema y eliminarla, en la ejecución de su investigación determinó que las principales causas que

ocasionan defectos en los productos son la calidad de la madera, es estado de las máquinas tanto porque algunas ya son muy antiguas y porque el Secador presenta fugas de humedad; además la falta de estandarización en la operación de las máquinas. Como mejora se propuso la creación de procedimientos completos que involucren todos los conocimientos necesarios para el uso de las máquinas y desempeño en el puesto de trabajo, acompañados de unos métodos más eficientes de entrenamiento y evaluación del mismo.

En 2016 Reinoso [3] en su investigación, “Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma”, si bien el proyecto no alcanzó el objetivo establecido de 4,5 y 5,0 para los niveles sigma de los neumáticos defectuosos y ampollas en el costado. Así mismo, queda demostrado un 78% DPM el nivel de ampollas en el costado. Así mismo, queda demostrado que cuanto más se desea acercarse al valor seis sigma, los esfuerzos para lograrlo son cada vez muchos más exigentes desde todo punto de vista. La empresa logró reducir en un 31% los productos defectuosos en una empresa productora de neumáticos aplicando la metodología DMAIC, en el resultado del costo/beneficio para el presente proyecto es de 254,975 USD lo cual representa un ahorro considerable considerando que el mayor costo se da por mantenimiento de los costos del equipo. Esto permite que el equipo pueda desarrollar otros proyectos adicionales, por lo que sería sumamente beneficioso la implementación del sistema Six Sigma.

En 2014 Baptiste [4], en su investigación, cuyo objetivo es proponer una metodología de gestión de exportación para la mejora y estandarización de los procesos de TUBAL S.R.L., basada en métodos de buenas prácticas de exportación, estandarización de tareas o procedimientos y eliminación de mudas detectadas; con fines de tener una mejor organización operativa del departamento, recuperar cuota de mercado, y aumentar las ventas internacionales. La Gestión de Exportaciones que se presenta es una estructura con recursos destinados para planear, coordinar, ejecutar, innovar y controlar todas las actividades y procesos que tienen como salidas: ventas internacionales de los productos de TUBAL. Para llevar a cabo este trabajo se hizo un estudio de campo utilizando herramientas de recopilación de datos: Observación Científica, Cuestionario, Entrevista, etc. Se utilizaron métodos de gestión empresarial y de ingeniería industrial como el Análisis FODA, Diagrama de Flujo, Diagrama de Proceso, Diagrama de Fuerza de las Comunicaciones, Estudio de Tiempo y Movimiento con el objetivo de determinar las debilidades que tiene el sistema de

exportación; de manera que se pueda optimizar los procesos de gestión de exportación, a través de herramientas y tecnologías que se adapten al trabajo en cuestión.

Los principales logros de la propuesta son los siguientes: Se diseñó un Sistema de Gestión de Exportaciones adaptado a la necesidad de TUBAL, se eliminó desperdicios tales como tiempo, movimiento y operaciones que atrasan u obstaculizan las exportaciones, se disminuyó el consumo de trámites de papeles, se hizo unas estandarizaciones para varias operaciones, mediante de Diagrama de Flujo, Diagrama de Proceso, Check List, etc.

En 2011, Espinoza [5] en su investigación, “Manufactura Esbelta aplicada a una línea de producción de una Empresa Galletera”, menciona: El objetivo de la investigación es reducir la cantidad de desperdicio de galleta en la línea de producción "uno" de la empresa mediante la aplicación de la filosofía de manufactura esbelta. Se llevó a cabo una correcta implementación de 5 S´ en la organización, la cual ayudó a mejorar la eficiencia de los procesos y la imagen de la empresa, asimismo, facilitó y redujo los tiempos de limpieza de los equipos, además de promover el orden de los mismos. Para lograr el éxito en las actividades planteadas fue de suma importancia incluir, en las mismas, a las personas encargadas del área y realmente convencerlos de que las herramientas a aplicar eran la solución a los problemas que se estaban presentando. Como conclusión del estudio se tiene que, una vez implementada la filosofía, se redujo el promedio semanal de desperdicio de 63 mil a 42 mil pesos, lo que representa el 33% de mejora.

En 2010 Saldarriaga [6] en su investigación, “Kaizen Filosofía de mejora continua El caso Facusa”, menciona Entre los principales problemas que tenía la empresa estaban los siguientes: procesos de producción intensivos en mano de obra, tiempos de entrega largos, poca flexibilidad de sus procesos, poca variedad de productos, elevados niveles de desperdicio, elevados niveles de reproceso, personal poco motivado y capacitado, bajo nivel de innovación. En el 2009, implementa su programa de mejora “Cinco S” en sus tres plantas de producción, lo que le permite reducir el desperdicio de movimientos, elevar la disciplina y crear un ambiente de trabajo superior, mejorar la seguridad y disminuir el número de accidentes, logrando aprovechar el mejor espacio disponible, bajar el porcentaje de productos defectuosos, minimizar averías, generar mayor cooperación y trabajo en equipo y sentido de pertenencia entre sus colaboradores, reducir el nivel de existencias o inventarios, desarrollar un mayor conocimiento del puesto del trabajo y consecuentemente aumentando la productividad de trabajo en alrededor del 15%.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 Tanque de Almacenamiento

2.2.1.1 Definición

Un tanque, como un recipiente de gran tamaño, normalmente cerrado, destinado a contener líquidos o gases [7].

2.2.1.2 Función

La función de este tipo de artículos se enfoca prácticamente a una cosa: almacenar lo se te ocurra. Algunos agricultores lo emplean para guardar agua para así poder usarla en tiempo de sequía, también para son usados para el almacenamiento de otros elementos como el caso de las melazas, alimentos e incluso diversas sustancias químicas [8].

2.2.1.3.Capacidad

Los tanques de almacenamiento manejan diferentes tipos de capacidades dependiendo a las necesidades de cada cliente, lo que hace que este producto se convierta en una herramienta práctica y funcional que te permitirá mantener cualquier líquido en perfectas condiciones.

2.2.1.4.Características

Algunas de las propiedades más importantes que debes tomar en cuenta al momento de conseguir cualquier de los tanques verticales para agua son:

- Están hechos de polietileno de alta calidad, para garantizarte un ciclo de vida largo.
- Los colores en los que se fabrican son blanco o negro, para adaptarse perfectamente a las necesidades de cada cliente.
- Los pesos de los tanques para agua oscilan entre los 50 y 500 kilogramos, por lo tanto son fáciles de manipular y transportar.
- Su instalación es muy sencilla y no requiere de aditamento especiales o muy complicados de encontrar en el mercado.

2.2.2 Rotomoldeo

Es el método de transformación de plásticos por medio del cual se pueden fabrican cuerpos huecos de gran variedad de tamaños, formas y texturas [9].

El proceso del Rotomoldeo permite moldear la resina sin presión y con la temperatura necesaria para fundirla sin degradarla, conservando sus propiedades al máximo.

Una función básica en el Rotomoldeo es hacer que las partículas plásticas se fundan alrededor de las paredes calientes del molde durante el movimiento rotacional y biaxial.

2.2.2.1. Movimiento Rotacional

El movimiento rotacional es lo que define a este productivo proceso. Similar al movimiento de los planetas, el rotomoldeo se entiende como un molde moviéndose en 2 ejes o planos simultáneamente, de tal manera que el plástico cubre las paredes del molde tomando su forma.

2.2.2.2. Cuatro Sencillos pasos

- **Materia prima:** Antes de comenzar es necesario tener en cuenta la calidad y propiedades de la materia prima a utilizar. Esta es vertida dentro del molde.

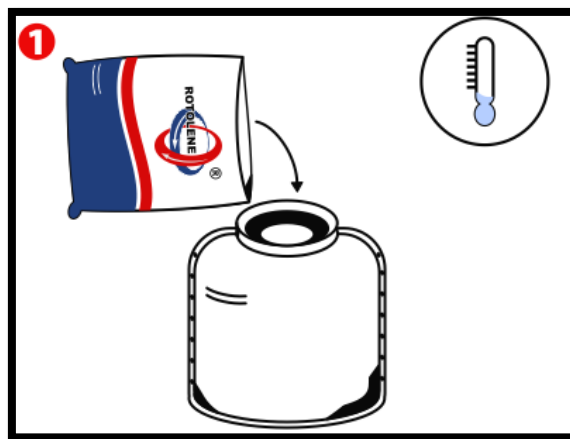


FIGURA N° 1 VERTIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA AL MOLDE

Fuente: Polímeros Mexicanos

- **Calentamiento:** Una vez cargado el molde, se procede al movimiento rotacional aplicando calor constante y uniforme para que el plástico se funda en torno a la forma del mismo molde.

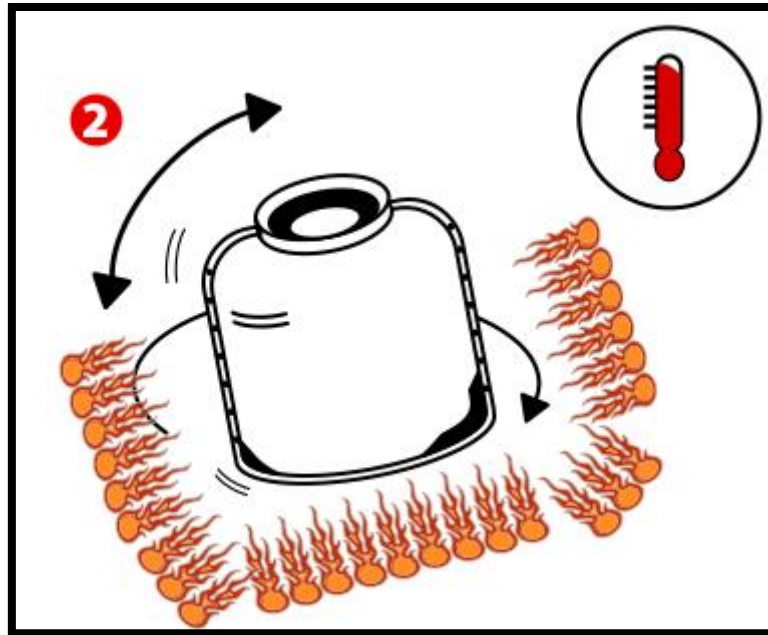


FIGURA N° 2 MOVIMIENTO ROTACIONAL

Fuente: Polímeros Mexicanos

- **Enfriamiento:** Tal como lo dice el nombre, en esta etapa se enfría el molde para la solidificación del plástico.

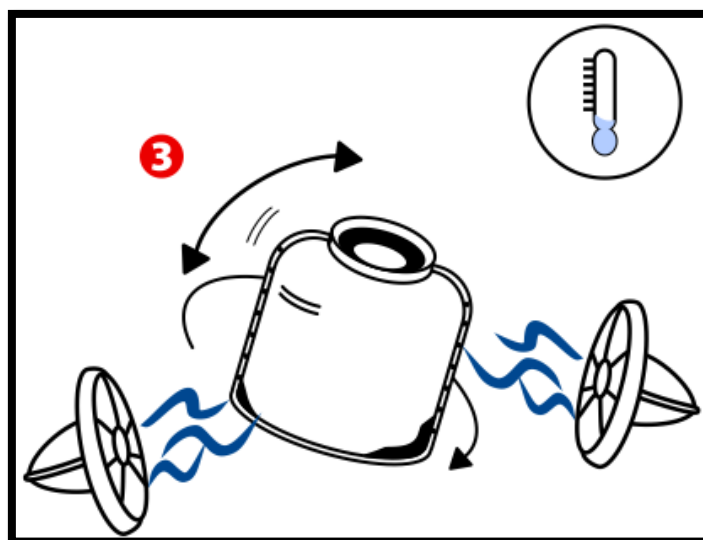


FIGURA N° 3 ENFRIAMIENTO DEL MOLDE

Fuente: Polímeros Mexicanos

- **Desmolde:** Ya fría la pieza, se desmonta abriendo el molde para así obtener un cuerpo hueco de plástico rotomoldeado.

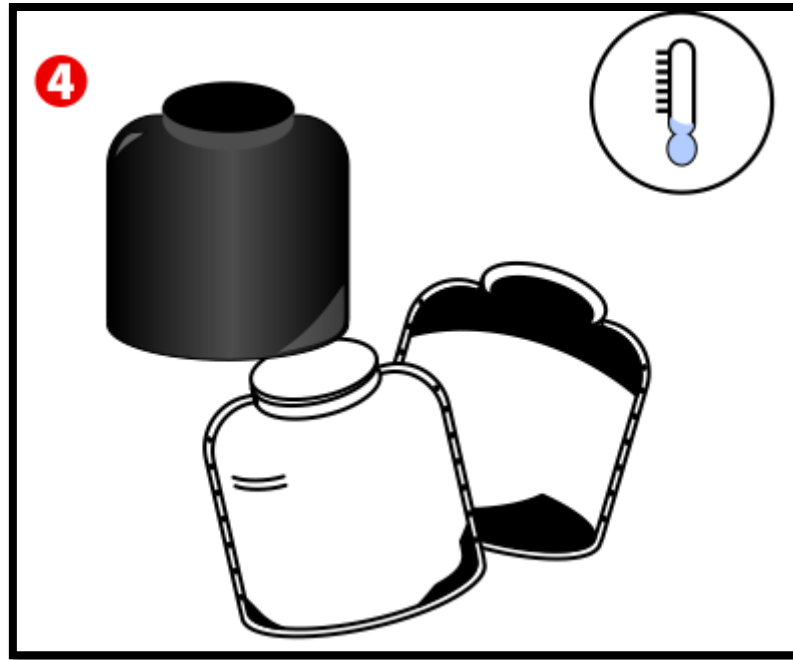


FIGURA N° 4 DESMOLDE

Fuente: Polímeros Mexicanos

2.2.2.3. Mercados y Aplicaciones

Los productos obtenidos del rotomoldeo se utilizan en los siguientes mercados comercial, industrial, hotelero, deportivo y restaurantero.

2.2.2.4. Ventajas Claras y Competitivas

- Proceso joven
- Bajo Costo del Equipo
- Bajo Costo de los Moldes
- Proceso sin Condiciones de Volumen de Producción
- Paredes con Espesor Uniforme
- Flexibilidad en el Diseño
- Variedad en Texturas
- Acabados en Varias Capas y Colores

2.2.3 Concepto de Pérdida

Pérdida o desperdicio es cualquier actividad o materia utilizada que añade costo al producto final pero no valor desde el punto de vista del cliente, es todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, mano de obra, maquinaria, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio. Fujio Cho [10], de Toyota, lo define como "Todo lo que no sea la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, espacio y tiempo del trabajador, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto".

Dentro de las actividades que se realizan diariamente en una empresa, se pueden distinguir:

- ✓ Actividades que agregan valor: son aquellas que modifican, dan forma o función al producto o servicio que requiere el cliente.
- ✓ Actividades que no agregan valor: son aquellas que no dan ninguna ventaja competitiva al producto o servicio y no muestran una mejora en el producto o servicio desde la perspectiva del cliente, es decir que éste no estará dispuesto a pagarlas.
- ✓ Las que son necesarias pero no agregan valor.

Esto último quiere decir que la eliminación de las pérdidas es un trabajo continuo y permanente, siempre habrá actividades que no agreguen valor. Se busca lograr disminuirlas hasta donde se pueda y sea conveniente a fin de aumentar la productividad.

2.2.4. Proceso de Producción

Vásquez [11], Es un conjunto de procedimientos ordenados y estructurados de operaciones o etapas que transforman materia prima en producto terminado. El proceso productivo determinará la disposición de las máquinas, la cualificación de los operarios, el volumen de las instalaciones y su localización. Tiene como fórmula

$$\text{Producción: } \frac{\text{Tiembo base}}{\text{Ciclo}}$$

Donde:

- ✓ Tiempo base (tb): Minutos, horas, días, semanas, años, etc.
- ✓ Ciclo (c): Tiempo que demora la salida en un producto (velocidad de producción)

El termino producción según Barde [12] puede ser empleado con diferentes significados. Si se refiere a la producción de bienes materiales demandados por la sociedad, es decir, bienes de consumo (como alimentos, automóviles, etc.), o de inversión (como máquinas, herramientas, etc.) estamos excluyendo la producción de servicios (como la educación, el comercio, etc.), que también es objeto de producción.

2.2.5. Proceso

En 1999, Muñoz [13]. El término organización ha venido utilizándose, entre otras acepciones como un conjunto de actividades interrelacionadas mediante las que se persigue de un fin.

La descripción y definición de lo que se entiende por proceso puede derivarse directamente de aquí. La organización produce o presta servicios. Así, Jacobo [4] define el proceso como una “serie de acciones sistemáticas dirigidas al logro de un objetivo”.

De aquí que un proceso deba:

- a) Estar orientado hacia el objetivo. Han de establecerse las características y los valores de los estándares que se han de alcanzar.
- b) Ser sistemáticos. Las actividades de las que consta un proceso están todas interrelacionadas y son interdependientes. Sigue, además, una secuencia determinada.
- c) Ser capaz. Que se puedan obtener los fines que se planean.
- d) Ser legítimo. Que se desarrolle a través de los demás autorizados.

2.2.6. Productividad

Vásquez [11] Es el grado de rendimiento con que emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos pre determinados

Existen 3 formas de incremento:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo

2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente

Medición de la productividad

La productividad no es una medida de la producción o de la cantidad, sino de la eficiencia con que se ha combinado los recursos para lograr los resultados esperados

Por lo tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista

$$p = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

Productividad de materiales

$$p_{\text{materiales}} = \frac{\text{Producción}}{\text{Materiales utilizados en el proceso de producción}}$$

Eficiencia Física

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Peso del producto terminado}}{\text{Peso de la materia prima}}$$

Productividad de mano de obra

$$p_{\text{mano de obra}} = \frac{\text{Producción}}{\text{número de trabajadores involucrados en producción}}$$

III. RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados obtenidos de la investigación hecha en la empresa Eternit S.A.C así como las posibles alternativas de la solución.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 LA EMPRESA

La empresa “Eternit S.A.C”, constituida en el año 1940 en Lima - Perú, ha logrado consolidarse en el mercado nacional. En junio del 2014 se crea una sede en la ciudad de Chiclayo que en sus inicios tenía la función de almacén, pero en base a la alza de la demanda en el norte del país se decidió producir los tanques en la sede a inicios del año 2016. Se dedica a la elaboración de fibrocemento teniendo como principal producto a los tanques de almacenamiento. En cuanto a instalaciones, esta empresa cuenta con un área de 10 000 m^2 , que comprenden 5 áreas: administración, almacén de materias primas, área de rotomoldeo, retocado y el almacén de producto terminado.

3.2 LOCALIZACIÓN

La empresa Eternit S.A.C se encuentra ubicada en la carretera Panamericana Norte km 774 (carretera Chiclayo - Lambayeque) en la figura N°5 se aprecia el mapa satelital de la ubicación de la fábrica.



FIGURA N° 5 MAPA SATELITAL DE LA LOCALIZACIÓN DE LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

Fuente: Google, septiembre 2015

3.3. ORGANIGRAMA

La estructura organizacional es un medio del que se sirve una organización para conseguir sus objetivos. La empresa utiliza la siguiente estructura organizacional con cargos que tienen funciones específicas según la actividad que desempeñan con el fin de cumplir con los objetivos trazados.

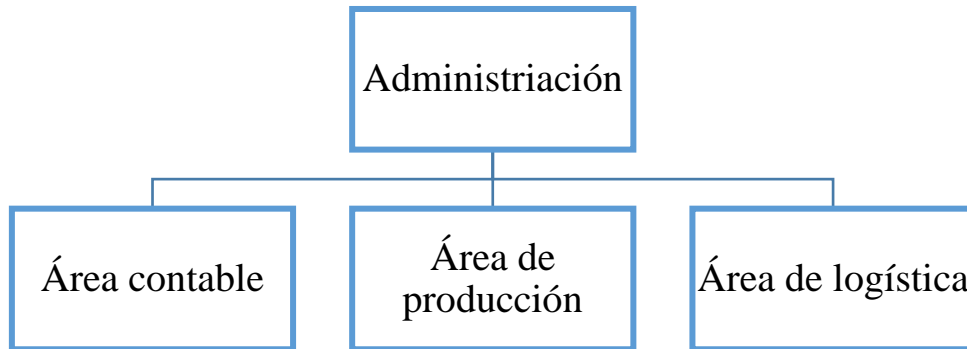


Figura N° 6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C (SEDE CHICLAYO)

Fuente: Eternit S.A.C

Las áreas que se manejan en la empresa Eternit S.A.C son:

- Administración: Se encarga de realizar el informe de obra para la ejecución de alguna obra y llegar a un acuerdo con los clientes.
- Contabilidad: Registra todo lo concerniente a recibos de compra y venta, planillas y pago por honorarios, para luego ser declarados por ley a la SUNAT.
- Producción: Se encarga de la ejecución de las obras asignadas por la administración.
- Logística: Provee de los recursos necesarios para el área de producción.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1. Productos

a. Descripción del producto: Tanque de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento tienen forma cilíndrica, el acabado exterior es homogéneo y libre de fisuras. Se producen tanques de diferentes colores como el negro, azul, etc. Cada tanque lleva el nombre de la empresa y en la parte inferior los detalles de producción, para poder rastrear el producto como criterios de trazabilidad (Ver figura N°7)



FIGURA N° 7 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Fuente: Eternit S.A.C

En la tabla N°1 se muestra la ficha técnica de los tanques de almacenamiento en sus diferentes colores (beige, negro y turquesa) y capacidad (600, 1100 y 2500 L).

TABLA N° 1 FICHA TÉCNICA DE LOS TANQUES ETERNIT S.A.C

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		
Características	Exclusiva capa interior antibacterias con tecnología Expel (click de cierre perfecto). Filtro Hydronet con cartucho de poliéster lavable que retiene tierra y sedimentos. Conexiones termofusionadas que forman una sola pieza con el tanque; evitando fugas de agua. Además, la capa completamente negra de los tanques impide el paso de la luz solar, y así evita la aparición de algas y bacterias (proceso normal en cualquier contenedor que no supere las pruebas de traslucidez).		
Registro de Productos Industriales Nacionales (RPIN)	N° 150107390099C		
Marca	ETERNIT		
Material	Polietileno		
Colores	Negro y azul		
Uso	Ideal como depósito para recoger y guardar agua		
Capacidades (Litros)	600	1100	2500
Peso (kg)	11	17	34
Altura (mm)	1100	1420	1620
Diámetro (mm)	969	1082	1520

Fuente: Eternit S.A.C – Chiclayo

b. Subproductos

En la planta ubicada en Chiclayo solo se producen tanques de almacenamiento, no se obtienen subproductos.

c. Desechos

En el proceso de elaboración de tanques se tienen como desechos las bolsas de sacos donde viene la materia prima y algunas partículas de materia prima.

d. Desperdicios:

Los desperdicios son el scrap y el rotolene

3.4.2. Materiales e insumos:

3.4.2.1. Materiales:

A. Materiales Directos:

La materia prima utilizada en la elaboración de tanques son rotofoam o rotolene blanco, rotolene negro HD, rotolene polygard azul 4 y Scrap.

TABLA N° 2 MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES


Materia Prima	Utilizada para
Rotofoam (rotolene blanco)	Tanque negro y azul (600, 1100 y 2500 L)
Rotolene negro HD	Tanque negro y azul (600, 1100 y 2500 L)
Rotolene polygard azul 4	Tanque azul (600, 1100 y 2500 L)
Scrap	Tanque negro y azul (600, 1100 y 2500 L)

Fuente: Eternit S.A.C

Estos materiales son provenientes en su totalidad de México de la empresa Polímeros Mexicanos y son traídos en lotes de 800 kg (40 sacos de 20 kg) o 700 kg (35 sacos de 20 kg).

Se tiene en ocasiones el retraso de la materia prima, esto debido a que no realizan una planificación de la compra y en algunos casos los proveedores tardan en hacer llegar la materia prima a planta, lo que ocasiona que no se llegue a fabricar al día lo establecido y conlleve a no cumplir con la producción esperada.

TABLA N° 3 FICHA TÉCNICA ROTOLENE NEGRO HD

ROTOLENE NEGRO HD	
Propiedades	Copolímero de polietileno lineal de media densidad, con estabilizador de UV. Rotolene 93040 es un polietileno de calidad en la fabricación de tinacos, capa externa con un fino acabo
Presentaciones	<p>Resina en polvo de pellet con máximo poder en color negro, fino acabado en capa externa, fina textura y color brillante.</p> 

Fuente: Polímeros Mexicanos

TABLA N° 4 FICHA TÉCNICA ROTOLENE BLANCO Y AZUL Y SCRAP.

ROTOLENE	
Propiedades	Copolímero de polietileno lineal de media densidad, con estabilizador de UV. Rotolene 93050 es un polietileno de excelente calidad, debido a sus propiedades, es el compuesto más utilizado para la fabricación de tinacos, contenedores, y diversos artículos rotomoldeados, tales como maceteros, juguetes, etc.
Presentaciones	Resina natural en polvo y pellet con máxima blancura, fino acabado en capa externa, fina textura. Esta resina es utilizada como resina base en la fabricación de compuestos de color integrado para procesos de Moldeo Rotacional en colores varios, presentando maxima homogenización de colores de línea y colores especiales, obteniendo un fino acabado en capa externa.

Fuente: Polímeros Mexicanos

B. Materiales Indirectos:

Dentro de esta clasificación de materiales indirectos se encuentran las pinturas, logotipos, los baldes que es utilizada como instrumento de medición.



FIGURA N° 8 LOGOTIPO ETERNIT

Fuente: Eternit S.A.C

3.4.2.2. Insumos:

A. Mano de obra:

Para la elaboración de tanques de almacenamiento es necesario la intervención de mano de obra por lo cual la empresa cuenta con 8 trabajadores en toda el área de producción. Se trabaja 3 turnos de 8h diarias de lunes a viernes y sábado se trabaja 2 turnos, domingos no hay producción.

TABLA N° 5 OPERARIOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Operario	Etapas	Estudios	Tiempo en la empresa
1	Pesado de MP y Rotomoldeado	Secundarios	2,5 años
2	Perforado	Secundarios	4 años
3	Retocado	Secundarios	6 años
4	Pesado de MP y Rotomoldeado (turno noche)	Secundarios	2 años
5	Perforado (turno noche)	Secundarios	3 años
6	Retocado (turno noche)	Secundarios	2 años

7	Operario de almacén de PT	Secundarios	5 años
8	Operario de almacén de PT (turno noche)	Secundarios	3 años

Fuente: Eternit S.A.C

B. Financieros:

Esta empresa ha logrado consolidarse en el mercado nacional con sus productos, lo que le ha permitido colocar sus productos en varias ciudades de nuestro país. Es una de las mejores empresas dedicada a la elaboración de tanques. Por lo cual se busca la mejora continua de sus procesos para lograr producir en mayor cantidad y obtener mayores beneficios. Con promedio de ventas de 75 000 soles mensuales solo con la producción de tanques en la ciudad de Chiclayo que distribuye a nivel regional.

C. Maquinarias y equipos:

Dentro de la maquinaria que forma parte del proceso de elaboración de tanques se tiene: 2 máquinas de llama abierta que son controladas por un PLC y utilizadas para la etapa de rotomoldeo, pirómetro para medir la temperatura a la que se encuentra dentro del molde y la temperatura del tanque al salir e instrumentos de corte para hacer algunas aberturas para los accesorios. La ficha técnica de la máquina rotomoldeadora se encuentra en la tabla N° 41.

3.4.3. Proceso de producción

- **Preparación y Dosificación de materia prima:** Las materias primas (que dependerá el tipo de tanque que se fabrique) se llenan en baldes de diferentes capacidades este procedimiento se hace ya que no cuentan con instrumento de medición, ya que la empresa no cuenta con un operario específico para esta labor y para agilizar el proceso lo hacen en baldes que cuentan con una marca que delimita hasta donde se debe echar la materia prima.
- **Rotomoldeado:** Se lleva a cabo en una rotomoldeadora, equipo que consta de ocho quemadores, Durante el procesamiento el molde que elabora el tanque gira mientras los quemadores emiten llamas que permite formar las capas del tanque.

Paso 1°: Al inicio del primer ciclo se comenzará a verter el rotolene azul y/o negro (dependiendo al tipo de tanque), este componente sirve para darle el color del tanque que diferencia al tipo de sector al que irá, si es negro es en su mayoría para la agroindustria y azul para uso doméstico.

Paso 2°: Al comienzo del segundo ciclo se verterá el scrap que es el componente que le da consistencia al tanque.

Paso 3°: En el último ciclo se añadirá el rotofoam o rotolene blanco, este componente es importante para que el producto no tenga ninguna fisura.



FIGURA N° 9 ROTOMOLDEADO EN LA FÁBRICA ETERNIT - CHICLAYO

Fuente: Eternit S.A.C

- **Perforado:** En esta etapa se realizarán las perforaciones para el multiconector con válvula, filtro, tubo de ventilación y visor de agua. Los accesorios que aparecen en la tabla N°6 son parte del producto, sin embargo se elaboran en la fábrica central ubicada en Lima.

Multiconector con válvula	Filtro Eternit
	
Válvula con flotador	Tubo de ventilación y Visor de agua
	

FIGURA N° 10 ACCESORIOS DE LOS TANQUES DE USO

Fuente: Eternit S.A.C

- **Retocado:** Esta etapa se lleva a cabo en forma manual, se arregla cualquier imperfección superficial que incluye lijado, barnizado y colocación de los logotipos de la marca.

3.4.4. Sistema de Producción.

Respecto al sistema de ventas la empresa adopta un sistema de producción bajo pedido, debido a que responden a órdenes o pedidos de los clientes. Y con relación a la producción por procesos, lo caracteriza la producción por lotes, ya que se fabrican lotes diferentes del mismo

3.4.5. Análisis del Proceso de Producción

3.4.5.1. Diagrama de bloques del proceso de producción.

En la figura N°11 se detalla el proceso de producción de los tanques de almacenamiento de agua, en donde las materias primas son rotolene negro, rotolene azul, rotofoam (rotolene blanco) y scrap. Se tomó una muestra de la producción en el tiempo de investigación para tener un promedio de los pesos de la materia prima (Anexo N°7).

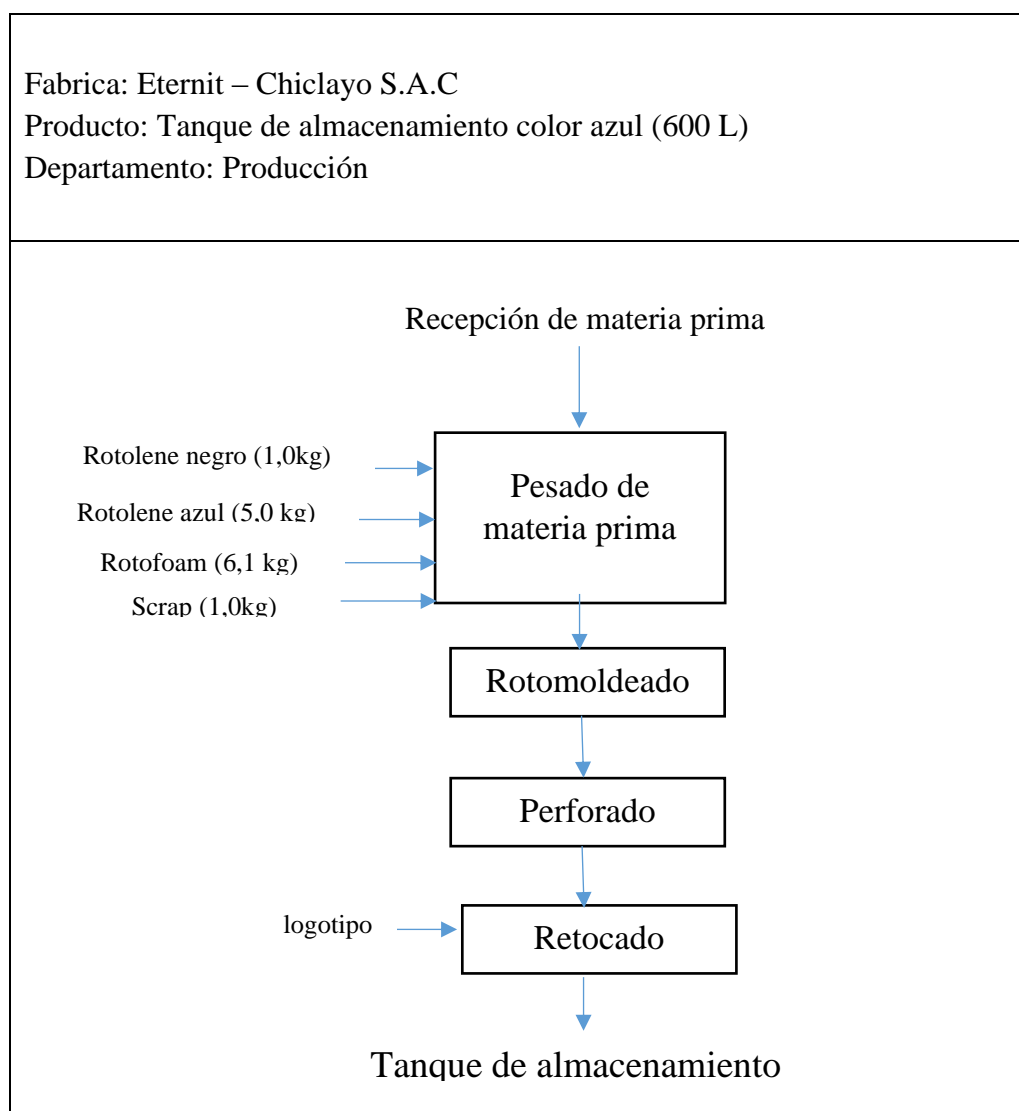


FIGURA N° 11 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLOR AZUL DE CAPACIDAD DE 600 L

Fuente: Eternit S.A.C

En la figura N°12 se detalla el proceso de producción de los tanques de almacenamiento de agua, en donde las materias primas son rotolene negro,

rotolene azul, rotofoam (rotolene blanco) y scrap. Se tomó una muestra de la producción en el tiempo de investigación para tener un promedio de los pesos de la materia prima (Anexo N°7).

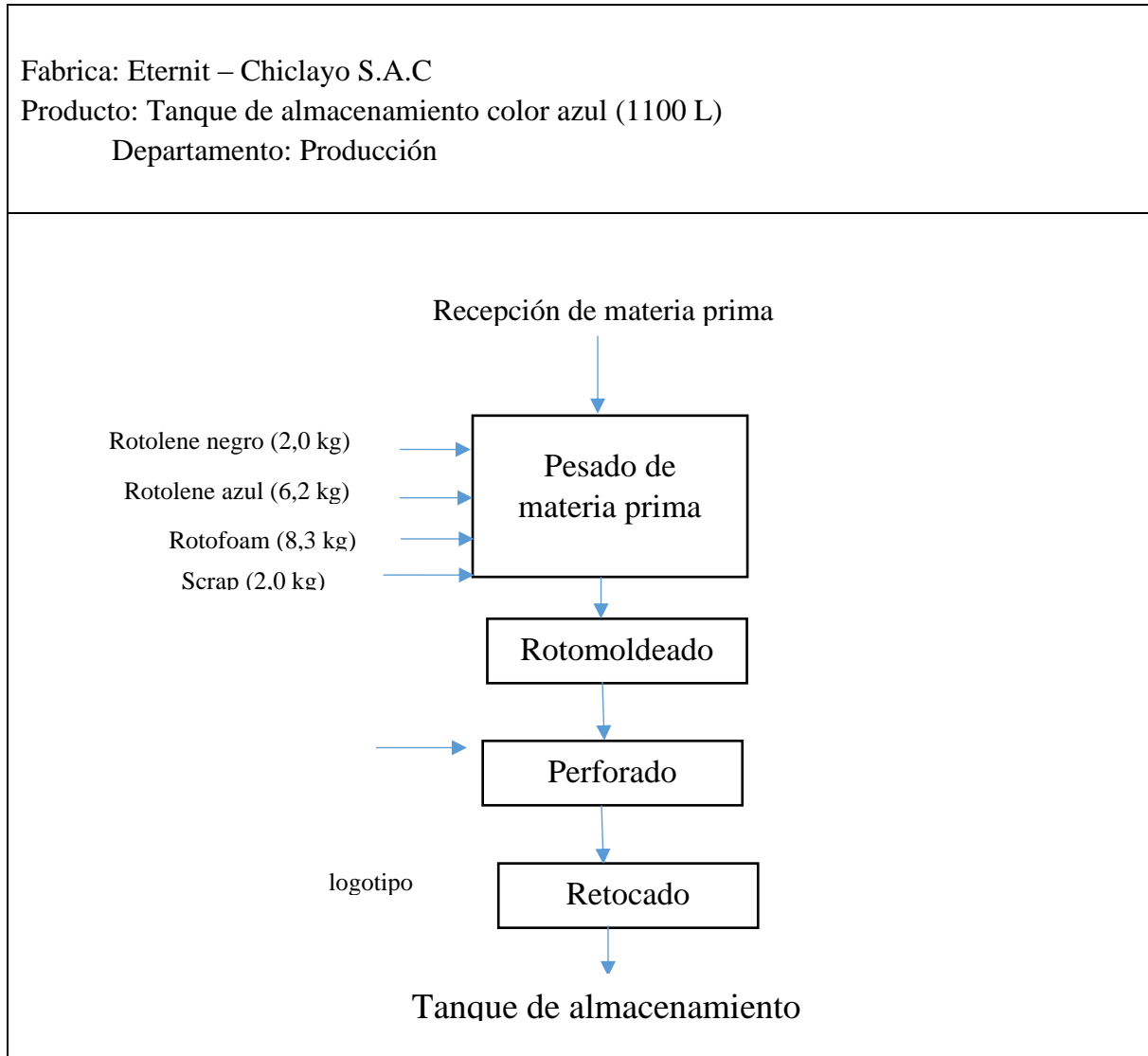


FIGURA N° 12 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLOR AZUL DE CAPACIDAD DE 1100 L

En la figura N°13 se detalla el proceso de producción de los tanques de almacenamiento de agua, en donde las materias primas son rotolene negro, rotolene azul, rotofoam (rotolene blanco) y scrap. Se tomó una muestra de la producción en el tiempo de investigación para tener un promedio de los pesos de la materia prima (Anexo N°7).

Fabrica: Eternit – Chiclayo S.A.C

Producto: Tanque de almacenamiento color azul (2500 L)

Departamento: Producción

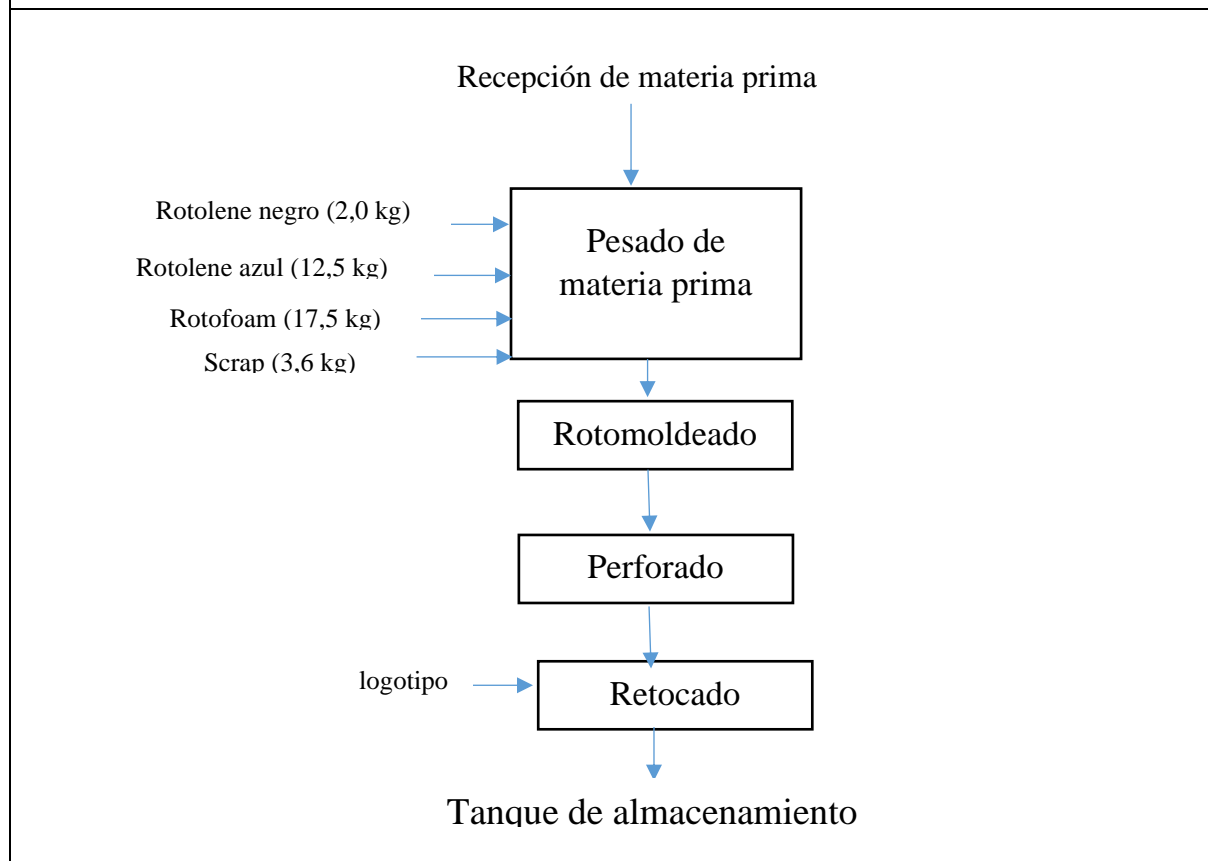


FIGURA N° 13 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLOR AZUL DE CAPACIDAD DE 2500 L

En la figura N°14 se detalla el proceso de producción de los tanques de almacenamiento de agua, en donde las materias primas son rotolene negro, rotofoam (rotolene blanco) y scrap. Se tomó una muestra de la producción en el tiempo de investigación para tener un promedio de los pesos de la materia prima (Anexo N°7).

Fabrica: Eternit – Chiclayo S.A.C

Producto: Tanque de almacenamiento color negro (600 L)

Departamento: Producción

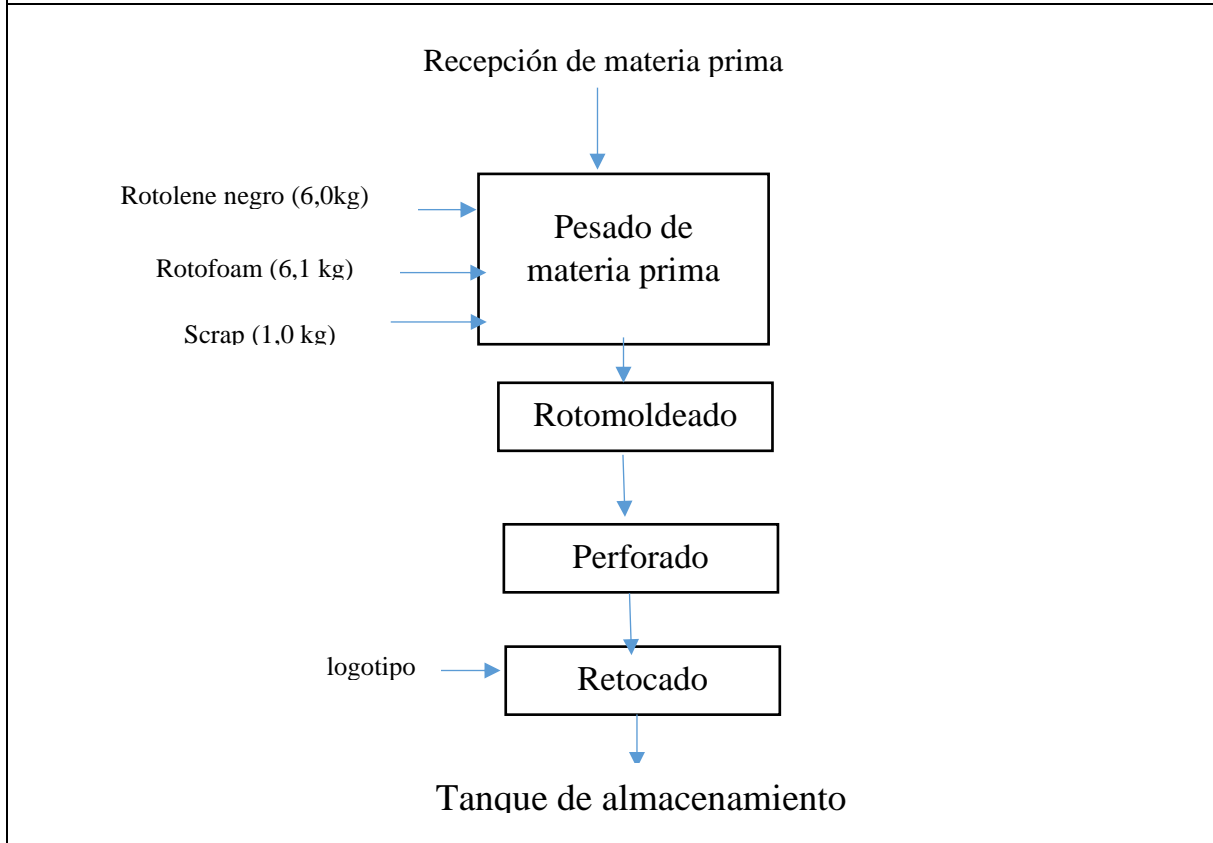


FIGURA N° 14 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLOR NEGRO DE CAPACIDAD DE 600 L

En la figura N°15 se detalla el proceso de producción de los tanques de almacenamiento de agua, en donde las materias primas son rotolene negro, rotofoam (rotolene blanco) y scrap. Se tomó una muestra de la producción en el tiempo de investigación para tener un promedio de los pesos de la materia prima (Anexo N°7).

Fabrica: Eternit – Chiclayo S.A.C
Producto: Tanque de almacenamiento color negro (1100 L)
Departamento: Producción

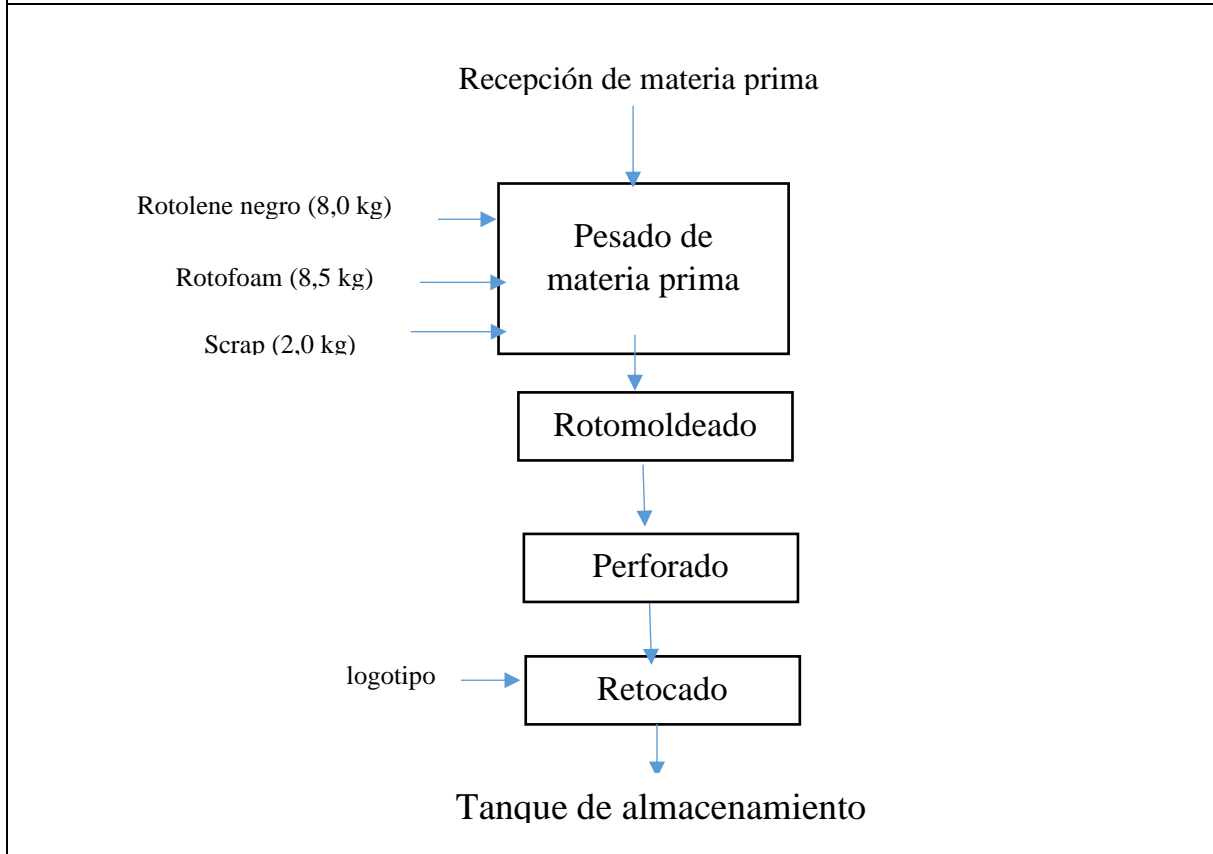


FIGURA N° 15 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLOR NEGRO DE CAPACIDAD DE 1100 L

En la figura N°16 se detalla el proceso de producción de los tanques de almacenamiento de agua, en donde las materias primas son rotolene negro, rotofoam (rotolene blanco) y scrap. Se tomó una muestra de la producción en el tiempo de investigación para tener un promedio de los pesos de la materia prima (Anexo N°7).

Fabrica: Eternit – Chiclayo S.A.C
Producto: Tanque de almacenamiento color negro (2500 L)
Departamento: Producción

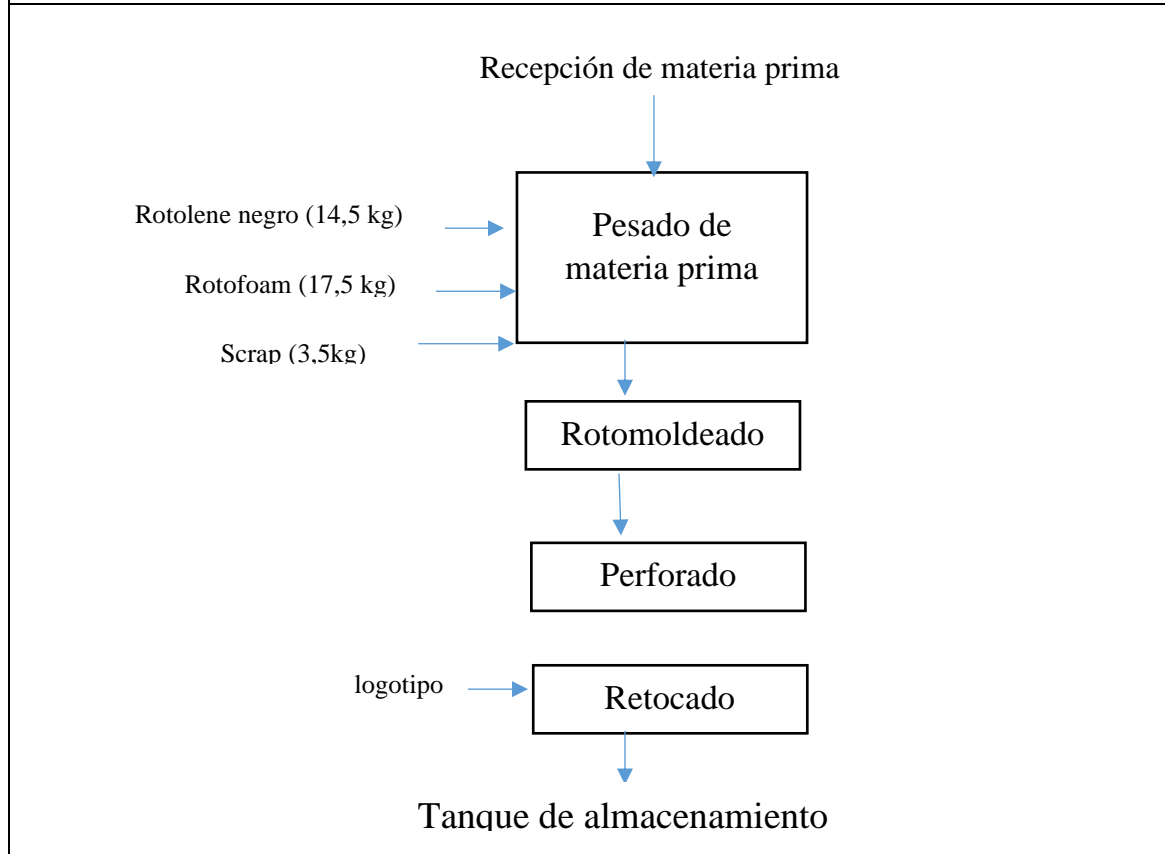


FIGURA N° 16 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE COLOR NEGRO DE CAPACIDAD DE 2500 L

En la figura N°17, se muestra el proceso de elaboración de tanques de almacenamiento, en donde se puede observar que la materia prima que se utiliza es el rotolene y scrap junto con los materiales fundamentales para que se lleve a cabo el proceso, sin embargo el peso de la materia prima que ingresa al proceso varía debido a que no se tiene un instrumento de medición adecuado para realizar esta actividad

3.2.5.3. Diagrama de operaciones del proceso:

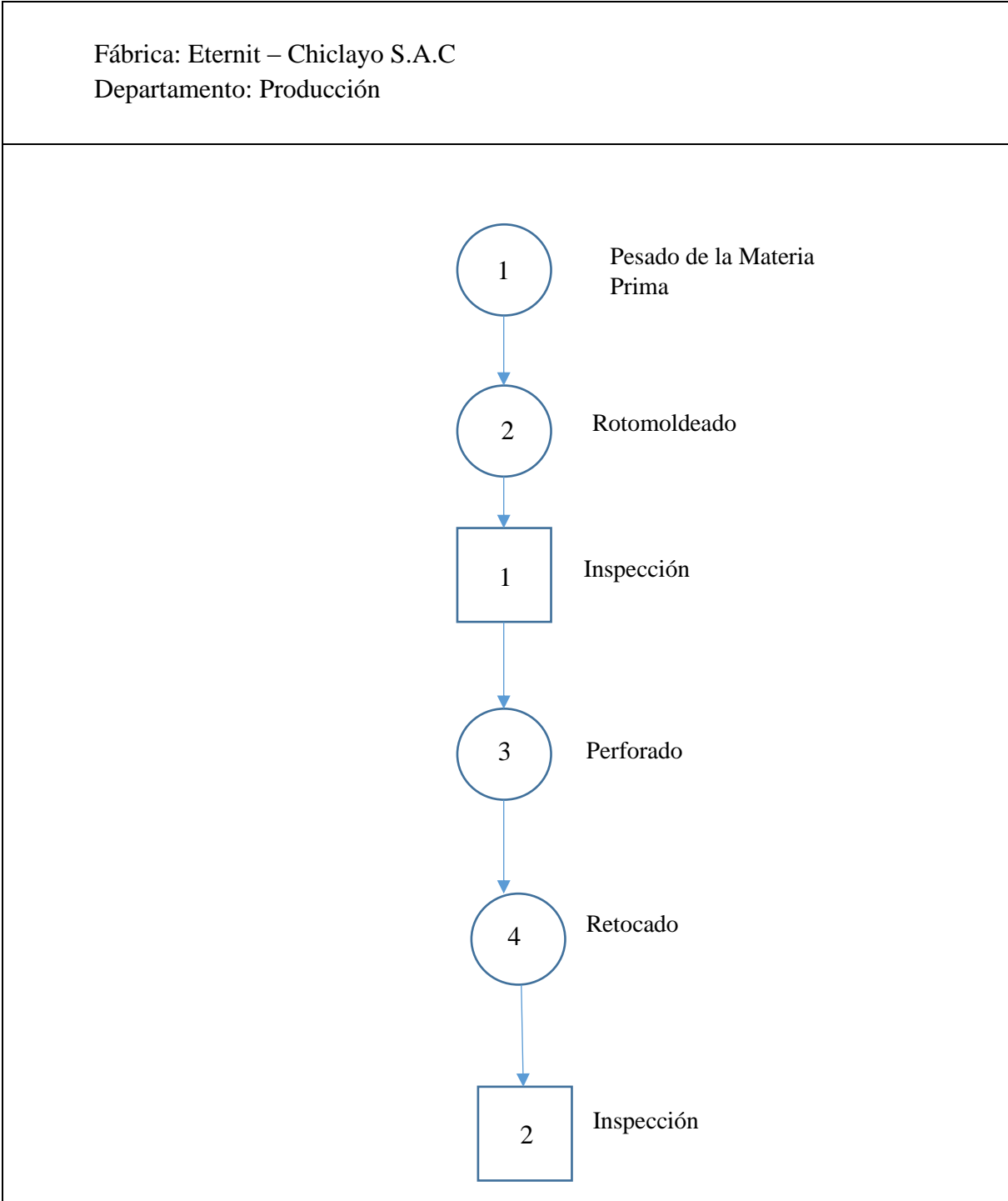


FIGURA N° 17 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES

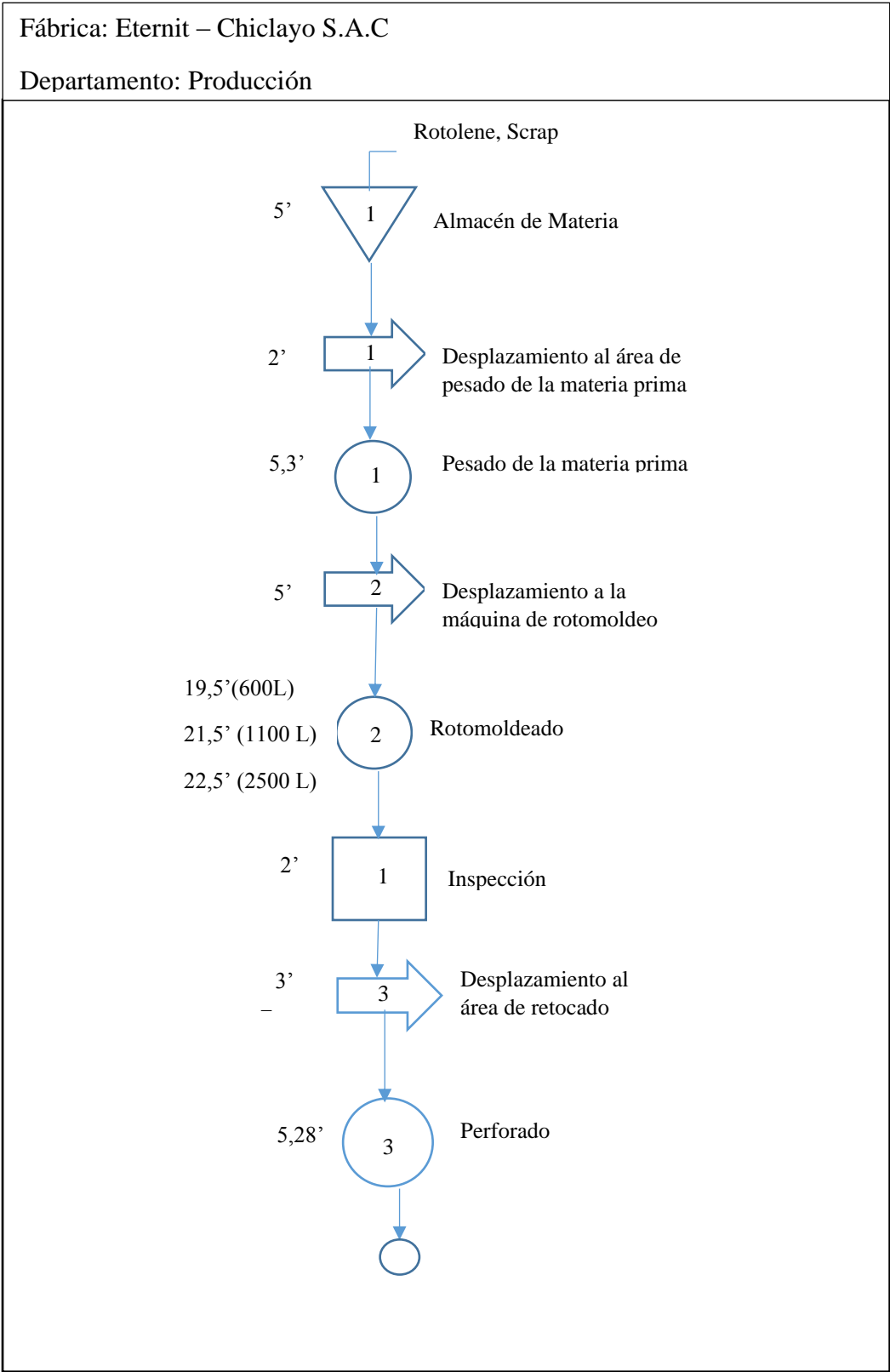
Fuente: Eternit S.A.C

TABLA N° 6 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE 600, 1100 Y 2500L

Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)	Tiempo (minutos)	Tiempo (minutos)
Operación	4	44,05	46,05	47,05
Inspección	2	4	4	4
Operación - inspección	0	0	0	0
Total	6	48,05	50,05	51,05

En la figura N°17 se observan las actividades necesarias para la elaboración de tanques, como se aprecia en la tabla N°6 se tienen 6 actividades siendo 4 operaciones y 2 inspecciones, teniendo un total de 48 minutos para la elaboración de tanques de 600 L, 50 minutos para la elaboración de tanques de 1100 L y 51 minutos para la elaboración de tanques de 2500 L (Ver anexo N° 1 y 2).

3.2.5.2 Diagrama de análisis de proceso



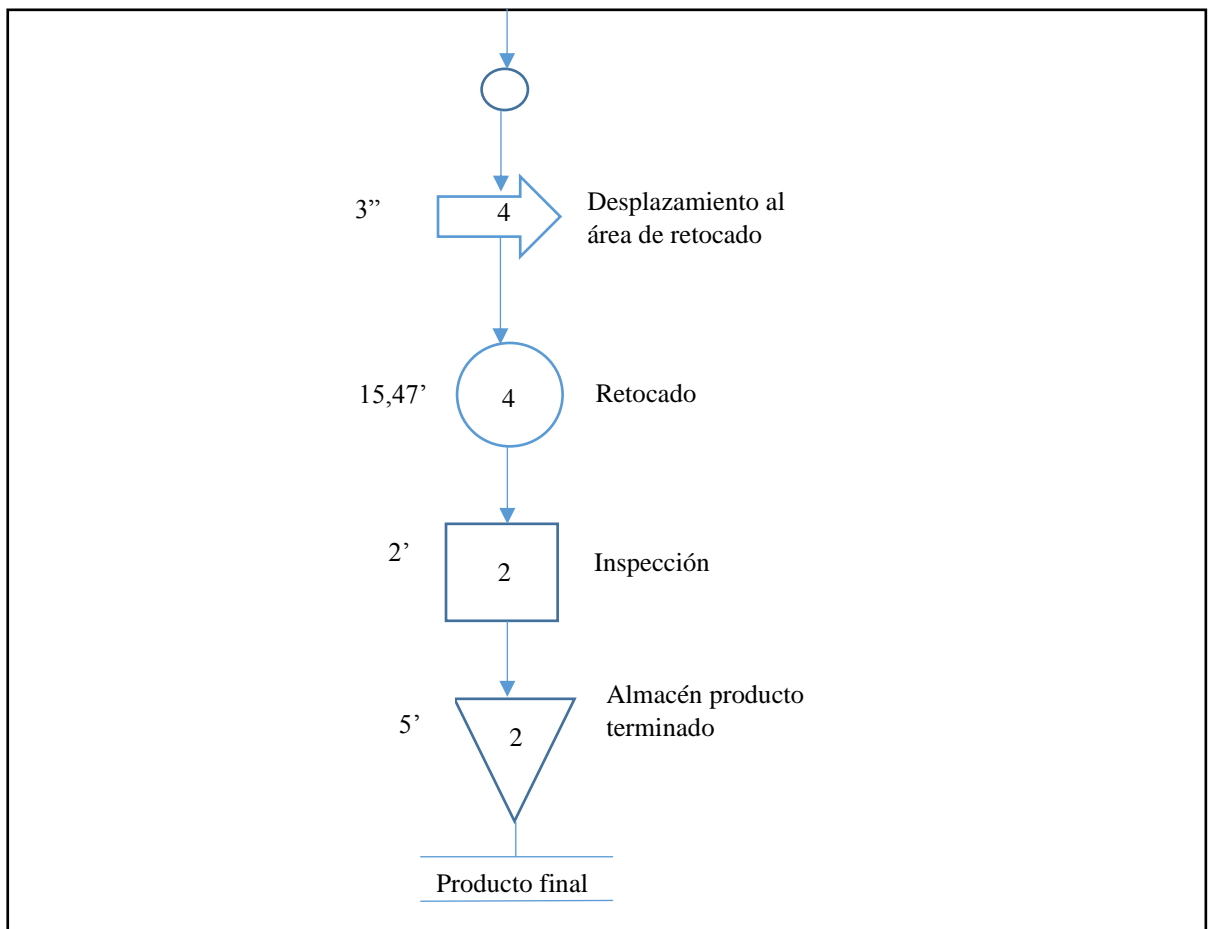


FIGURA N° 18 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Fuente: Eternit S.A.C

En la figura N°18 se logra observar los tiempos que emplea la empresa Eternit S.A.C – Chiclayo para producir un tanque de almacenamiento desde el transporte de la materias primas hasta el transporte al almacén de producto terminado, totalizando un promedio de 73,05 min (tanque de 600 L), 75,05 min (tanque de 1100 L) y 76,06 min (tanque de 2500 L), el detalle de estos valores se encuentran en la tabla N° 7.

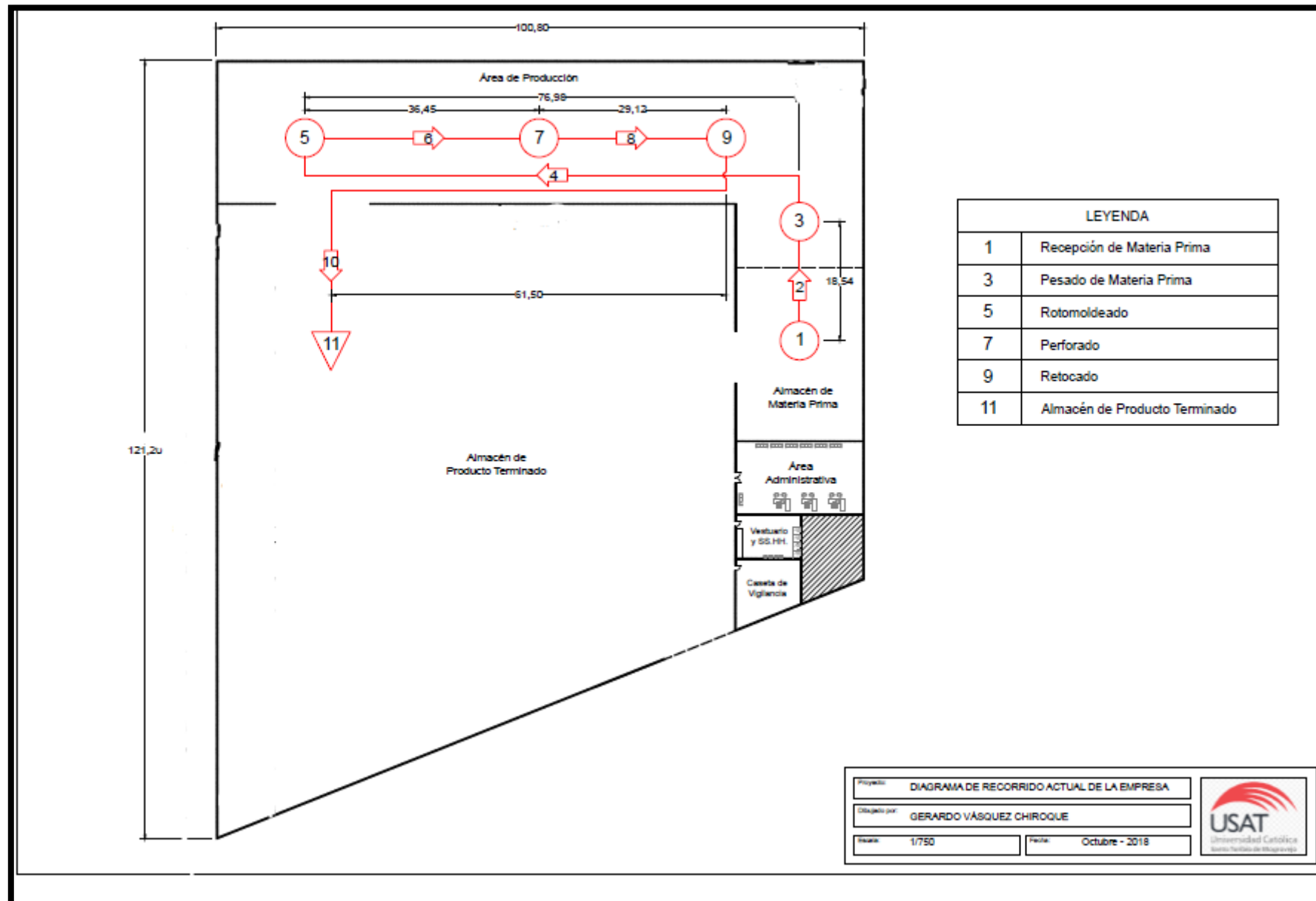


FIGURA N° 19 DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA EMPRESA ETERNIT – CHICLAYO S.A.C

La empresa Eternit S.A.C de la sede de Chiclayo cuenta con la distribución de planta mostrada anteriormente, se observa que del proceso de pesado de materia prima al rotomoldeado existe una distancia excesiva que se puede mejorar haciendo cambios en el layout de la empresa.

TABLA N° 7 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE 600 L, 1100 L Y 2500 L

Resumen				
Actividad	Cantidad	Tiempo 600 L (minutos)	Tiempo 1100 L (minutos)	Tiempo 2500 L (minutos)
Operación	4	45,55	47,55	48,55
Inspección	2	4	4	4
Operación - inspección	0	0	0	0
Transportes	4	13	13	13
Almacenamiento	2	10	10	10
Total	12	73,05	75,05	76,05

En la figura N°18 se muestran los tiempos generales estandarizados por la empresa necesarios para la elaboración de tanques de almacenamiento de 600 L, 1100 L y 2500 L, como se observa en la tabla N°7 se tiene un total de 12 actividades, conformadas por 4 operaciones, 2 inspecciones, la combinación de estas (operación e inspección) 0, 4 transportes y 2 actividades de almacenamiento. Todas estas actividades en un tiempo de 73,05 minutos, tal como se muestra en la tabla N°8. El tiempo de producción para los tanques de almacenamiento de 600 L, 1100 L y 2500 L son 73,05 minutos, 75,05 minutos y 76,05 minutos respectivamente. Para la toma de datos de estas operaciones se utilizó el método tradicional. (Anexo N°1, N°2)

$$\% \text{ Actividades productivas (operación)} = \frac{4 + 0 + 2}{4 + 2 + 0 + 4 + 2} * 100 = 50\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Actividades productivas (minutos)} &= \frac{45,55 + 0 + 10}{45,55 + 4 + 0 + 5,5 + 10} * 100 \\ &= 78,3 \% \end{aligned}$$

Como se observa a través de la aplicación de la fórmula de obtención de actividades productivas, este procesamiento tiene 50% de productividad en sus operaciones, a la vez en minutos corresponde a un 78,3% de actividades productivas.

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{4 + 2}{4 + 2 + 0 + 4 + 2} * 100 = 50\%$$

$$\% \text{ Actividades improductivas (minutos)} = \frac{5,5 + 0 + 4}{45,55 + 4 + 0 + 5,5 + 10} * 100 = 21,7 \%$$

Así mismo se obtiene 50% de actividades improductivas, estos dos resultados en su combinación completan el 100%, en minutos corresponde a un 21,7% de actividades improductivas.

3.4.6. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

3.4.6.1. Producción

Para poder establecer con exactitud la cantidad de producción entre los 3 tipos productos de la elaboración de tanques se tiene que realizar la suma de la producción de estas mismas, además en simultáneo se trabajan 2 tanques a la vez, debido a que la planta en Chiclayo cuenta con dos rotomoldeadoras. Se tiene en total 134 tanques/día. El tiempo del proceso de rotomoldeo es mayor a las demás etapas debido a esto se considerará como cuello de botella y se tomará en cuenta para obtener la producción diaria en la fábrica Eternit S.A.C.

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{ciclo}$$

Producción de tanques de 1100 L:

Teniendo en cuenta que si se trabaja en el cuello de botella (rotomoldeo) añadido un tiempo 1,5 min/und (Figura N°18) para preparar la máquina por cada unidad defectuosa que se presenta entonces la producción de tanques sería:

$$Producción\ (Tanques\ 1100\ L) = \frac{1440\ min/día}{21,5\ min/und} = 70\ tanques/día$$

Producción de tanques de 2500 L:

Teniendo en cuenta que si se trabaja en el cuello de botella (rotomoldeo) añadido un tiempo 1,5 min/und (Figura N°18) para preparar la máquina por cada unidad defectuosa que se presenta entonces la producción de tanques sería:

$$Producción\ (Tanques\ 2500\ L) = \frac{1440\ min/día}{22,5\ min/und} = 64\ tanques/día$$

3.4.6.2. Productividad:

Este indicador nos permitirá medir la relación entre la cantidad de productos terminados y la cantidad de materia prima empleada para dicha elaboración.

Productividad de materiales: Como se observa en el siguiente cálculo se obtiene que se procesan 3601,09 kg al día, para obtener el valor anterior se necesita el peso de la materia prima de los tanques de 2500 L y 1100 L que se obtienen del anexo N°6 y 7, obteniendo al día 134 tanques al día.

$$P_{\text{materiales}} = \frac{70 \text{ tanques/día} + 64 \text{ tanques/día}}{\left(70 \frac{\text{tanques}}{\text{día}} * 18,635 \frac{\text{kg}}{\text{tanque}}\right) + \left(64 \frac{\text{tanques}}{\text{día}} * 35,885 \frac{\text{kg}}{\text{tanque}}\right)}$$

$$P_{\text{materiales}} = \frac{134 \text{ tanques/día}}{3601,09 \text{ kg/día}} = 0,036 \frac{\text{tanques}}{\text{kg}} = 27,78 \text{ kg/tanque}$$

La productividad en la elaboración de los tanques es de 0,036 tanques/kg o 27,78 kg/tanque.

Productividad de mano de obra: Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario, con relación a la materia prima que sale del proceso, como se observa, se obtiene que se procesarán 16,75 por día por operario.

$$P_{\text{mano de obra}} = \frac{134 \text{ tanques/día}}{8 \text{ operarios}} = 16,75 \text{ tanques/operario x día}$$

La productividad de mano de obra es de 16,75 tanques/operario x día, en las línea de producción.

Productividad económica: Este cálculo permite establecer que se tiene un costo de producción.

3.4.6.1. Eficiencia Física:

Para calcular la eficiencia física se procedió a calcular las salidas, que viene a ser el producto terminado en kilogramos (tabla N°2) y las entradas, que viene a ser la materia prima que ingresó para realizar el producto terminado (Anexo N°6,7). Entonces, al tener 3 tipos de tanques se tendrá 3 eficiencias por cada tipo de tanque.

$$Eficiencia = \frac{\text{Peso del producto terminado}}{\text{Peso de la materia prima}}$$

Eficiencia tanques de 2500 L

$$Eficiencia_{2500 L} = \frac{34 \text{ kg /tanque}}{35,885 \text{ kg/tanque}} = 0,9475$$

Esto indica que por cada 1 kg de materia prima, su aprovechamiento útil es del 94,75%.

Eficiencia tanques de 1100 L

$$Eficiencia_{1100 L} = \frac{17 \text{ kg/tanque}}{18.635 \text{ kg/tanque}} = 0,9123\%$$

Esto indica que por cada 1 kg de materia prima, su aprovechamiento útil es del 91,23%.

Eficiencia tanques de 600 L

$$Eficiencia_{600 L} = \frac{11 \text{ kg/tanque}}{13,32 \text{ kg/tanque}} = 0,8258$$

Esto indica que por cada 1 kg de materia prima, su aprovechamiento útil es del 82,58%.

3.4.6.3. Capacidad

Capacidad de diseño

La capacidad máxima teórica que la empresa tiene es de 214 tanques por día., que está representada por la máquina rotomoldeadora, debido a que esta operación representa el cuello de botella de la fabricación de tanques dentro de la empresa.

$$\text{Capacidad de diseño} = 214 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Capacidad efectiva o real

La capacidad real con la que la empresa trabaja actualmente y que espera alcanzar es de 134 tanques por día

$$\text{Capacidad real} = 134 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Capacidad Ociosa

La capacidad que la empresa no está aprovechando es de 80 tanques al día

$$\text{Capacidad ociosa} = 214 \frac{\text{tanques}}{\text{día}} - 134 \frac{\text{tanques}}{\text{día}} = 80 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Capacidad Utilizada

Para calcular este indicador se tiene la capacidad de diseño de la rotomoldeadora con relación a la capacidad real de la máquina, y tal como se muestra en la fórmula se tiene una utilización de 62,61%.

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{134 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}}{214 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}} \times 100 = 62,61\%$$

3.4.7. Mantenimiento Actual en Eternit S.A.C – Chiclayo.

A. Adquisición de repuestos y mantenimiento correctivo

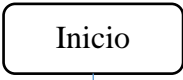
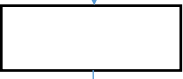


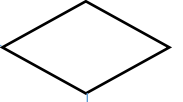
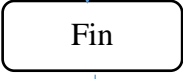
La adquisición de repuestos y mantenimiento correctivo inicia cuando el área de producción detecta la falla en una máquina, la cual puede provocar una parada temporal de la línea de producción. Posteriormente el área de producción solicita su requerimiento mediante un correo al área de logística con copia al jefe de producción, en el caso que el área de logística tenga el repuesto requerido en almacén proporciona al área solicitante dicha pieza. Por otro lado, en caso no lo tenga, debe de realizar las cotizaciones

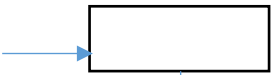
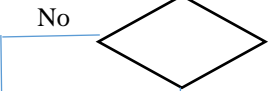
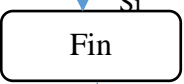

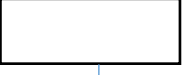

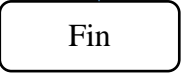
respectivas a los proveedores, y así analizar las propuestas y poder elegir la más adecuada en base a los precios y características técnicas. Esta es enviada al área administrativa vía correo, quien dará el visto bueno para la respectiva compra. Al momento que el requerimiento se encuentra en almacén se le comunica al área de producción para su posterior entrega, la cual finalmente es enviada a dicha área.

Cuando el repuesto se encuentra en el área de producción, esta se le entrega al operario de rotomoldeo presente en dicha área para que haga el cambio y reparación de dicha máquina.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de adquisición de repuestos y la aplicación del mantenimiento correctivo, describiendo la actividad realizada y su responsable.

TABLA N° 8 DIAGRAMA DE FLUJO DE ADQUISICIÓN DE REPUESTOS Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN ETERNIT S.A.C

Diagrama de Flujo	Descripción de la actividad	Responsable
	La máquina rotomoldeadora presenta fallas y requiere reparación	
	Se comunica verbalmente del daño al personal encargado (Jefe de producción)	Operario de Rotomoldeado
	Dependiendo del criterio del jefe de producción, el mantenimiento se ejecuta inmediatamente o se aplaza.	Jefe – Supervisor de producción
	Se inicia el mantenimiento correctivo de la máquina	Operario de Rotomoldeo
	¿Se necesita un repuesto o suministro?	
	Se culmina el mantenimiento correctivo	Operario de Rotomoldeo

	<p>El repuesto se solicita vía correo por el jefe de producción Al Almacén, con copia a Administración</p>	<p>Jefe – Supervisor de Producción</p>
	<p>¿El repuesto se encuentra en Almacén?</p>	<p>Almacén</p>
	<p>Se culmina el mantenimiento correctivo</p>	<p>Operario de Rotomoldeo</p>
	<p>El área de Logística se encarga de buscar el repuesto en su ciudad o por cotizaciones, con copia a producción y eligen la más adecuada.</p>	<p>Almacén</p>
	<p>Gerencia Administrativa aprueba este requerimiento</p>	<p>Área administrativa</p>
	<p>Al efectuar la compra, el repuesto llega a la planta de producción y es entregado al operario de rotomoldeo para lo cual se requirió</p>	<p>Jefe – Supervisor de Producción Operario de Rotomoldeo</p>
	<p>Se culmina el mantenimiento correctivo</p>	<p>Operario de Rotomoldeo</p>

3.5. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

3.5.1 Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción

Dentro de la fábrica Eternit S.A.C existen muchas causas por las cuales existen un alto número de productos defectuosos, desde enero del 2016 hasta diciembre de 2017 en promedio existe un 9,72% de productos defectuosos con respecto a la producción total en este periodo de tiempo (Véase tabla N°8).

En la siguiente tabla N°9 se muestra la producción total de tanques, los productos defectuosos que se obtuvieron desde enero del 2016 a diciembre del 2017 y las pérdidas económicas que dejan estos productos defectuosos, en el año 2016 se totalizaron 2660 tanques defectuosos que representa el 8,72% de la producción total que corresponde a un total de S/. 85 272,45 de pérdidas económicas. En el año 2017 se totalizaron 3237 tanques defectuosos que representa el 10,73% de la producción total que corresponde a un total de S/. 111780,11 de pérdidas económicas, en total al término del tiempo de investigación se obtuvo S/197052,6 de pérdidas económicas por productos defectuosos. Estos productos defectuosos ya no ingresan a reproceso y se considera como desperdicio o reciclaje

TABLA N° 9 PRODUCCIÓN TOTAL Y PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN LA FÁBRICA ETERNIT – CHICLAYO

Año	Mes	Producción total	Productos defectuosos	%	Pérdidas Económicas
2016	Enero	2 647	231	8,7	S/ 7 405,24
	Febrero	2 945	340	11,5	S/ 10 899,49
	Marzo	2 853	242	8,5	S/ 7 757,87
	Abril	2 743	138	5,0	S/ 4 423,91
	Mayo	2 643	257	9,7	S/ 8238,73
	Junio	2 743	174	6,3	S/ 5 577,97
	Julio	2 643	104	3,9	S/ 3 333,96
	Agosto	2 956	158	5,3	S/ 5 065,06
	Septiembre	2 313	174	7,5	S/ 5 577,97
	Octubre	2 134	245	11,5	S/ 7 854,04
	Noviembre	2 010	323	16,1	S/ 10 354,51
	Diciembre	1 874	274	14,6	S/ 8 783,70
	TOTAL	30 504	2 660	8,72	S/ 85 272,45
2017	Enero	2 456	184	7,5	S/ 6 353,89
	Febrero	2 642	374	14,2	S/12 914,97
	Marzo	2 313	313	13,5	S/ 10 808,52
	Abril	2 743	303	11,0	S/ 10 463,20
	Mayo	2 794	174	6,2	S/ 6 008,57
	Junio	2 893	247	8,5	S/ 8 529,41
	Julio	2 567	243	9,5	S/ 8 391,28
	Agosto	2 256	321	14,23	S/ 11 084,77
	Septiembre	2 465	352	14,28	S/ 12 155,27
	Octubre	2 357	256	10,86	S/ 8 840,19
	Noviembre	2 047	265	12,95	S/ 9 150,98
	Diciembre	2 631	205	7,79	S/ 7 079,06
	TOTAL	30 164	3 237	10,73	S/111 780,11
TOTAL		60668	5 897	9,72	S/ 197052,6

Fuente: Eternit S.A.C

El costo de producir tanque es de S/ 50, 44 soles (tanques de 2500 L), S/ 32, 79 soles (tanques de 1100 L), S/ 27,33 (tanques de 600 L), para el costo de materia se tiene S/. 1 por cada kg de resina de material, para la mano de obra se obtuvo a partir de la productividad de los operarios que es 16,75 tanques/día multiplicado por su costo de jornal que son S/ 50 y por la electricidad la empresa Eternit consume por sus 2 rotonoldeadora 18 kWh esta información es proporcionada por la fábrica, los productos

defectuosos no ingresan a reproceso son desechados y utilizado como reciclaje, la tarifa del kwh en Perú es de S/ 0,55.

TABLA N° 10 COSTO DE PRODUCCIÓN DE UN TANQUE.

	Materia prima	Mano de obra	Electricidad	Total
Tanque de 600 L	S/.13,50	S/.3,00	S/. 10,73	S/.27,23
Tanque de 1100 L	S/.19,04	S/3,00	S/10,75	S/32,79
Tanque de 2500 L	S/.36,19	S/.3,00	S/.11,25	S/.50,44
PROMEDIO				S/. 36,82

Fuente: Eternit S.A.C

A continuación en la tabla N°11 se presenta un resumen de los problemas anteriormente mencionados: inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora, mala composición de la materia prima y falla en la máquina rotomoldeadora y sus causas

TABLA N° 11 PROBLEMA Y CAUSAS DE LOS PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN LA EMPRESA ETERNIT.S.A.C

Problema	Problema de Producción	Causas
Productos Defectuosos	-Inadecuada calibración de la maquinaria rotomoldeadora	Personal poco capacitado
	-Mala composición de la materia prima	Falta de equipo de medición
	-Falla en la máquina rotomoldeadora	Falta de mantenimiento de máquina rotomoldeadora

Fuente: Eternit S.A.C

En la tabla N°12 se aprecia el total de productos defectuosos desde enero del 2016 a diciembre del 2017 y las causas principales por las cuales se presentan productos defectuosos en la fábrica Eternit en Chiclayo siendo la más representativa la mala composición de la materia prima.

TABLA N° 12 CAUSAS DE LOS PRODUCTOS DEFECTUOSOS DESDE ENERO 2016 A DICIEMBRE DE 2017

Causa	Frecuencia (2016)	Frecuencia Porcentual	Frecuencia (2017)	Frecuencia Porcentual
Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	441	15,49%	680	20,61%
Mala composición de la materia prima	1942	73,01%	2245	69,35%
Falla de la máquina rotomoldeadora	277	10,41%	312	9,64%
TOTAL	2660	100%	3237	100%

Fuente: Eternit S.A.C

3.5.1.1. Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora

Se cuenta con una inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora debido a que el operario no cuenta con los conocimientos necesarios para realizarlo.

Esto se evidencia debido a que cuando la temperatura de servicio medida por el operario con ayuda de un medidor de temperatura láser, supera o está por debajo a la temperatura de trabajo establecida (la cual debe estar en el rango de 110 a 120°C), los operarios desconocen la forma de resolver el problema y ven como única solución apagar el equipo (debido a que si no está en el rango adecuado puede generar accidentes laborales y/o productos defectuosos) y llamar inmediatamente al jefe de planta. El jefe de planta, por su parte, demora tiempo en llegar debido a que tiene ciertas funciones propias y al llegar en muchas oportunidades no puede resolver el problema y tiene que llamar a una empresa externa para dar solución.

Lo anteriormente comentado ocasiona pérdidas de materia prima debido a que el tanque obtenido producto de esta inadecuada calibración por parte de los operarios, queda mermado por ser defectuoso. Además, incurre en una pérdida de tiempo y dinero por tanques que no logran ser entregados al mercado. Asimismo, en el anexo 10, se realizó una encuesta en donde todos los operarios afirman no saber qué hacer ante alguna falla.

En la tabla N°13 se presentan las pérdidas económicas debido a la inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora en la empresa Eternit S.A.C totalizando S/.36 318 soles desde enero del 2016 a diciembre del 2017, los datos de cantidad se obtuvieron de la tabla N°12 y los costos unitarios de la tabla N°10

TABLA N° 13 PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEBIDO AL INADECUADA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo (S/)
Año 2016			
600 L	258	S/ 27,23	S/ 7 025,34
1100 L	132	S/ 32,79	S/ 4 328,28
2500 L	51	S/ 50,44	S/ 2572,44
Total	441		S/ 13 926,06
Año 2017			
600 L	386	S/ 27,23	S/ 10 510,78
1100 L	167	S/ 32,79	S/ 5 475,93
2500 L	127	S/ 50,44	S/ 6 405,88
Total	680		S/ 22 392,09
Total			S/ 36 318.15

En la tabla N°14 se muestran los ingresos dejados de percibir desde enero del 2016 a diciembre del 2017 debido al inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora que llegaron a ser S/. 95 395.00 soles.

TABLA N° 14 INGRESOS DEJADOS DE PERCIBIR EN EL PERIODO (ENERO 2016 – DICIEMBRE 2017) DEBIDO AL INADECUADA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA

	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo (S/.)
Año 2016			
600 L	258	S/. 75,00	S/. 19 350.00
1100 L	132	S/. 95,00	S/. 12 540.00
2500 L	51	S/. 105,00	S/.5 355,00
Total	441		S/. 37 245.00
Año 2017			
600 L	386	S/. 75,00	S/. 28 950.00
1100 L	167	S/. 95,00	S/. 15 865.00
2500 L	127	S/. 105,00	S/. 13 335,00
Total	680		S/. 58 150.00
Total			S/. 95 395,00

- **Propuesta de Solución**

- ✓ Implementar un plan de capacitación sobre funcionamiento y control en la máquina rotomoldeadora de la empresa Eternit S.A.C

3.5.1.2. Mala composición de la materia prima

Se ha identificado que no se cuenta con un equipo de medición adecuado para realizar esta actividad que es la principal causa de la producción de productos defectuosos.

En la tabla N°15 – N° 19 se aprecia la composición correcta por materia prima que deben tener los tanques para su adecuada elaboración con un margen de error de $\pm 0,1$ kg por cada tipo de materia prima, si se agrega más o menos materia prima el tanque presentará defectos ya que la máquina rotomoldeadora está programada para que procese las cantidades que se mencionan en la siguiente tabla, se pudo observar que existe una variación en el peso de estas materias primas debido que no existe un equipo de medición para que puedan realizar esta actividad, además se muestra la composición real que permite ver la diferencia de estas materias primas. (Ver anexo N°7)

En la tabla N°15 muestra un cuadro comparativo de la cantidad correcta que debe ingresar de rotolene negro por cada tipo de tanque y la cantidad real que ingresa se puede apreciar que existe una variación mayor a la permitida que es $\pm 0,1$ kg en los tanques negros de 1100 L y 2500 L

TABLA N° 15 DIFERENCIA DE PESOS ENTRE LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DE LA MATERIA PRIMA ROTOLENE NEGRO PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

	Mezcla correcta y real de rotolene negro para tanques (kg)					
	600 L		1100 L		2500 L	
	Azul	Negro	Azul	Negro	Azul	Negro
Rotolene Negro (Correcta) (Margen ± 0,1 kg)	1,0	6,0	2,0	8,0	2,0	14,50
Rotolene Negro (REAL)	1,04	6,08	2,03	8,16	2,03	14,71

En la tabla N°16 muestra una comparación de la cantidad correcta que debe ingresar de rotolene azul por cada tipo de tanque y la cantidad real que ingresa se puede apreciar que no existe una variación mayor a la permitida que es $\pm 0,1$ kg en todos los casos.

TABLA N° 16 DIFERENCIA DE PESOS ENTRE LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DE LA MATERIA PRIMA ROTOLENE AZUL PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

	Mezcla correcta y real de rotolene azul para tanques (kg)					
	600 L		1100 L		2500 L	
	Azul	Negro	Azul	Negro	Azul	Negro
Rotolene azul (Correcta) (Margen ± 0,1 kg)	5,0		6,20		12,50	
Rotolene Azul (REAL)	5,08		6,23		12,55	

En la tabla N°17 muestra una comparación de la cantidad correcta que debe ingresar de rotolene blanco por cada tipo de tanque y la cantidad real que ingresa, se puede apreciar que existe una variación mayor a la permitida que es $\pm 0,1$ kg en los tanques de 2500 L (negro y azul)

TABLA N° 17 DIFERENCIA DE PESOS ENTRE LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DE LA MATERIA PRIMA ROTOLENE BLANCO PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

	Mezcla correcta y real de rotolene blanco para tanques (kg)					
	600 L		1100 L		2500 L	
	Azul	Negro	Azul	Negro	Azul	Negro
Rotolene Blanco (Margen ± 0,1 kg)	6,10	6,10	8,30	8,50	17,50	17,50
REAL	6,18	6,18	8,23	8,56	17,7	17,70

En la tabla N°18 muestra una comparación de la cantidad correcta que debe ingresar de scrap por cada tipo de tanque y la cantidad real que ingresa se puede apreciar que no existe una variación mayor a la permitida que es $\pm 0,1$ kg.

TABLA N° 18 DIFERENCIA DE PESOS ENTRE LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DE LA MATERIA PRIMA SCRAP PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

	Mezcla correcta y real de scrap para tanques (kg)					
	600 L		1100 L		2500 L	
	Azul	Negro	Azul	Negro	Azul	Negro
Scrap (Margen ± 0,1 kg)	1,0	1,0	2,0	2,0	3,50	3,50
REAL	1,04	1,04	2,03	2,03	3,54	3,54

En la tabla N°19 muestra una comparación de la cantidad correcta que debe ingresar de scrap por cada tipo de tanque y la cantidad real que ingresa se puede apreciar que existe una variación mayor a la permitida que es $\pm 0,1$ kg en todos los casos.

TABLA N° 19 DIFERENCIA DE PESOS ENTRE LA MEZCLA CORRECTA Y REAL DEL TOTAL DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE TANQUES EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

	Mezcla correcta y real de materias primas para tanques (kg)					
	600 L		1100 L		2500 L	
	Azul	Negro	Azul	Negro	Azul	Negro
Total (Correcto) (Margen ± 0,3 kg)	13,10	13,10	18,50	18,50	35,50	35,50
Total (Real)	13,34	13,3	18,52	18,75	35,82	35,95

Fuente: Eternit S.A.C

Como se pudo observar en las tablas N°15 a N°19 existe una variación entre las especificaciones de los pesos de las materias primas que es de $\pm 0,1$ kg y los pesos reales para ello es necesario utilizar herramientas estadísticas de calidad como lo son los histogramas. Estos histogramas ayudarán a saber con exactitud si existen materias primas que estén por fuera de las especificaciones de la empresa, los pesos tomados fueron extraídos del anexo N°6.

Los siguientes datos de calidad pertenecen para el tanque negro de 2500 L, el primer histograma es de Rotolene negro, rotolene blanco y scrap respectivamente.

TABLA N° 20 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 14,709</p> <p>Mediana = 14,748</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 14,748.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es mayor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN</p> <p>Desviación Estándar = 0,221</p> <p>RANGO = 0,81</p> <p>LS= 15,372</p> <p>LC= 14,748</p> <p>LI= 14,085</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $14,748 \pm 0,663$ (15,372 kg a 14,085 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $14,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene negro. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,663 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $14,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 5 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

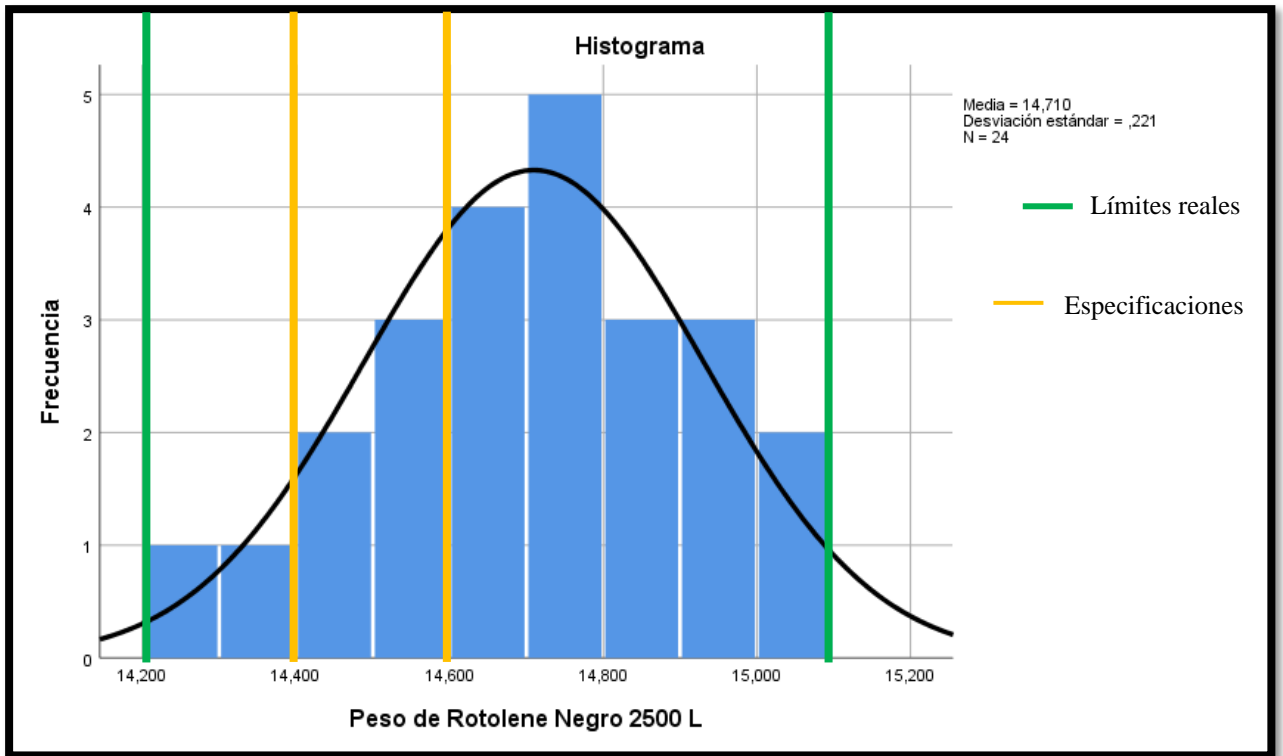


FIGURA N° 20 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO DE 2500 L) (KG)

TABLA N° 21 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 17,70 kg Mediana = 17,67 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 17,67 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo bimodal donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,258 Rango = 0,85 LS= 18,473 LC= 17,70 LI= 16,925</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $17,7 \pm 0,774$ (18,473 kg a 16,925 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $17,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene blanco fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene blanco. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,774 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $17,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 7 cumplieron con las especificaciones de la empresa.</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

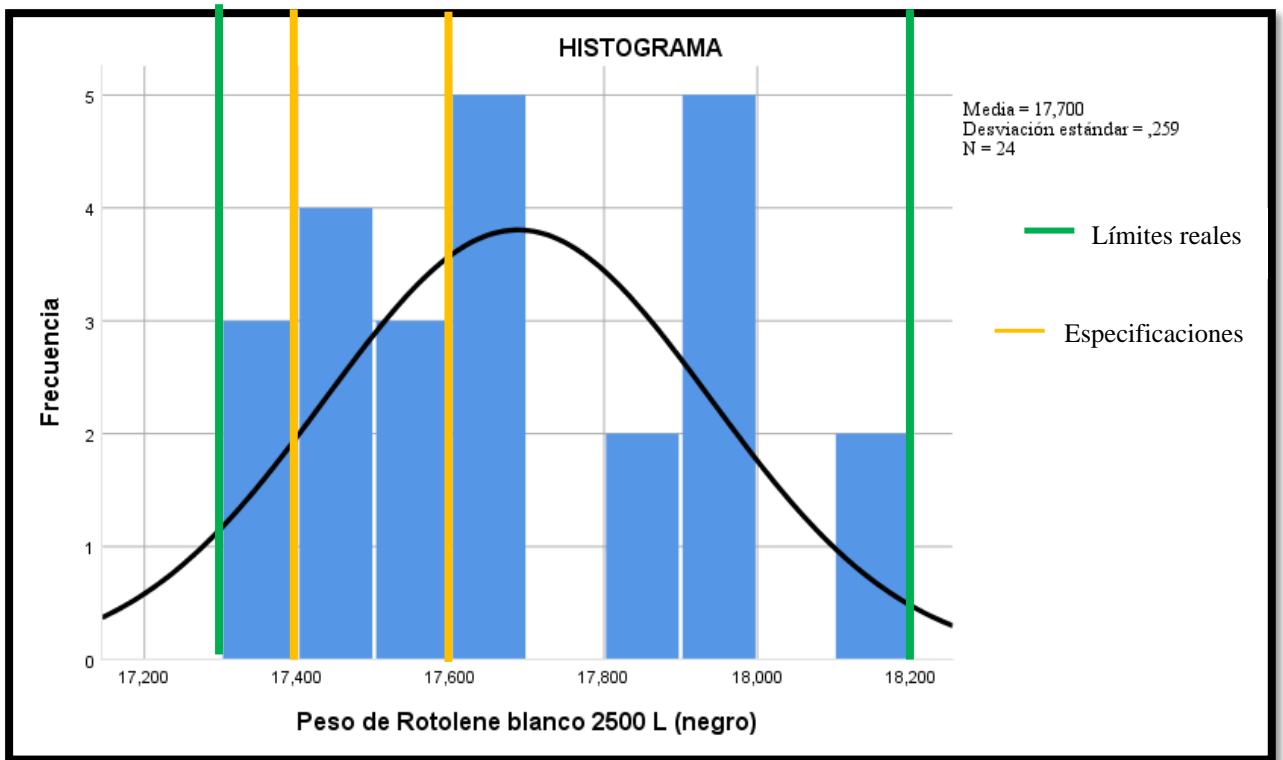


FIGURA N° 21 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO DE 2500 L) (KG)

TABLA N° 22 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE NEGRO 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 3,539 kg Mediana = 3,537 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 3,537 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con mucha variabilidad donde la mediana es mayor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN</p> <p>Desviación Estándar = 0,18 Rango = 0,748 LS= 4,08 LC= 3,54 LI= 3,0</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $3,54 \pm 0,54$ (4,08 kg a 3,0 kg). La amplitud del es mayor a la especificación de la empresa que es $3,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el scrap fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,54 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $3,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 17 cumplieron con las especificaciones de la empresa.</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

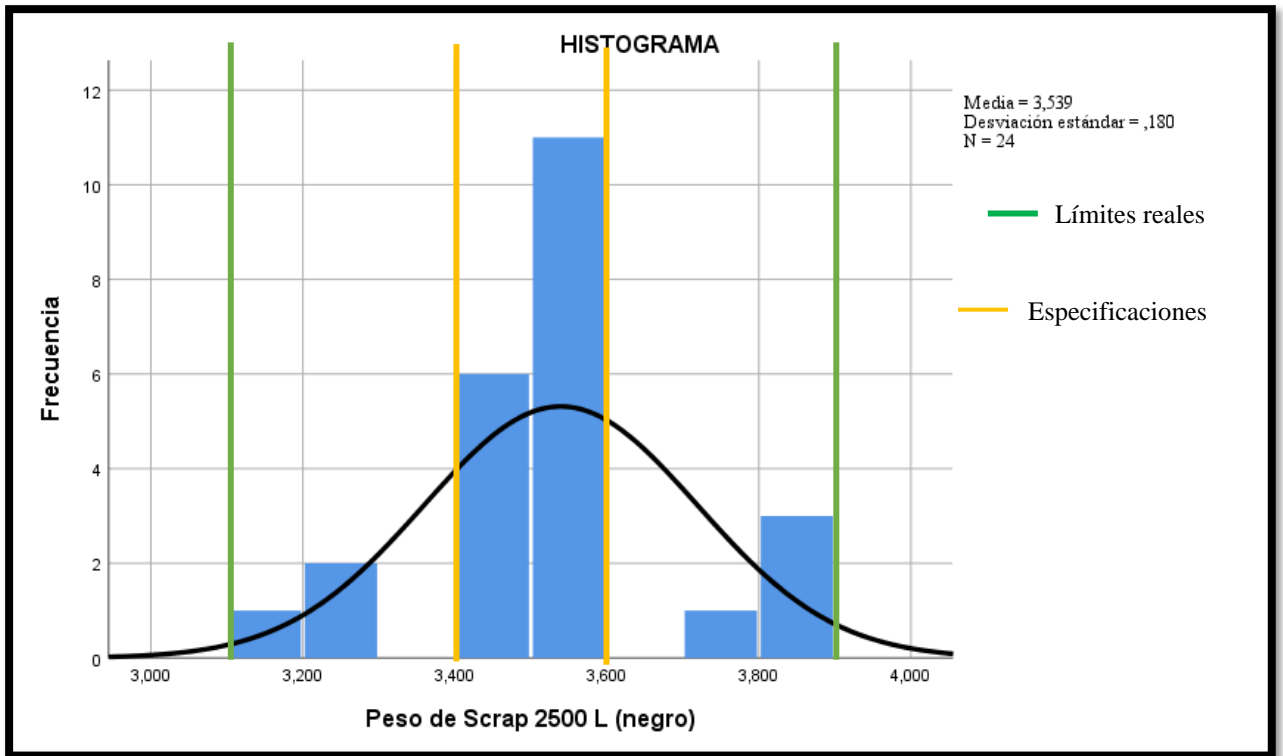


FIGURA N° 22 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE NEGRO DE 2500 L) (KG)

Los siguientes histogramas pertenecen a las materias primas para la elaboración de tanques negros de 1100 L, se comenzará con el rotolene negro, rotolene blanco y finalmente el scrap

TABLA N° 23 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 8,155 kg Mediana = 8,057 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 8,057 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con mucha variabilidad donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,311 Rango = 1,204 LS= 9,088 LC= 8,155 LI= 7,222</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $8,155 \pm 0,933$ (9,088 kg a 7,222 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $8 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene negro para tanques negros de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,933 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $8 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 12 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

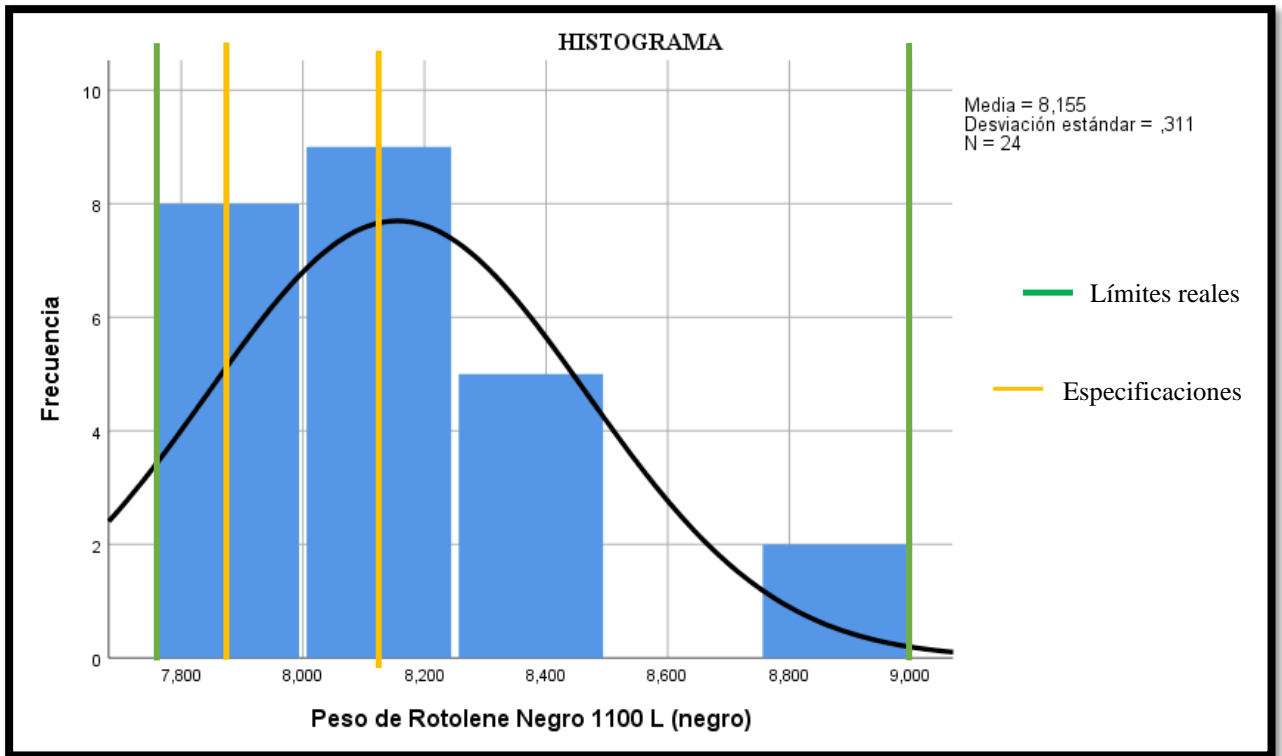


FIGURA N° 23 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO DE 1100 L) (KG)

TABLA N° 24 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 8,557 kg Mediana = 8,55 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 8,55 kg.</p>	<p>El proceso está centrado con mucha variabilidad donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN</p> <p>Desviación Estándar = 0,148 RANGO = 0,624 LS= 15,372 LC= 14,748 LI= 14,085</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $8,557 \pm 0,444$ (9,001 kg a 8,113 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $8,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene blanco para tanques negro de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,444 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $8,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 13 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

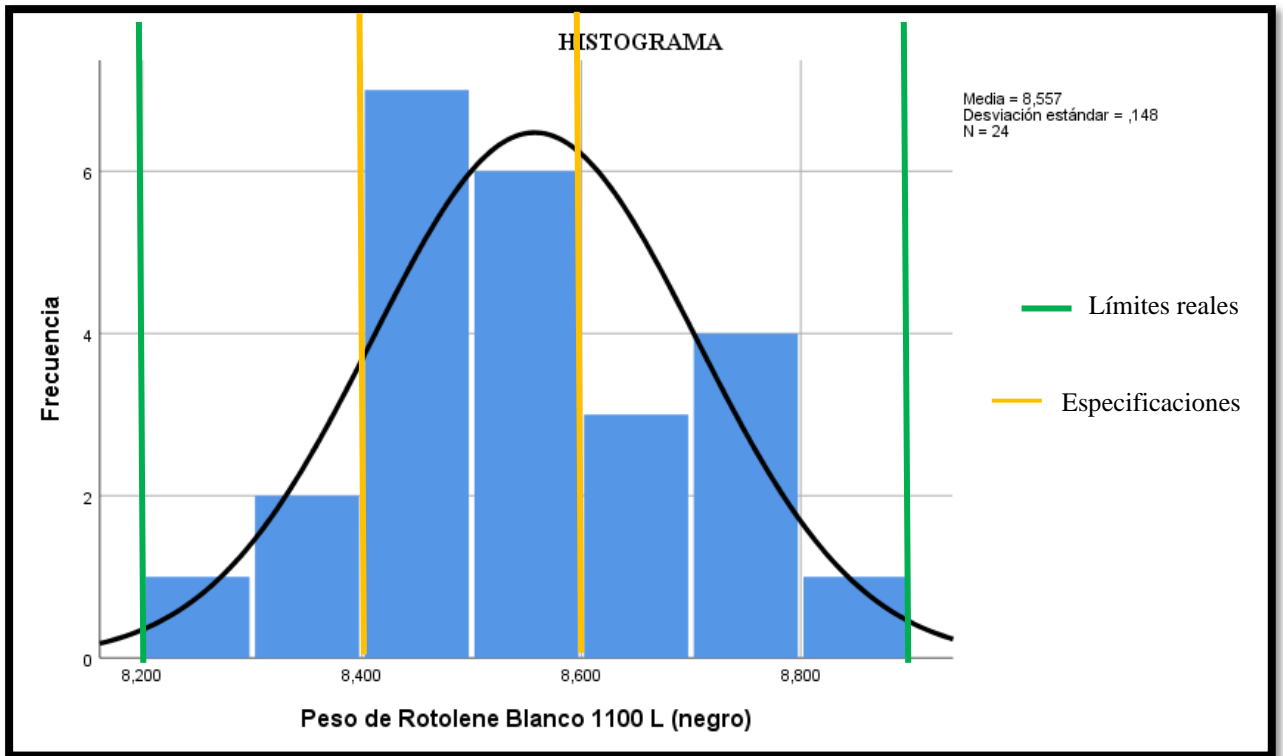


FIGURA N° 24 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO DE 1100 L) (KG)

TABLA N° 25 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE NEGRO 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 2,029</p> <p>Mediana = 1,99</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,99 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,153</p> <p>RANGO = 0,61</p> <p>LS= 2,488</p> <p>LC= 2,029</p> <p>LI= 1,57</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $2,029 \pm 0,459$ (2,488 kg a 1,57 kg). La amplitud del límite superior es mayor a la especificación de la empresa que es $2,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques negros de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,459 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $2,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 17 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

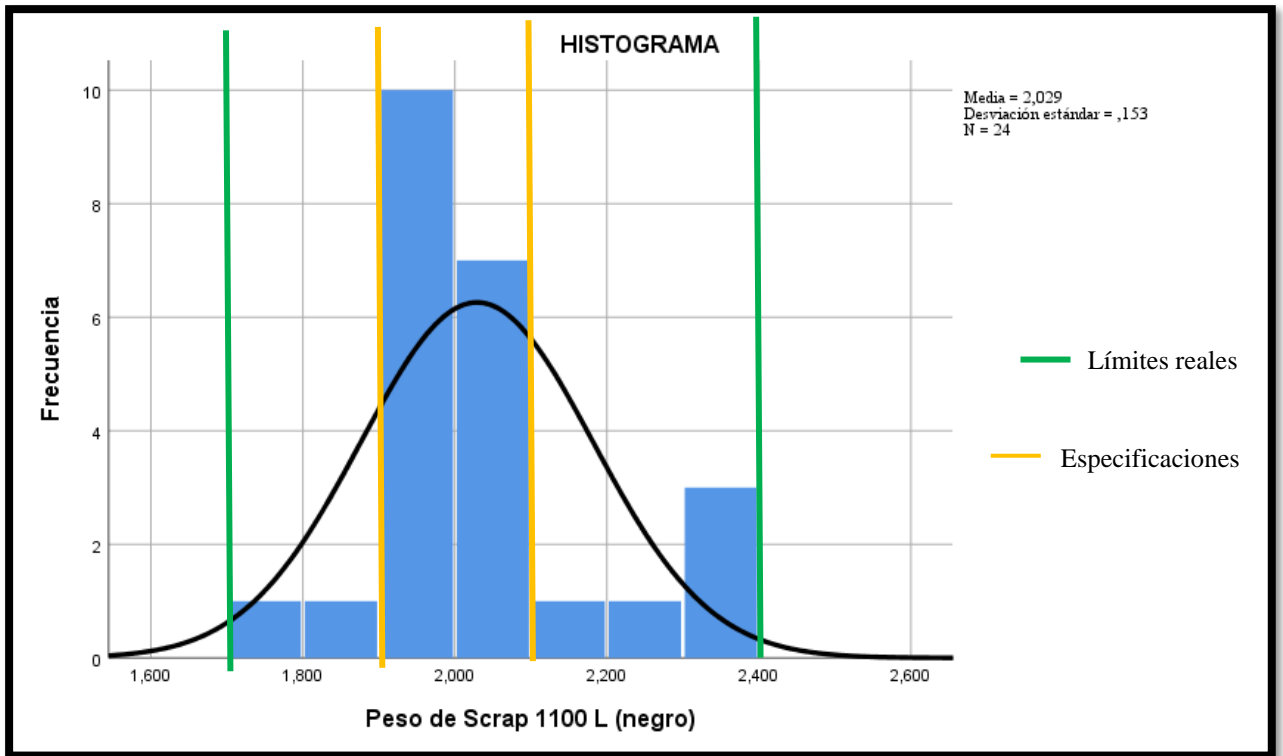


FIGURA N° 25 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE NEGRO DE 1100 L) (KG)

Los siguientes histogramas pertenecen a las materias primas para la elaboración de tanques negros de 600 L se comenzará con el rotolene negro, rotolene blanco y finalmente el scrap.

TABLA N° 26 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 6,081 kg Mediana = 6,07 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 6,07.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,151 RANGO = 0,505 LS= 6,534 LC= 6,081 LI= 5,628</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $6,081 \pm 0,453$ (6,534 kg a 5,628 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $6,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene negro para tanque negro de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,453 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $6,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 10 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

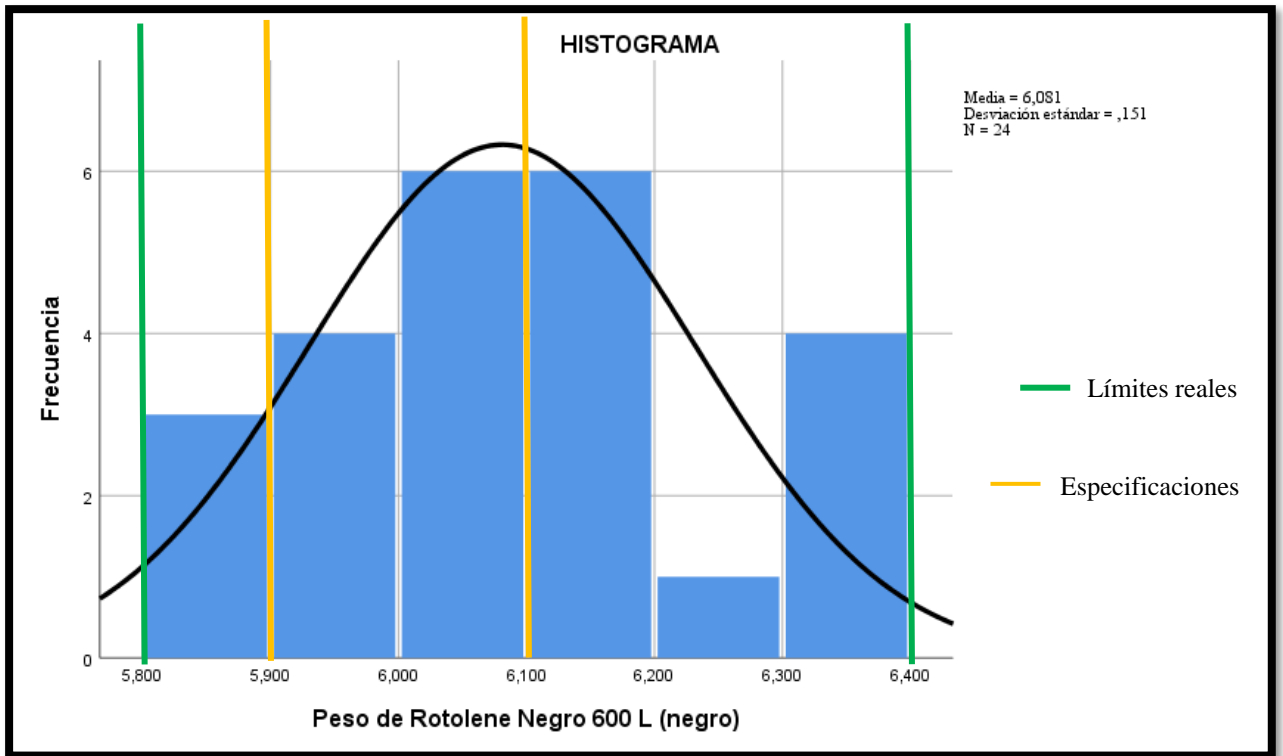


FIGURA N° 26 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE NEGRO DE 600 L) (KG)

TABLA N° 27 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 6,181 kg Mediana = 6,135 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 6,135 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,140 RANGO = 0,398 LS= 6,601 LC= 6,181 LI= 5,761</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $6,181 \pm 0,42$ (6,601 kg a 5,761 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $6,1 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene blanco para tanques negros de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (5,761 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $6,1 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 13 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

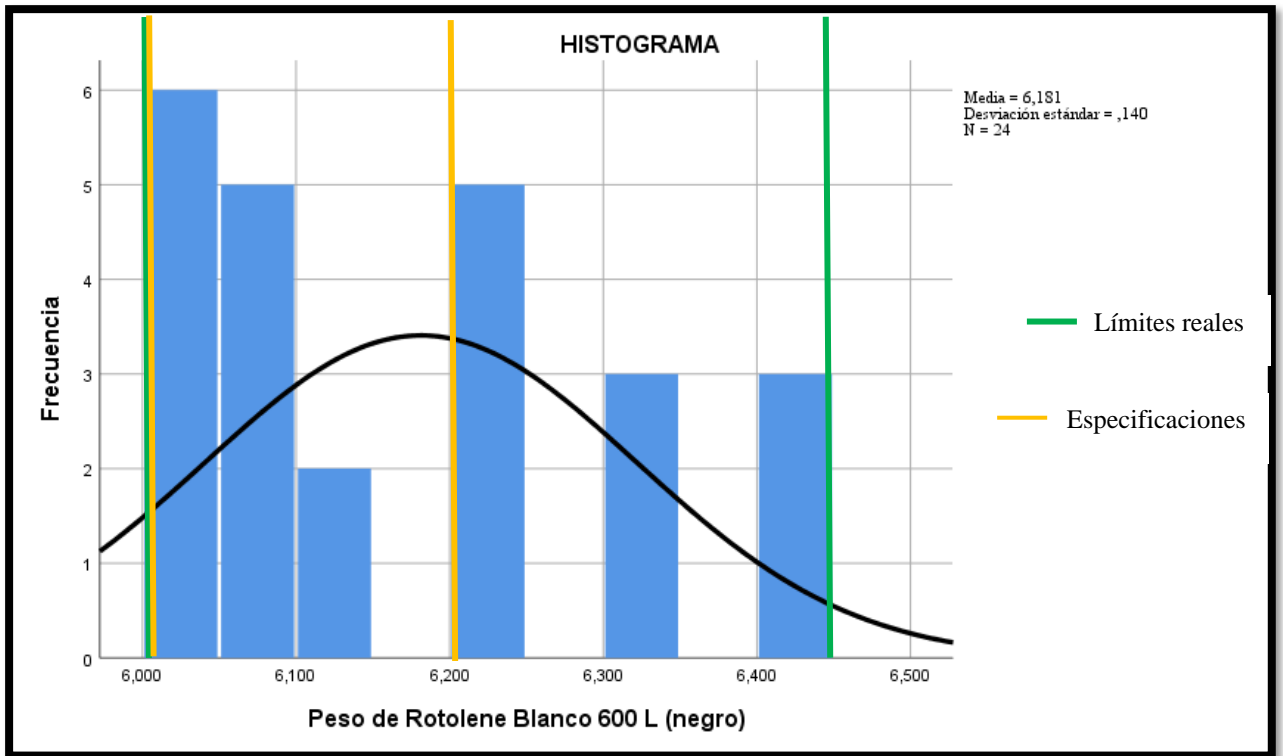


FIGURA N° 27 FIGURA N° 26 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE NEGRO DE 600 L) (KG)

TABLA N° 28 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE NEGRO 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 1,039 kg Mediana = 1,036 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,036 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,114 RANGO = 0,541 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $1,039 \pm 0,342$ (1,381 kg a 0,697 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $1,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques negros de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,342kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $1,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 19 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

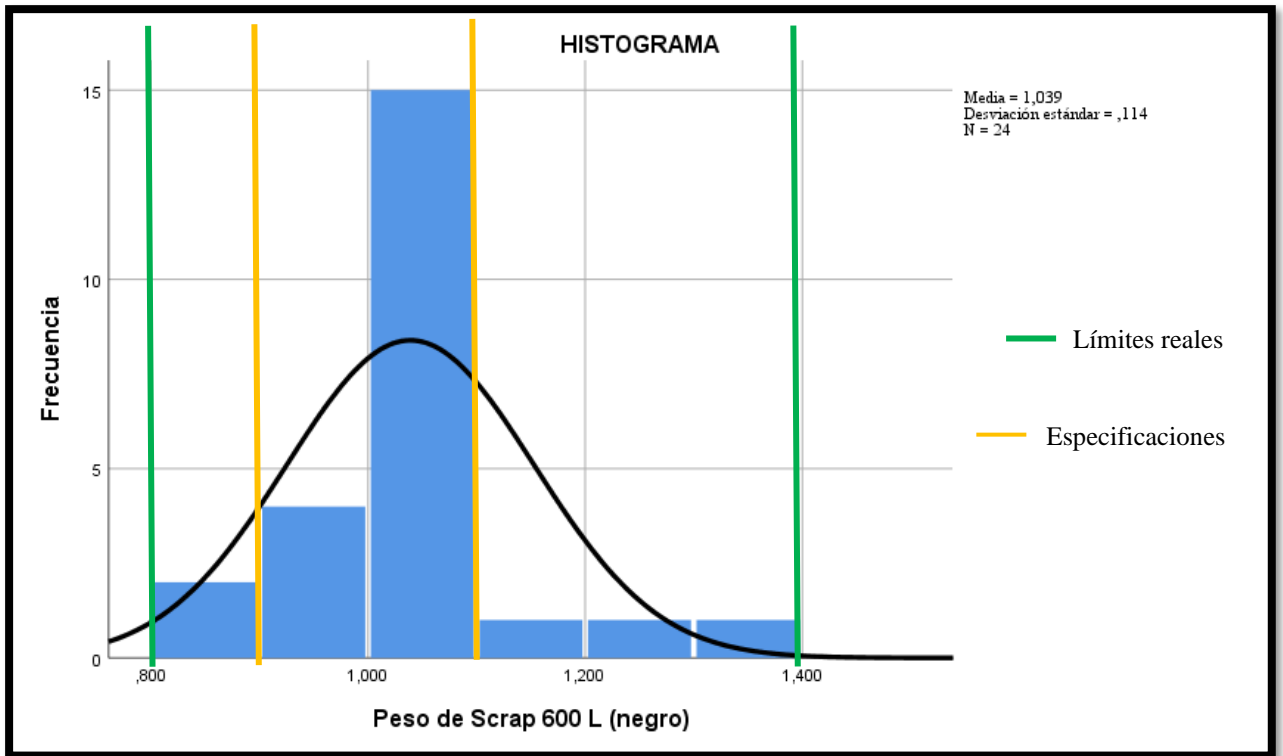


FIGURA N° 28 FIGURA N° 26 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE NEGRO DE 600 L) (KG)

TABLA N° 29 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 2,03 kg Mediana = 1,99 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,99 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,153 RANGO = 0,541 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $2,03 \pm 0,459$ (2,489 kg a 1,571 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $2,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene negro para tanques azules de 2500 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,459kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $2,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 17 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

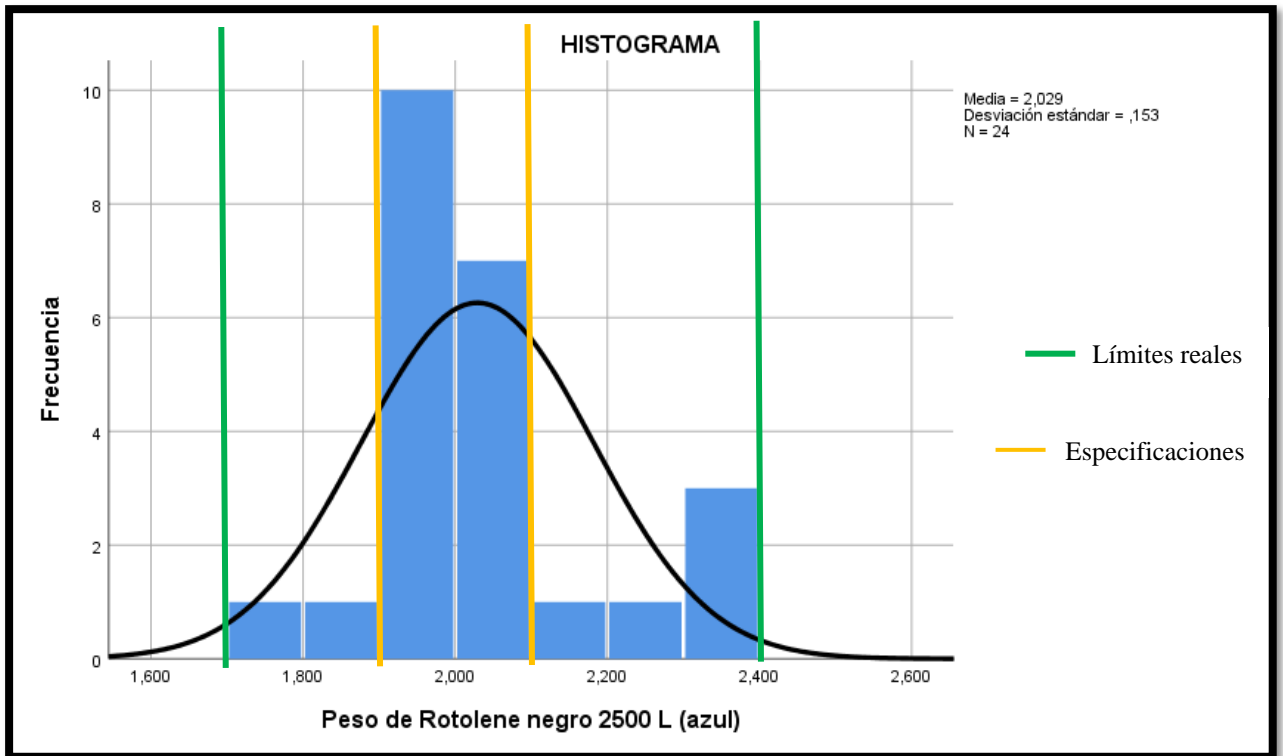


FIGURA N° 29 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)

TABLA N° 30 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 12,547 kg Mediana = 12,604 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 12,604 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es mayor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,114</p> <p>RANGO = 0,541</p> <p>LS= 1,381</p> <p>LC= 1,039</p> <p>LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $12,547 \pm 0,561$ (13,108 kg a 11,986 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $12,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene azul para tanques azules de 2500 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,561kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $12,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 8 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

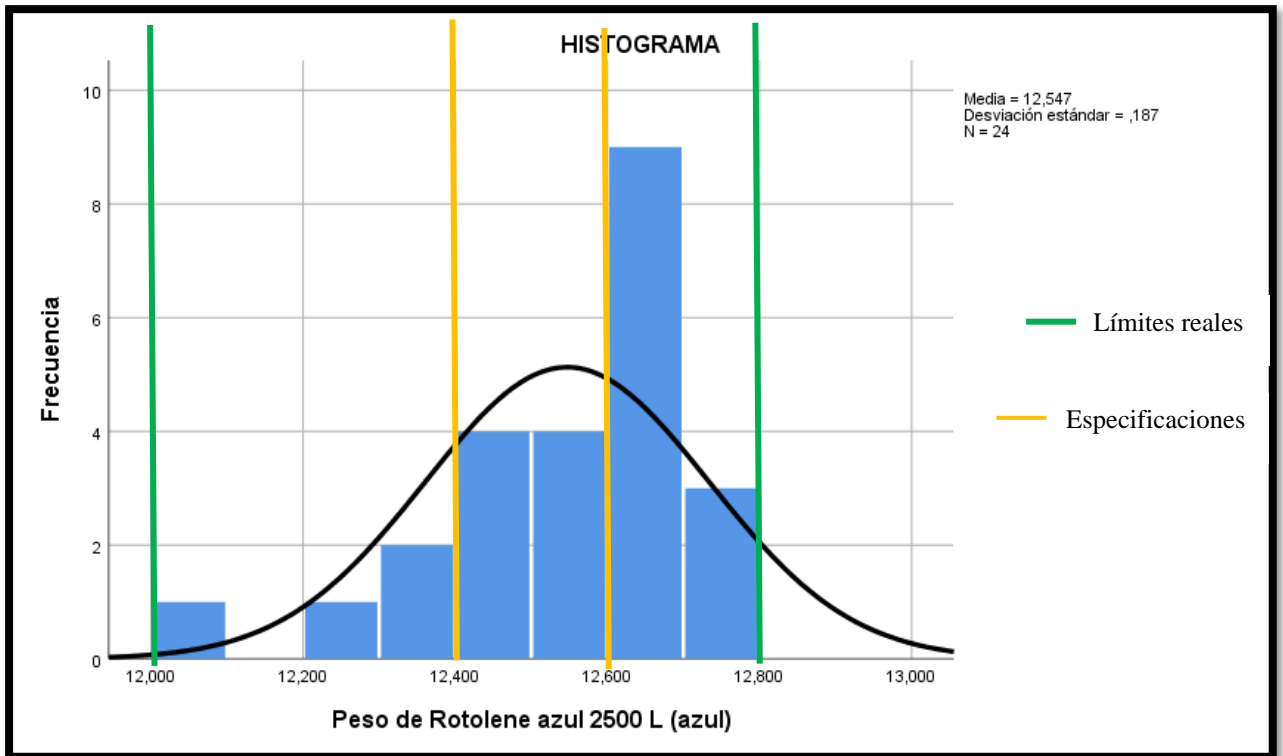


FIGURA N° 30 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)

TABLA N° 31 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 17,699 kg Mediana = 17,665 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 17,665 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,259 RANGO = 0,850 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $17,699 \pm 0,777$ (18,476 kg a 16,922 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $17,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene azul para tanques azules de 2500 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,777kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $17,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 7 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

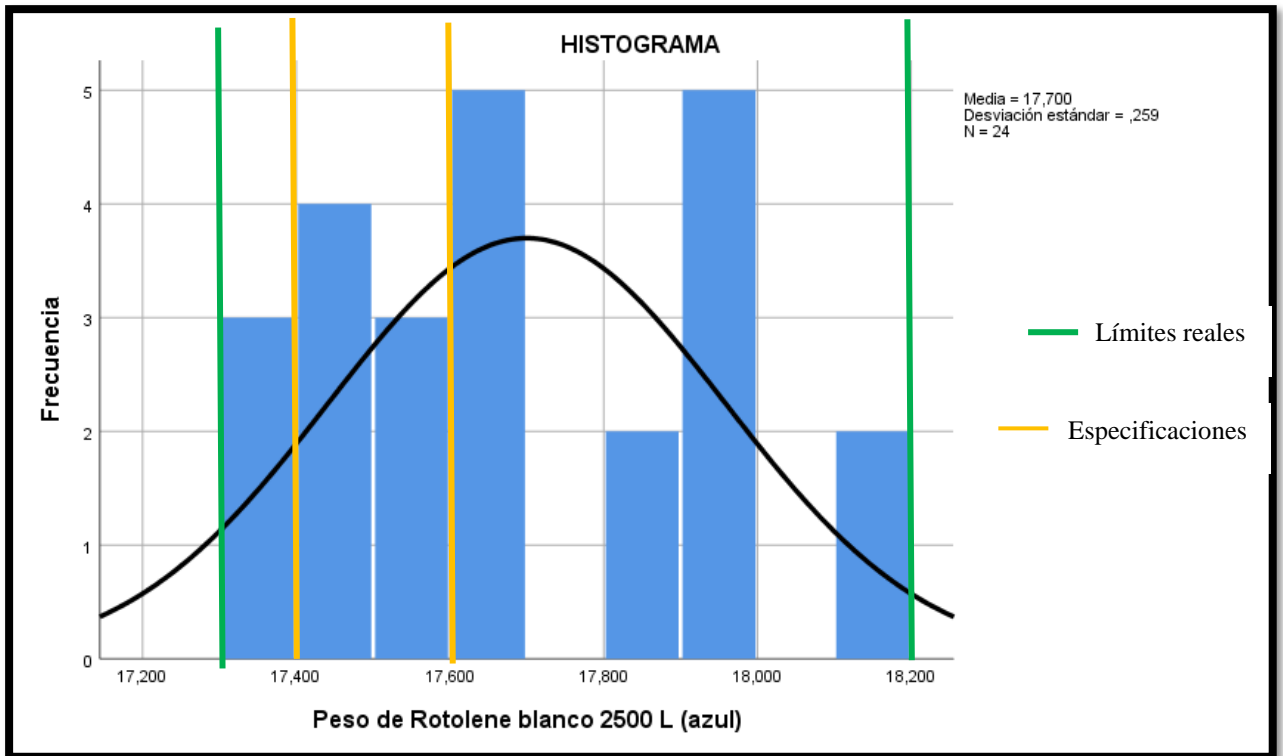


FIGURA N° 31 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)

TABLA N° 32 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE AZUL 2500 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 3,539 kg Mediana = 3,537 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 3,537 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,180 RANGO = 0,748 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $3,539 \pm 0,54$ (4,079 kg a 2,99 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $3,5 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques azules de 2500 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,54 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $3,5 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 17 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

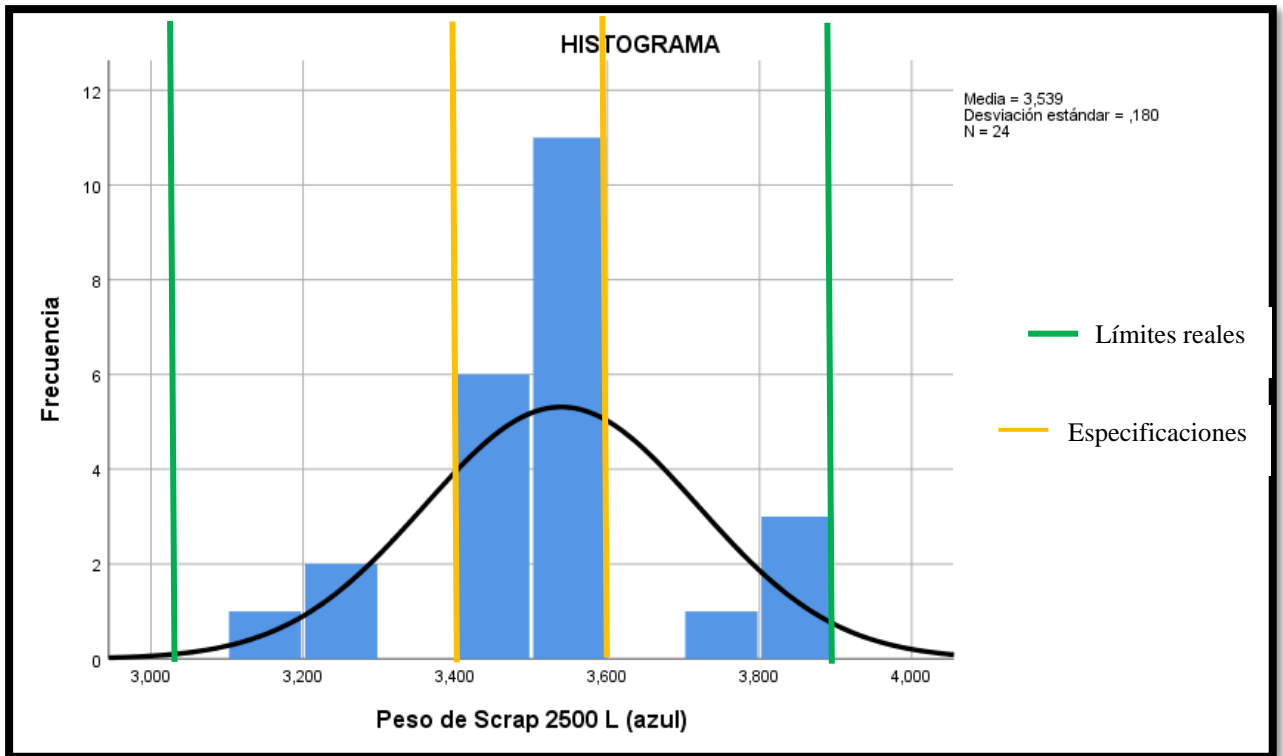


FIGURA N° 32 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE SCRAP (TANQUE AZUL DE 2500 L) (KG)

TABLA N° 33 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 2,029 kg Mediana = 1,99 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,99 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,153 RANGO = 0,61 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $2,029 \pm 0,459$ (2,488 kg a 1,57 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $2,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene negro para tanques azules de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,459 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $2,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 17 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

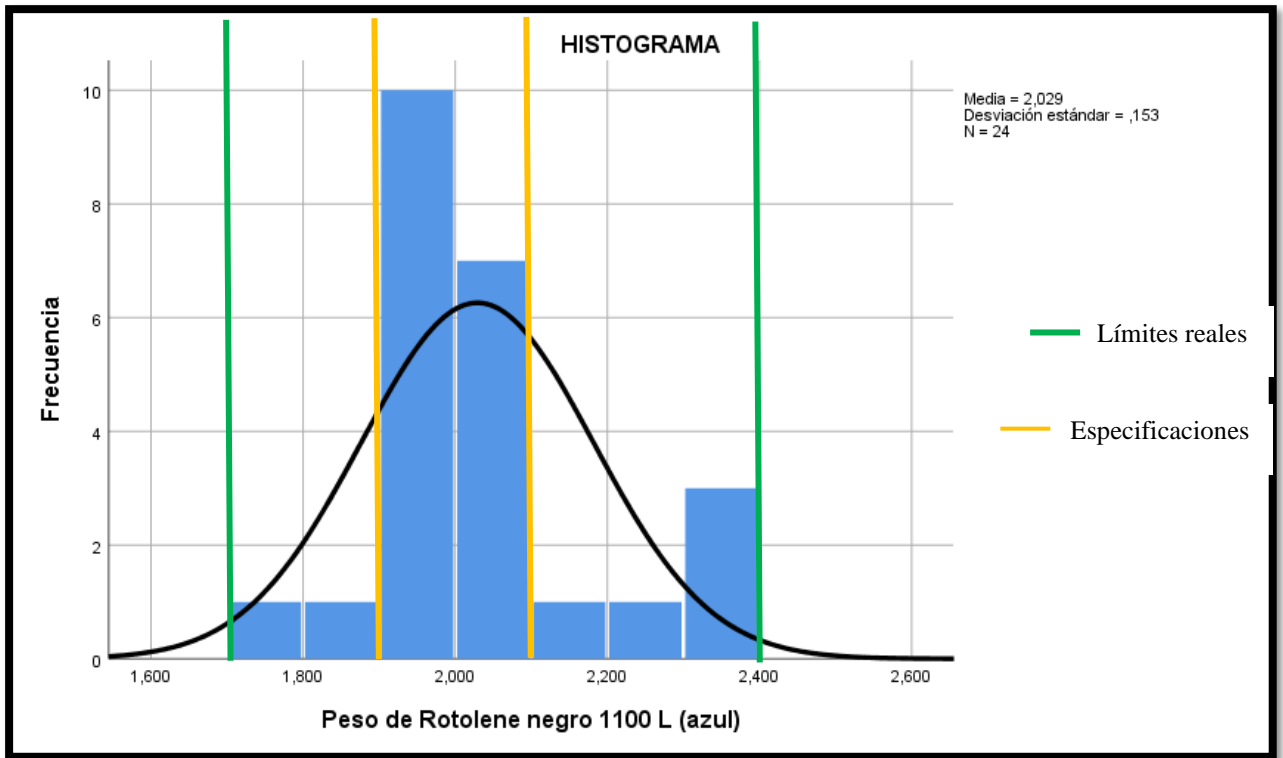


FIGURA N° 33 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)

TABLA N° 34 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 6,231 kg Mediana = 6,194 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,036 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,142 RANGO = 0,498 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $6,231 \pm 0,426$ (6,657 kg a 5,805 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $6,2 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene azul para tanques azules de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,426 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $6,2 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 14 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

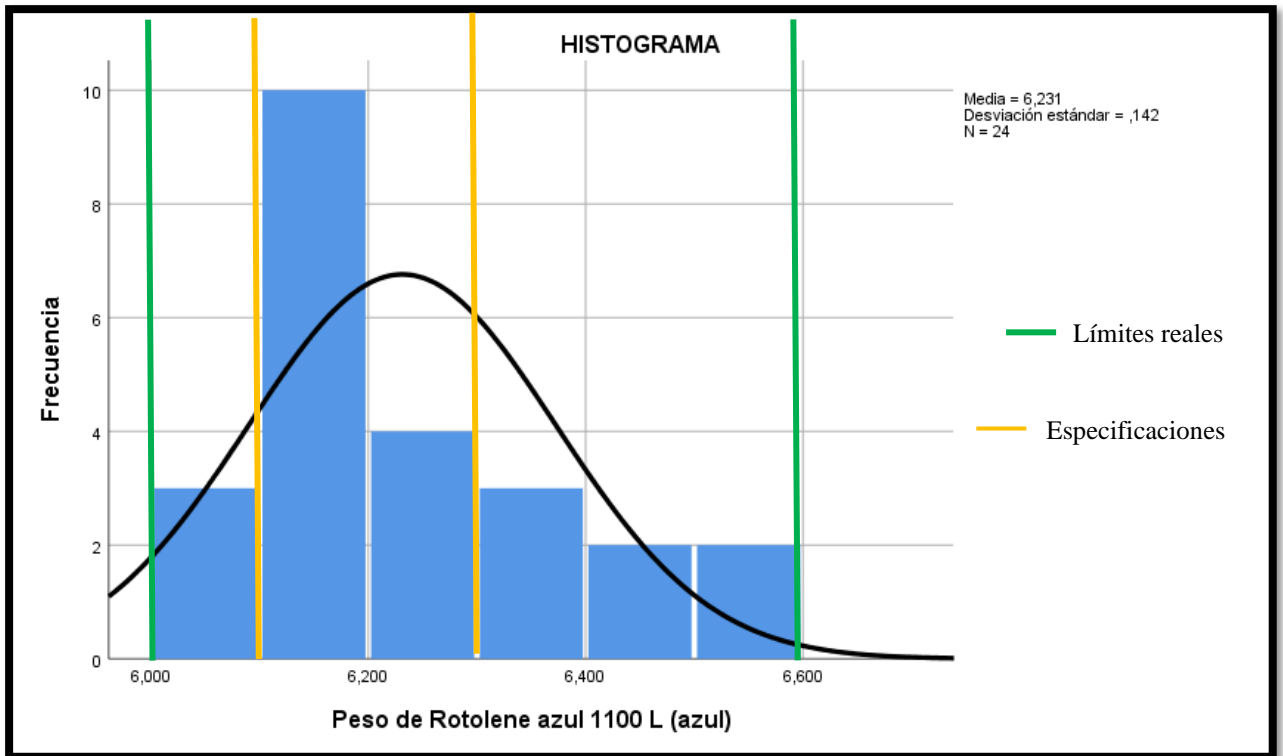


FIGURA N° 34 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)

TABLA N° 35 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 8,271 kg Mediana = 8,258 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 8,258 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,121 RANGO = 0,389 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $8,271 \pm 0,363$ (8,634 kg a 7,908 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $8,3 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso rotolene blanco para tanques azules de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,363 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $8,3 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 13 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

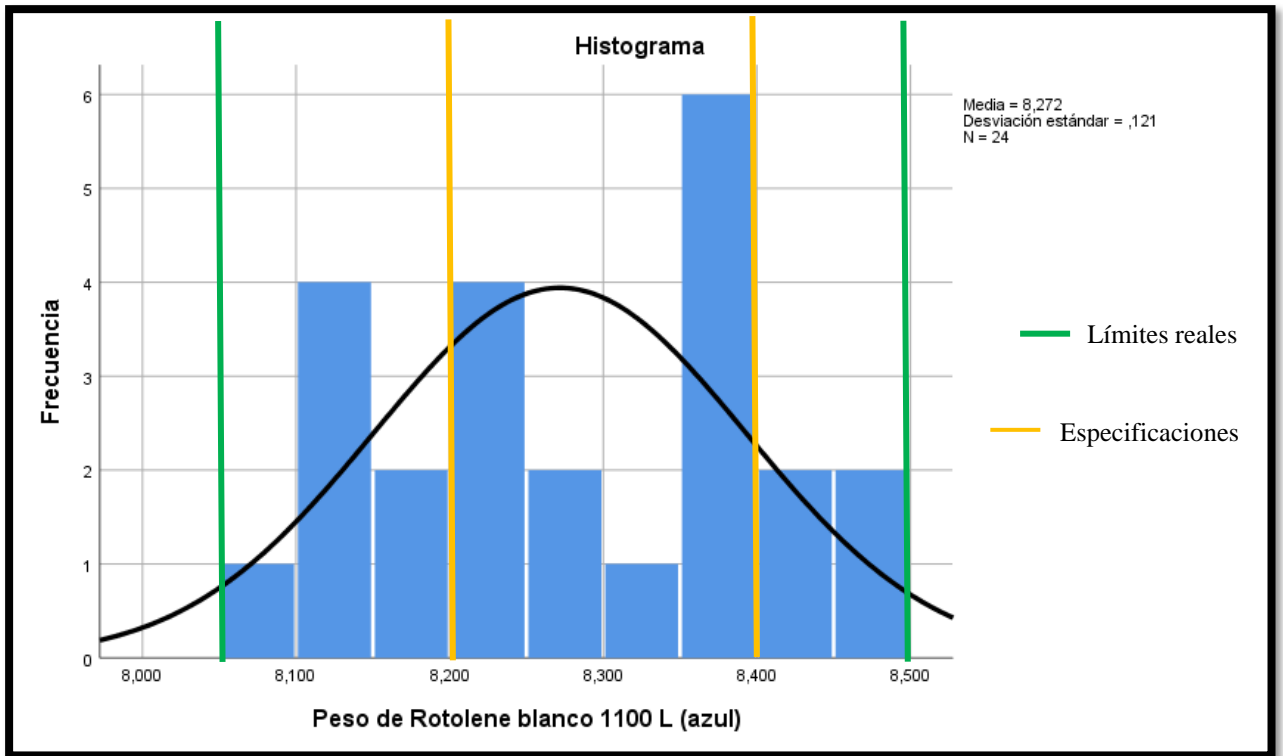


FIGURA N° 35 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)

TABLA N° 36 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE SCRAP (TANQUE AZUL 1100 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 2,029 kg Mediana = 1,99 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,99 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,153 RANGO = 0,610 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $2,029 \pm 0,459$ (2,488 kg a 1,57 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $2,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques azules de 1100 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,459 kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $2,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 17 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

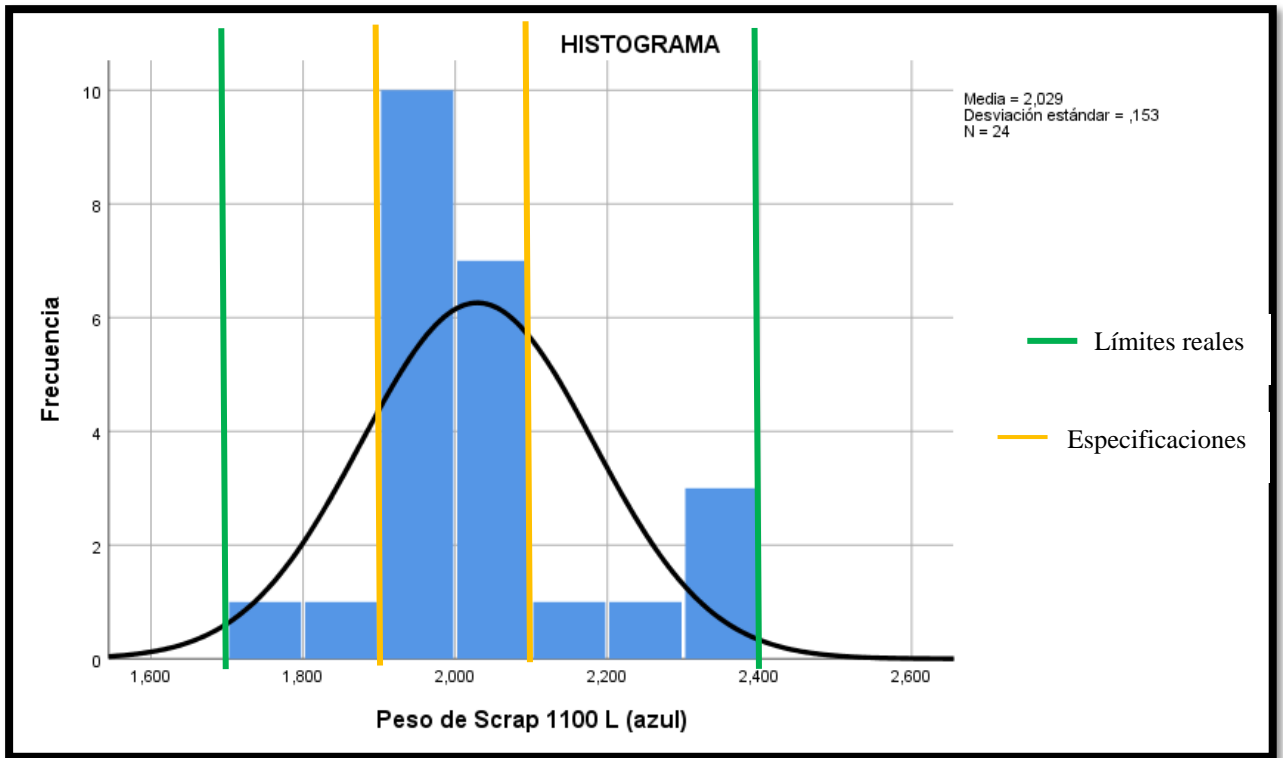


FIGURA N° 36 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE SCRAP (TANQUE AZUL DE 1100 L) (KG)

TABLA N° 37 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 1,039 kg Mediana = 1,036 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,036 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,114 RANGO = 0,541 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $1,039 \pm 0,342$ (1,381 kg a 0,697 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $1,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques negros de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,342kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $1,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 19 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

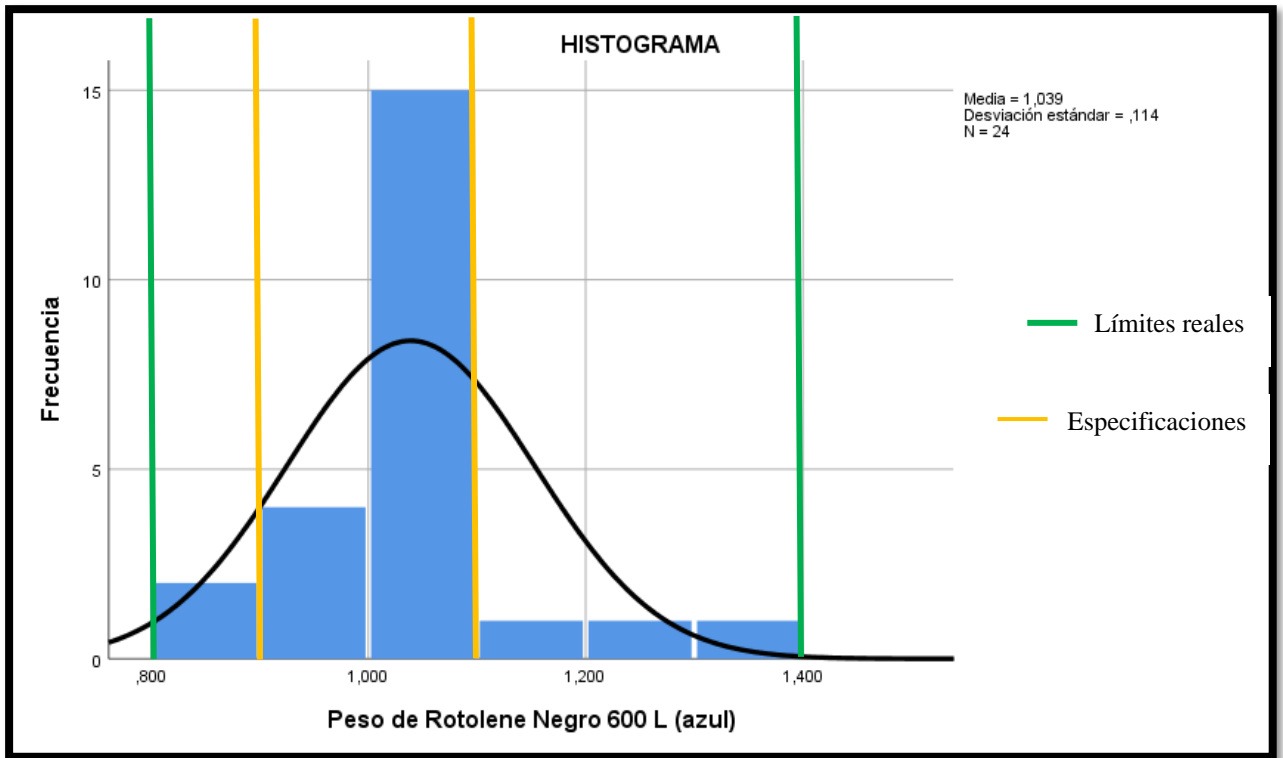


FIGURA N° 37 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)

TABLA N° 38 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 1,039 kg Mediana = 1,036 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,036 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,114 RANGO = 0,541 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $1,039 \pm 0,342$ (1,381 kg a 0,697 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $1,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques negros de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,342kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $1,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 19 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

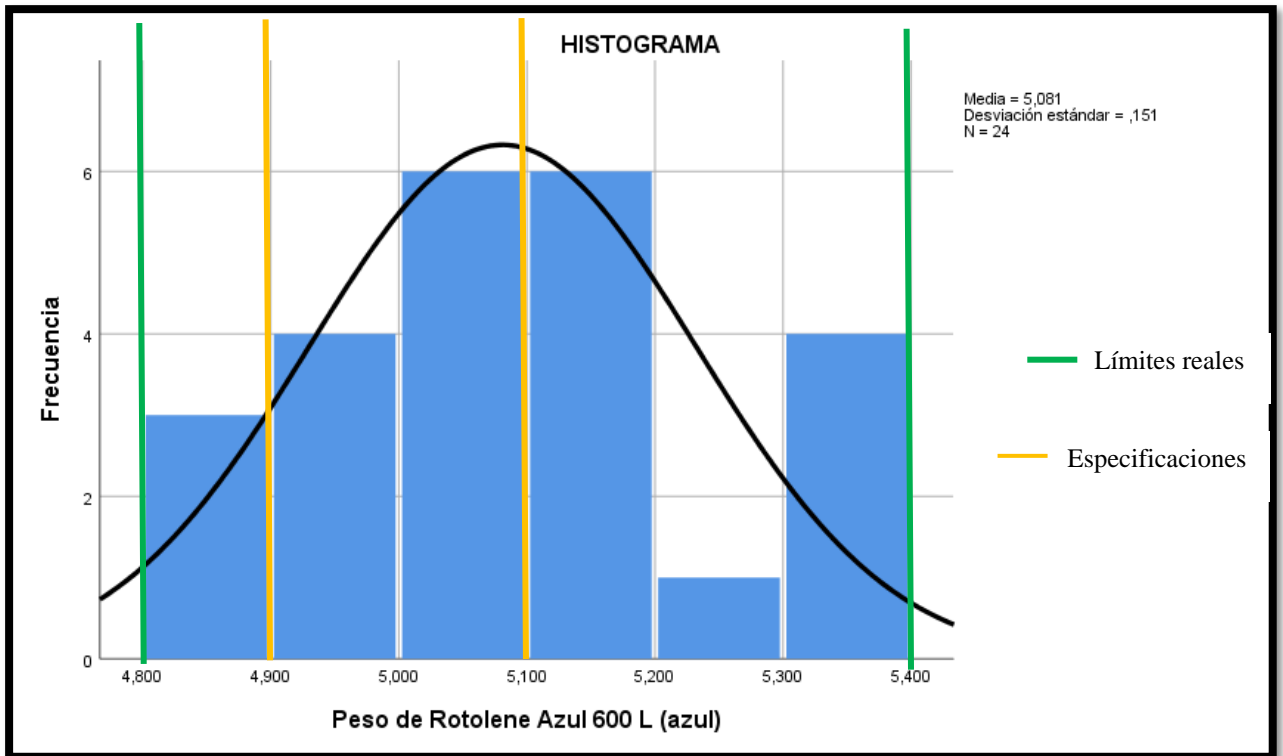


FIGURA N° 38 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE AZUL (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)

TABLA N° 39 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 1,039 kg Mediana = 1,036 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,036 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,114 RANGO = 0,541 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $1,039 \pm 0,342$ (1,381 kg a 0,697 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $1,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques negros de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,342kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $1,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 19 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

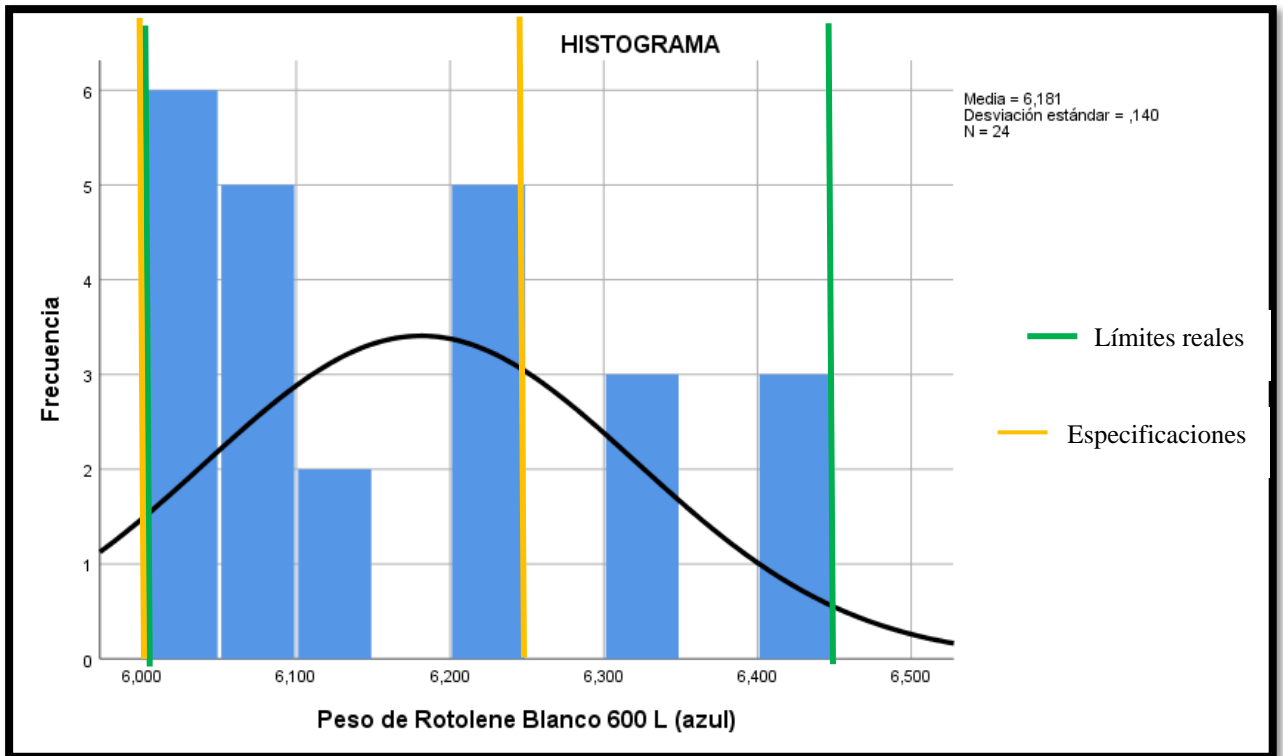


FIGURA N° 39 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE BLANCO (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)

TABLA N° 40 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PESADO DE ROTOLENE SCRAP (TANQUE AZUL 600 L)

ESTADÍSTICO	ANÁLISIS Y COMENTARIO	CONCLUSIONES
<p>MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL</p> <p>Promedio = 1,039 kg Mediana = 1,036 kg</p>	<p>Las medidas de tendencia central son relativamente cercanas. El 50% de las mediciones fueron mayor o igual a 1,036 kg.</p>	<p>El proceso está descentrado con un sesgo negativo donde la mediana es menor al promedio</p>
<p>MEDIDAS DE DISPERSIÓN (kg)</p> <p>Desviación Estándar = 0,114 RANGO = 0,541 LS= 1,381 LC= 1,039 LI= 0,697</p>	<p>En forma aproximada existe una variación entre $1,039 \pm 0,342$ (1,381 kg a 0,697 kg). La amplitud es mayor a la especificación de la empresa que es $1,0 \pm 0,1$ kg. Ambos límites se pasan de las especificaciones que se solicitan por lo que se está pesando el rotolene negro fuera de las especificaciones que por consecuente se producirán productos defectuosos.</p>	<p>La variación real del proceso es demasiado, por lo que se está fabricando productos fuera de las especificaciones.</p>
<p>Según lo que se observa son los pesos de la materia prima en este caso scrap para tanques azules de 600 L. Con respecto a la variabilidad de los pesos se tiene que la amplitud del proceso es (0,342kg) es mayor que la amplitud de las especificaciones en ambos límites que es $1,0 \pm 0,1$ kg y además se observa en el histograma que los límites reales sobrepasan a las especificaciones, por lo cual podemos definir que existe alta variabilidad. De las 24 muestras que se tienen solo 19 cumplieron con las especificaciones de la empresa</p> <p>La falta de capacidad del proceso de pesado se debe a: por las personas que realizan la medición, falta de equipo de medición, despreocupación en cumplir con el requisito de peso según las especificaciones de la empresa.</p>		

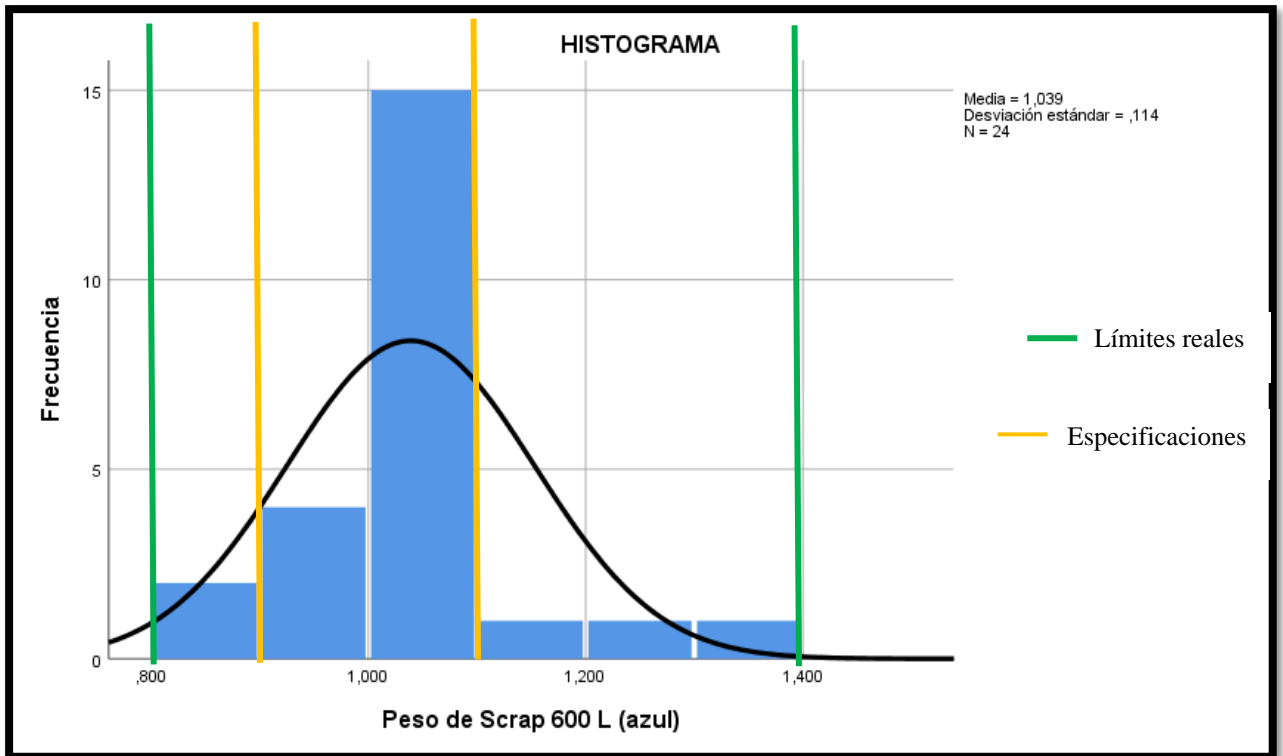


FIGURA N° 40 HISTOGRAMA DE LOS PESOS DE ROTOLENE NEGRO (TANQUE AZUL DE 600 L) (KG)

La siguiente tabla muestra los pesos que estuvieron por fuera de las especificaciones que como consecuencia de este problema se obtuvieron productos defectuosos. Los datos son obtenidos del anexo N°6, se tiene una muestra de 24 por cada tipo de producto.

TABLA N° 41 CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS HISTOGRAMAS

PESADO FUERA DE LA ESPECIFICACIONES			
Muestra: 24 por producto			
Materia prima	Capacidad		
	600 L	1100 L	2500 L
Color: Azul			
Rotolene Negro	5	7	7
Rotolene Azul	14	10	16
Rotolene Blanco	6	11	17
Scrap	5	7	7
Color: Negro			
Rotolene Negro	14	12	19
Rotolene Blanco	11	11	17
Scrap	5	7	7

En la tabla N°42 presenta las pérdidas económicas debido a la mala composición de la materia prima en la empresa Eternit S.A.C, totalizando S/. 134 599, 86 soles desde enero del 2016 a diciembre del 2017.

TABLA N° 42 PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEBIDO AL MALA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

	Cantidad (Producto Defectuoso)	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)
Año 2016			
600 L	1143	S/. 27,23	S/. 31123,89
1100 L	458	S/. 32,79	S/. 15017,82
2500 L	341	S/. 50,44	S/: 17200,04
Total	1942		S/. 63341,75
Año 2017			
600 L	1249	S/. 27,23	S/. 34010,27
1100 L	736	S/. 32,79	S/. 24133,44
2500 L	260	S/. 50,44	S/. 13114,4
Total	2245		S/. 71258,11
Total			S/. 134 599,86

En la tabla N° 43 se muestran los ingresos dejados de percibir en el periodo de enero del 2016 a diciembre del 2017 debido a la mala composición de la materia prima.

TABLA N° 43 INGRESOS DEJADOS DE PERCIBIR EN EL PERIODO (ENERO 2016 – DICIEMBRE 2017) DEBIDO A LA MALA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA

	Cantidad (Producto defectuoso)	Precio Unitario (S/.)	Costo (S/.)
Año 2016			
600 L	1143	S/. 75	S/. 85 725
1100 L	458	S/. 95	S/. 43 510
2500 L	341	S/. 105	S/. 35 805
Total	1942		S/. 165 040
Año 2017			
600 L	1249	S/. 75	S/. 93 675
1100 L	736	S/. 95	S/. 69 920
2500 L	260	S/. 105	S/. 27 300
Total	2245		S/. 190 895
Total			S/. 355 935

- **Propuesta de Solución**

- ✓ Se elaborará una ficha de control de materia prima para tener un control específico de cuánto material ingresará a la máquina rotomoldeadora.
- ✓ Elaboración de un Manual de operaciones y funciones para el operario de almacén de materia prima

3.5.1.3. Falla en la máquina rotomoldeadora

La falta de mantenimiento preventivo en la empresa Eternit S.A.C ha ocasionado 589 productos defectuosos desde enero del 2016 hasta diciembre del 2017 representando el 10% del total de los mismos.

A continuación se presenta la descripción de la máquina rotomoldeadora.

TABLA N° 44 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA ROTMOLDEADORA UTILIZADA EN LA FÁBRICA ETERNIT S.A.C

 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	
Máquina	Máquina de moldeo rotacional (rotomoldeo)
Modelo	PRM/ 3B 3000
Matrícula	01490697
Potencia	20 KW
Potencia térmica instalada	550, 000 Kcal/h
Peso completo instalación	21 400 kg
Carga máxima brazo recto:	1200 kg
Carga máxima brazo escuadra	900 kg
Capacidad de diseño (und/día)	214 und/día
Voltaje	380 V
Frecuencia	60 Hz
Consumo de agua	Para P entre 3 – 4 bar 6,75 lt/min
Consumo de aire	15 N/lt por minuto
Sección de los cables	25 mm de diámetro

Fuente: Eternit S.A.C

En la actualidad al ocurrir una falla en la máquina rotomoldeadora se maneja de la siguiente manera:

Al ocurrir una falla en la máquina rotomoldeadora se registra este evento en un formato llamado Solicitud de Mantenimiento (Anexo N°11), luego se

coordina las actividades de mantenimiento con el Jefe de producción debido a que no existe un encargado en esta área dicho trabajo es coordinado también con el personal de no poder realizarlo por los mismos se terceriza.

En la tabla N°45 se puede apreciar los tipos de falla en la máquina rotomoldeadora:

TABLA N° 45 TIPO DE FALLA POR CADA COMPONENTE EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Máquina	Componente	Falla
ROTOMOLDEADORA	Quemadores	Quemador se bloquea con llama (lámpara encendida)
		Quemador se bloquea sin llama (lámpara encendida)
		El quemador no se pone en marcha
		Bloqueos sucesivos de la llama en el encendido
	Ventilador	Ventilador no arranca
	Piñón	Desgaste de dientes
	Rodamientos	Desgaste de rodamientos
	Eje	Giro fuera de eje
	Rodillos	Desgaste de rodillos
	Eje Principal	Calentamiento del eje
		Ruidos extraños
		Desgaste de rodajes
	Correa	Desgaste de correa
	Molde	Fracturas del molde
	Motor	Desgaste de rodamientos en motor
	Chumaceras	Desgaste de rodamientos en chumaceras
	Cadena	Desgaste de cadena de paso
Candados Porta Alambres	Desgaste de candados	
Brazo	Fracturas del brazo	

Fuente: Etenit S.A.C

En la tabla N°46 se muestra la frecuencia por cada tipo de falla en la máquina rotomoldeadora

**TABLA N° 46 FRECUENCIA POR CADA TIPO DE FALLA EN LA MÁQUINA
ROTOMOLDEADORA EN EL PERIODO DE ENERO DE 2016 A DICIEMBRE DEL 2017**

Máquina	TIPO DE FALLA	FRECUENCIA	FRECUENCIA PORCENTUAL
Rotomoldeadora	Quemador se bloquea con llama (lámpara encendida)	15	2,55%
	Quemador se bloquea sin llama (lámpara encendida)	41	6,96%
	El quemador no se pone en marcha	56	9,51%
	Bloqueos sucesivos de la llama en el encendido	29	4,92%
	Ventilador no arranca	45	7,64%
	Desgaste de dientes	59	10,02%
	Desgaste de rodamientos	61	10,36%
	Giro fuera de eje	22	3,74%
	Desgaste de rodillos	28	4,75%
	Calentamiento del eje	17	2,89%
	Ruidos extraños	25	4,24%
	Desgaste de rodajes	38	6,45%
	Desgaste de correa	44	7,47%
	Fracturas del molde	4	0,68%
	Desgaste de rodamientos en motor	46	7,81%
	Desgaste de rodamientos en chumaceras	33	5,60%
	Desgaste de cadena de paso	8	1,36%
	Desgaste de candados	16	2,72%
	Fracturas del brazo	2	0,34%
Total		589	100

Fuente: Eternit S.A

En la tabla N°47 se muestra las horas incurridas por falla en la máquina rotomoldeadora contabilizando un total de 811,14 horas desde enero del 2016 a diciembre del 2017.

TABLA N° 47 HORAS IMPRODUCTIVAS POR FALLA EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA

Falla	Horas incurridas por falla (h)	Fallas totales	Total (h)
Quemador se bloquea con llama (lámpara encendida)	0,25	15	3,75
Quemador se bloquea sin llama (lámpara encendida)	0,25	41	10,25
El quemador no se pone en marcha	0,45	56	25,2
Bloqueos sucesivos de la llama en el encendido	0,85	29	24,65
Ventilador no arranca	0,8	45	36
Desgaste de dientes	0,45	59	26,55
Desgaste de rodamientos	0,35	61	21,35
Giro fuera de eje	3,5	22	77
Desgaste de rodillos	0,7	28	19,6
Calentamiento del eje	0,2	17	3,4
Ruidos extraños	0,5	25	12,5
Desgaste de rodajes	3,8	38	144,4
Desgaste de correa	0,75	44	33
Fracturas del molde	4,5	4	18
Desgaste de rodamientos en motor	0,45	46	20,7
Desgaste de rodamientos en chumaceras	9	33	297
Desgaste de cadena de paso	3	8	24
Desgaste de candados	0,65	16	10,4
Fracturas del brazo	2	2	4
Total		589	811,14 h

Fuente: Eternit S.A.C

En la tabla N°48 se puede evidencia el resumen del número de fallas por componente de máquina contabilizadas desde el año 2016 hasta diciembre del 2017, registrando un total de 811, 14 horas que representa un 5,87% del tiempo total de operación de la empresa, tal como se muestra a continuación:

**TABLA N° 48 HORAS IMPRODUCTIVAS POR FALLA DE MÁQUINA ROTOMOLDEADORA
POR COMPONENTE ENERO 2016 A DICIEMBRE DE 2017**

Máquina	Componente	Fallas Totales	Horas improductivas (h)	% de tiempo perdido
Rotomoldeadora	Quemadores	141	63,85	7,87%
	Ventilador	45	36	4,44%
	Piñón	59	26,55	3,27%
	Rodamientos	61	21,35	2,63%
	Eje	22	77	9,49%
	Rodillos	28	19,6	2,42%
	Eje Principal	80	160,3	19,76%
	Correa	44	33	4,07%
	Molde	4	18	2,22%
	Motor	46	20,7	2,55%
	Chumaceras	33	297	36,62%
	Cadena	8	24	2,96%
	Candados Porta Alambres	16	10,4	1,28%
	Brazo	2	4	0,49%
	Total	589	811,14	100,00%

En la tabla N° 49 se muestran las pérdidas económicas debido a las fallas en la máquina rotomoldeadora en el período de enero del 2016 a diciembre del 2017, sumando un total de S/. 18 785,13.

**TABLA N° 49 PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEBIDO A FALLAS EN LA MÁQUINA
ROTOMOLDEADORA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C.**

	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo (S/)
Año 2016			
600 L	134	S/ 27,23	S/ 3 648,82
1100 L	79	S/ 32,79	S/ 2 590,41
2500 L	64	S/ 50,44	S/ 3 228,16
Total	277		S/ 9 467,39
Año 2017			
600 L	234	S/ 27,23	S/ 6 371,82
1100 L	56	S/. 32,79	S/. 1 836,24
2500 L	22	S/. 50,44	S/. 1 109,68
Total	312		S/. 9 317,74
Total			S/ 18 785,13

En la tabla N° 50 se muestran los ingresos dejados de percibir debido a las fallas en la máquina rotomoldeadora en el período de enero del 2016 a diciembre del 2017, sumando un total de S/ 49 455 soles.

TABLA N° 50 INGRESOS DEJADOS DE PERCIBIR EN EL PERIODO (ENERO 2016 – DICIEMBRE 2017) DEBIDO A LAS FALLAS EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA

	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Costo (S/)
Año 2016			
600 L	134	S/ 75	S/ 10 050
1100 L	79	S/ 95	S/ 7 505
2500 L	64	S/ 105	S/ 6 720
Total	277		S/ 24 275
Año 2017			
600 L	234	S/ 75	S/. 17 550
1100 L	56	S/ 95	S/. 5 320
2500 L	22	S/ 105	S/. 2 310
Total	312		S/. 25 180
Total			S/. 49 455



FIGURA N° 41 PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C.

- **Propuesta de solución:**

Se propone un plan de mantenimiento preventivo, el cual consta de las siguientes etapas:

1. Cálculo del Tiempo medio entre falla (MTBF) por máquina.
2. Realizar el Análisis de Modo de Falla y Efectos (AMFE)
3. Determinar acciones de solución.
4. Establecer un cronograma de mantenimiento preventivo.
5. Calcular el costo que demandará realizar un mantenimiento preventivo.

3.5.1.4 Análisis de la distribución de la planta.

Además de los problemas que causan los productos defectuosos se incluirá un análisis de la distribución de planta en la empresa Eternit S.A.C.

Actualmente, Eternit S.A.C presenta una deficiente utilización de espacio en su planta de producción. Se puede evidenciar excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo como es el caso del área de almacén de materias primas y la máquina de rotomoldeado, con una distancia de 25 m, lo que resulta en tiempo y espacio innecesario en el proceso productivo ocasionando demoras. Asimismo, en la salida del producto del área de producción a almacén de producto terminado existe una distancia de 20 m.

En la tabla N°51 se muestran los transportes realizados por la empresa, así como la cantidad de metros y tiempos involucrados para la producción de un tanque.

TABLA N° 51 TRANSPORTE REALIZADOS REALIZADOS EN ETERNIT S.A.C PARA LA FABRICACIÓN DE TANQUES

Descripción de Transporte	Distancia (m)	Tiempo (min)
Transporte de MP al área de pesado	18,5 m	2 min
Transporte del área de pesado al área de rotomoldeado	77 m	5 min
Transporte al área de perforado	36,5 m	3 min
Transporte al área de retocado	29,12 m	3 min
Transporte al almacén de producto terminado	61,5 m	5 min
Total	222,62 m	18 min

Fuente: Eternit S.A.C

En base a la tabla mostrada anteriormente se calculó un total de 10,5 minutos de tiempo muerto considerados así debido a que no agregan valor al producto, es por ello que en la distribución de planta propuesta se deberán ver reducidos.

Eternit S.A.C – Chiclayo no cuenta con áreas considerada necesaria en toda empresa industrial tales como el área de mantenimiento o el de calidad, área de servicios higiénicos dentro del área de producción ya que solo existe servicios higiénicos dentro de las oficinas administrativas y genera tiempos improductivos; y un área de desperdicios, donde se puede gestionar las mermas y reducir los índices de accidentes de los operarios.

A continuación se muestra la figura N° 42 con los transportes en el área de producción evidenciando que existen distancias muy largas de un área a otra área, siendo la distancia más larga la recorrida por el transporte de materia prima al área de rotomoldeado con 76,89 m.

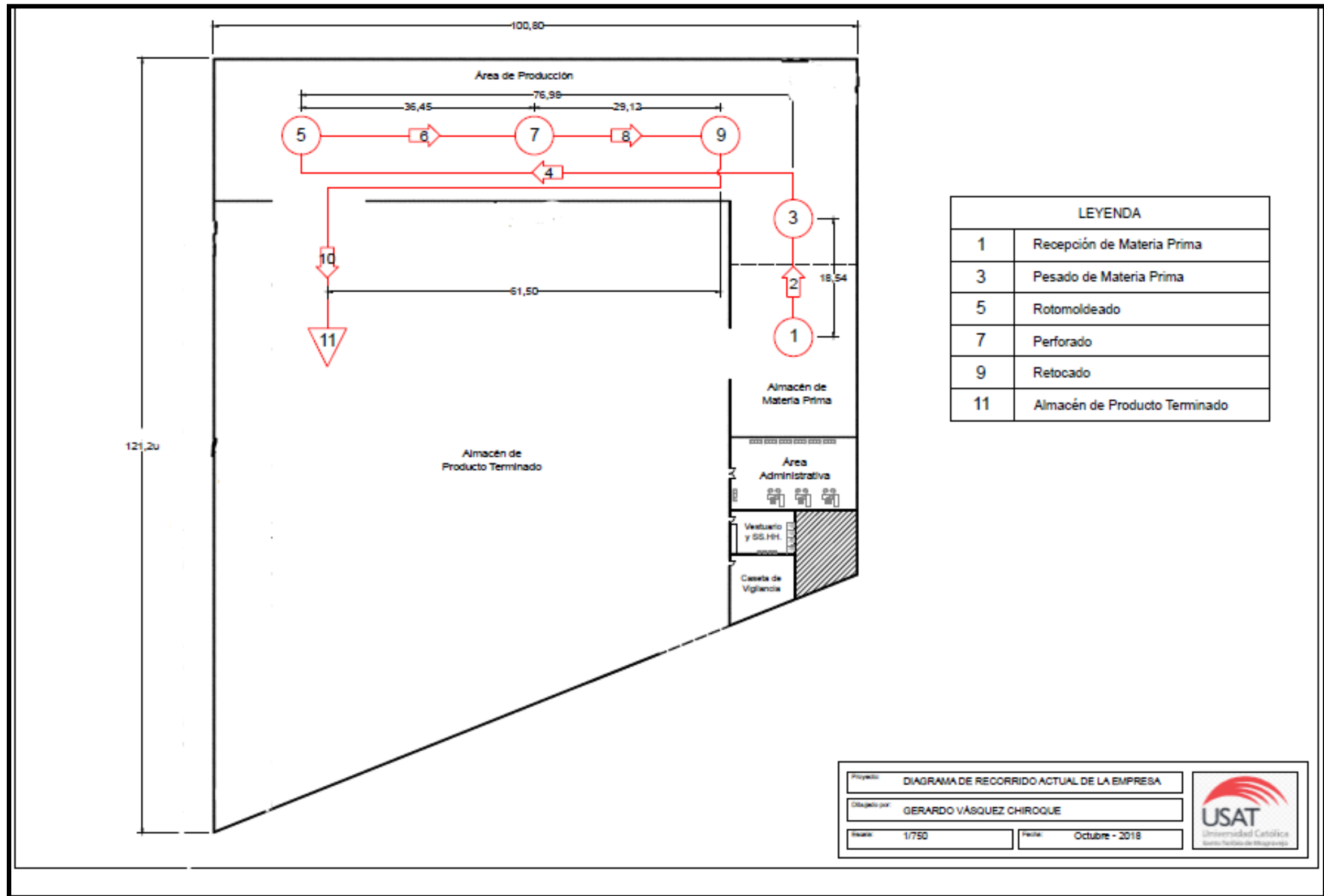


FIGURA N° 42 DISTANCIA ENTRE ÁREAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TANQUES EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Fuente: Eternit S.A.C

En la figura N°43 se muestra la distribución de planta de la empresa Eternit – Chiclayo como se puede apreciar no cuenta con un área de mantenimiento, calidad, área para desperdicios y baño dentro del área de producción.

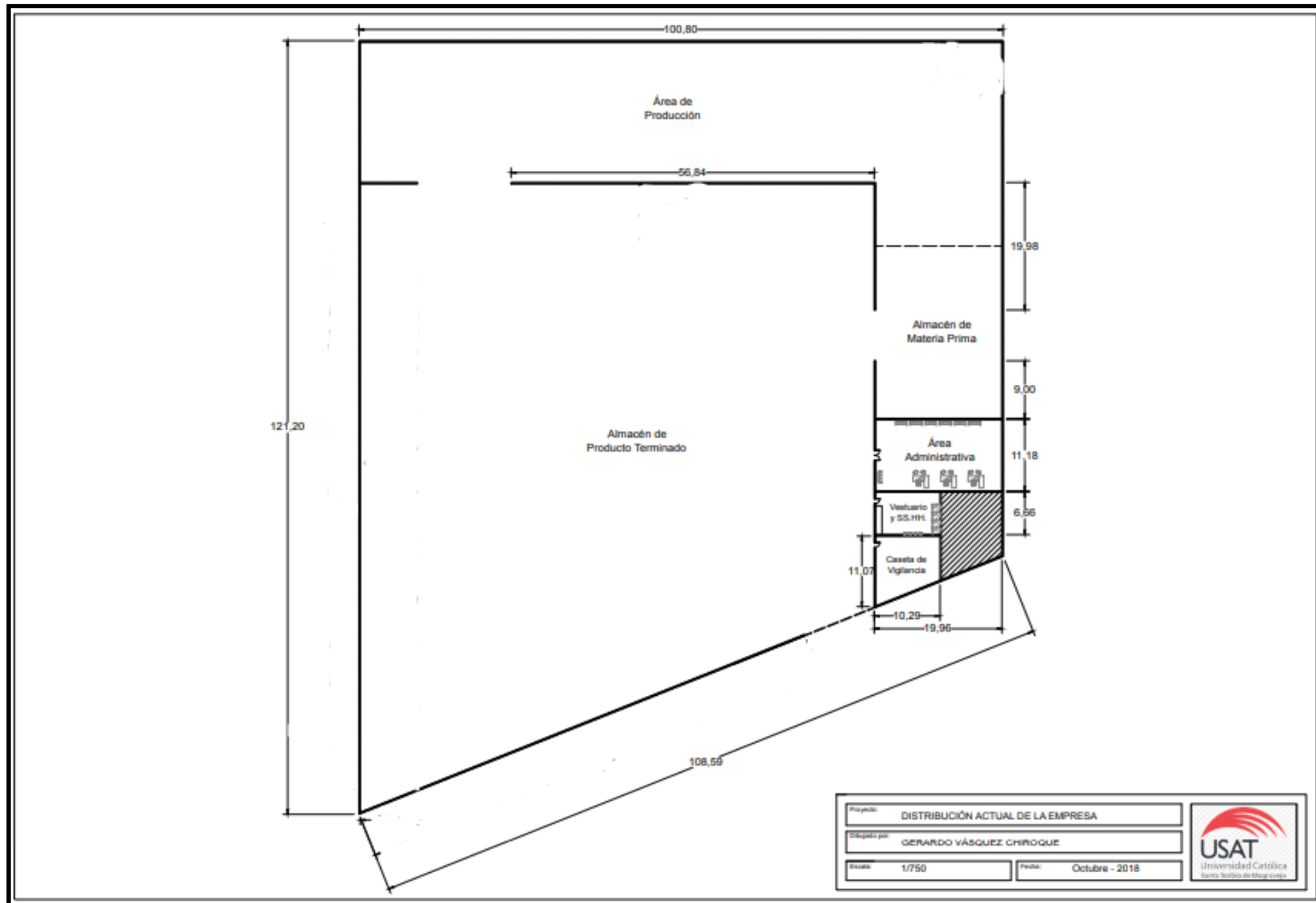


FIGURA N° 43 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Fuente: Eternit S.A.C

- **Propuesta de solución:**

Se propone una redistribución de planta y la creación de nuevas áreas, mediante la metodología Systematic Layout Planning (SLP)

1. Identificar todas las áreas existentes en la empresa con sus respectivas medidas.
2. Calcular el tiempo total de transporte que no agregan valor al proceso.
3. Determinar las necesidades de nuevas áreas.
4. Presentar el nuevo diseño de distribución de planta.
5. Presentar las distancias y tiempos nuevos para todos de transportes

A continuación en la tabla N°52 se presenta un resumen de los problemas anteriormente mencionados: inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora, mala composición de la materia prima y falla en la máquina rotomoldeadora, sus causas y las propuestas de solución.

TABLA N° 52 PROBLEMA, CAUSAS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Problema	Problema de Producción	Causas	Propuesta de Solución
Productos Defectuosos	-Inadecuada calibración de la maquinaria rotomoldeadora	Personal poco capacitado	-Plan de capacitación
	-Mala composición de la materia prima	Falta de equipo de medición	- Ficha de control de MP - Manual de operaciones y funciones para el operario de almacén de materia prima
	-Falla en la máquina rotomoldeadora	Falta de mantenimiento de máquina rotomoldeadora	-Propuesta de un plan de mantenimiento

Fuente: Eternit S.A.C

A continuación se muestra el Diagrama Causa – Efecto que muestra a detalle las causas del problema

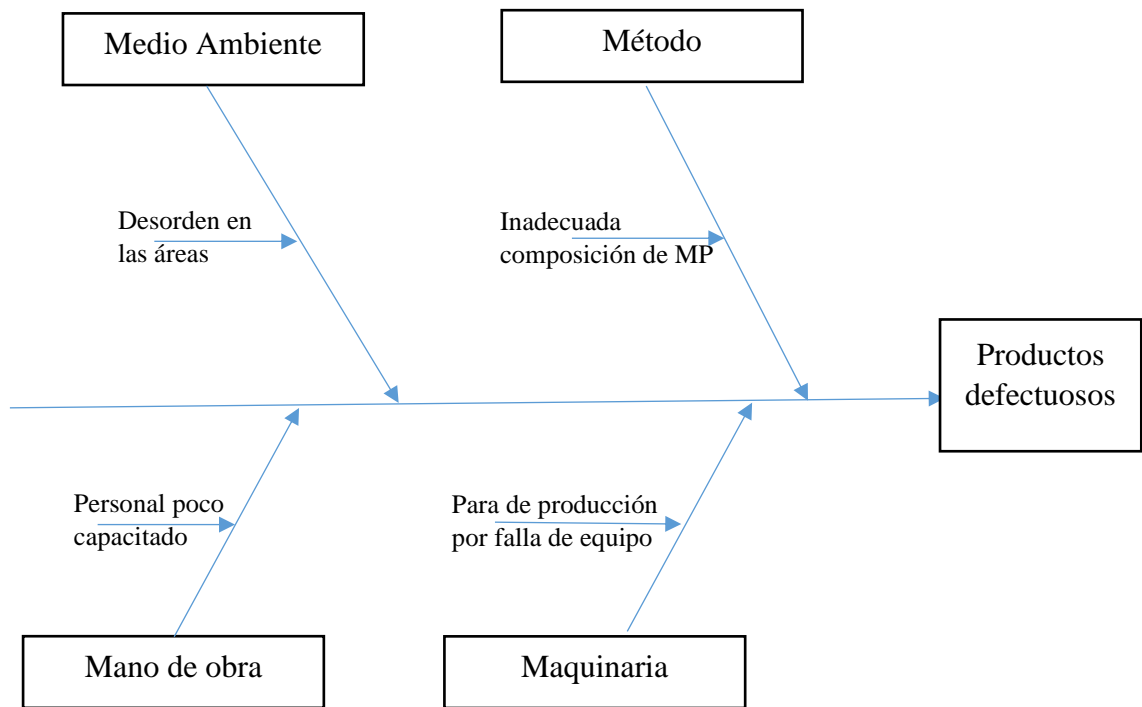


FIGURA N° 44 DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

En la tabla N°53 aprecian los principales problemas en el área de producción de la Empresa Eternit S.A.C, que son mala composición de materia prima, falla en la máquina rotomoldeadora y inadecuada calibración de la misma máquina, las causas de los mismos problemas, metodologías, los logros e indicadores

TABLA N° 53 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO EN LA EMPRESA ETENIRT S.A.C

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO						
¿SE PODRÁ MEJORAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C, REDUCIENDO LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR PRODUCTOS DEFECTUOSOS Y AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD?						
AREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍAS	TÉCNICAS / HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
PRODUCCIÓN	Mala composición de la materia prima	Falta de un Método de trabajo	Gestión de Personal	Incremento de la productividad	Incrementar la Eficiencia física y económica	$E_f = \text{Salida Util MP} / \text{Entrada MP}$ $E_e = \text{Ingresos} / \text{Egresos}$ $\Delta \% \text{ Productividad Mat} = ((\text{Productividad 2} - \text{Productividad 1}) / \text{Productividad 1}) * 100$ $\text{Producción} = tb / c$
	Falla de la máquina rotomoldeadora	Falta de mantenimiento preventivo	Gestión de Mantenimiento	Planificación de mantenimiento especializado	Incremento de la Productividad	$\Delta \% \text{ reducción fallos actual} = (\text{Fallas antes de la mejora} - \text{fallas después de la mejora}) * 100 / \text{fallas antes de la mejora}$
	Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	Falta de Capacitación del Personal	Gestión de Personal	Planificación de Capacitación Especializada	Incremento de la productividad	$\Delta \% \text{ Productividad total} = ((\text{Productividad 2} - \text{Productividad 1}) / \text{Productividad 1}) * 100$

3.6 DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

3.6.1. MEJORA PARA LA MALA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA

A continuación se describirán las propuestas de mejora para reducir los productos defectuosos por la mala composición de la materia prima:

- Uso de Fichas de Control de MP de acuerdo a Producción, es para retirar solo lo necesario para el siguiente proceso, por consiguiente si se tienen una producción exacta, se puede preparar la composición exacta para evitar y reducir productos defectuosos.
- MOF de Almacén de MP, con esto se definirá las operaciones y funciones que comprenderá esta área, incluyendo la metodología de trabajo, así como el equipo necesario de medición y la entrega exacta de materia prima.

3.6.1.1. Ficha de Control de MP de acuerdo a Producción

Se elaborará una ficha de control de salida de materiales, la cual contendrá la fórmula base para entregar desde almacén las cantidades exacta de materia prima para evitar fallas por mala composición de la mezcla para los tanques.

Como se puede apreciar estos formatos de control, están divididos por color de tanque y sub dividido por capacidad del tanque, cada formato tiene la composición, con el fin que el almacenero cuente con la información necesaria para entregar las cantidades exactas de acuerdo al pedido de producción al día.

El uso de esta ficha de control va de la mano con la utilización de equipo de medición, en este caso una balanza de precisión. Esta ficha de control la utilizará el operario de pesado de materia prima y antes de aplicar esta

metodología es necesario que todos los trabajadores reciban una inducción de cómo utilizar esta ficha.

Se eligió una balanza de precisión que no solo medirá los pesos las materias primas que ingresan a la rotomoldeadora además también será de ayuda para controlar los sacos de las materias primas proveniente del principal proveedor que es Polímeros Mexicanos S.A.C. En el anexo N°12 se aprecia un ejemplo de ficha de control una vez implementada esta mejora.

TABLA N° 54 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 600 L

 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO		LOTE:			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Azul			Capacidad	600 l
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FORMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	1,0	kg		kg
	ROTOLENE AZUL	5,0	kg		kg
	ROTOFOAM	6,1	kg		kg
	SCRAP	1	kg		kg

TABLA N° 55 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 1100 L


 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO		LOTE:			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Azul			Capacidad	1100 l
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FÓRMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	2	kg		kg
	ROTOLENE AZUL	6,2	kg		kg
	ROTOFOAM	8,3	kg		kg
	SCRAP	2,0	kg		kg

TABLA N° 56 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 2500 L


 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO		LOTE:			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Azul			Capacidad	2500 l
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FÓRMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	2	kg		kg
	ROTOLENE AZUL	12,5	kg		kg
	ROTOFOAM	17,5	kg		kg
	SCRAP	3,5	kg		kg

TABLA N° 57 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE NEGRO 600 L

 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO		LOTE:			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Negro			Capacidad	600 l
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FORMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	6,0	kg		kg
	ROTOFOAM	6,1	kg		kg
	SCRAP	1,0	kg		kg

TABLA N° 58 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 1100 L

 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO		LOTE:			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Negro			Capacidad	1100 l
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FÓRMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	8,0	kg		kg

	ROTOFOAM	8,5	kg		kg
	SCRAP	2,0	kg		kg

TABLA N° 59 FICHAS DE CONTROL DE MP DE ACUERDO A PRODUCCIÓN PARA TANQUE AZUL 2500 L

 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO		LOTE:			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Negro			Capacidad	2500 l
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FÓRMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	14,5	kg		kg
	ROTOFOAM	17,5	kg		kg
	SCRAP	3,5	kg		kg

La empresa Eternit S.A.C, realiza el pesado de forma empírica, ocasionando una mala composición de la materia prima, desde enero del 2016 a diciembre del 2017 este problema ha ocasionado 5897 tanques defectuosos, por lo que para reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos habría que introducir cambios, esto implicaría utilizar un equipo de medición.



FIGURA N° 45 BALANZA ELECTRÓNICA E-ACCURA 300 KG

Fuente: Suminco S.A

TABLA N° 60 ESPECIFICACIONES DE LA BALANZA ELECTRÓNICA E-ACCURA 300 KG

Especificaciones	Característica
Capacidad	300 kg está diseñada para trabajo pesado y continuo al severo y largo uso.
Plataforma	Original de uso rudo (estructura interna de alta resistencia) fácil de transportar
Estructura	Aluminio
Poste de apoyo	Acero inoxidable
Luz de fondo	Automática para una mejor duración de la batería
Precisión	50 gr. iluminación de la pantalla automática
Indicador multirango	Programable se puede adaptar a distintas capacidad 300 kg, 500 kg, 1000 kg, 3000 kg, 5000 kg etc.
Pantalla	Cristal líquido con retro iluminación con (LCD) incluido.
Indicador	Alta resolución giratorio para graduar una mejor visión del peso, de gran calidad (incluye accesorios)
Función de tara	Discrimina los pesos de baldes vacíos o parihuelas
Batería	Recargable Alimentación corriente directa 220v

Fuente: Suminco S.A.C

Para medir los pesos que requieran ser más precisos se utilizará una balanza de precisión para ello se utilizará la siguiente balanza como lo son el pesado de las materia primas.



FIGURA N° 46 BALANZA DE PRECISIÓN CUBIS® HIGH CAPACITY BALANCE

Fuente: Sartorius

TABLA N° 61 DATOS TÉCNICOS DE LA BALANZA DE PRECISIÓN CUBIS® HIGH CAPACITY BALANCE

Especificaciones	
Capacidad (g)	20200 g
Legibilidad (mg)	10 mg
Tamaño del plato (AxL) (mm)	400 x 300
Tiempo de estabilización (s)	1,5 s
Tiempo de respuesta (s)	3 s
Desviación de sensibilidad (peso control)	150 mg
Repetibilidad (mg)	10 mg
Linealidad (mg)	200 mg
Atribuciones Técnicas	
Normativas	ISO, FDA/USP/ GxP
Funcionamiento	Pantalla Táctil, Teclas para las principales funciones básicas
Interfaces opcionales	RS-232 25-pin
	Bluetooth
	RS-232 9-pin, incluyendo PS/2 port
Requerimiento de las normativas	ISO FDS/USP GxP Verificado

Uso previsto	Producción/Laboratorio
--------------	------------------------

Fuente: Sartorius

Para tener un correcto pesado de las materias primas es necesario implementar un procedimiento del mismo para ello se ha elaborado el procedimiento de pesado de materias primas

	PROCEDIMIENTO DE OPERACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN	Página 1 de 4 Rev.: 0
	PESADO DE MATERIAS PRIMAS	

PESADO

Índice

1. Objetivo
2. Responsabilidad de aplicación y alcance
3. Descripción
 - 3.1 Material y equipo
 - 3.2 Entorno y requisitos previos
 - 3.3 Funcionamiento
 - 3.4 Desarrollo de la operación de pesado
 - 3.5 Limpieza
4. Registros
 - 4.1. Fichas de control

	Página 2 de 4
PESADO	

1. OBJETIVO

Definir el procedimiento para el pesado de tanque de almacenamiento.

2. RESPONSABILIDAD DE APLICACIÓN Y ALCANCE

La responsabilidad de aplicación y alcance recae sobre todo el personal (técnico o auxiliar) que proceda a pesar cualquier producto (principios activos y/o excipientes).

Las materias primas deberán pesarse o medirse por el trabajador o bajo su control directo.

3. DESCRIPCIÓN

3.1 Material y equipo:

Balanza de precisión E-ACCURA 300 KG y CUBIS HIGH CAPACITY

Ficha de control

Material a pesar

3.2 Entorno y requisitos previos:

- Evitar fluctuaciones bruscas de temperatura
- Evitar la exposición directa al sol
- Evitar las corrientes de aire
- Situar la balanza en una base fija y firme
- Comprobar la nivelación de la balanza; si tiene burbujas de aire, ésta debe estar en el centro del círculo del nivel. Si no lo está, se centrará girando las patas de ajuste.

3.3 Funcionamiento de la balanza:

Conectar la balanza a la red y dejar 30 minutos de calentamiento previo.

Encender la balanza y consultar el manual de instrucciones ya que dependiendo del modelo, la balanza debe incluir auto chequeo electrónico que termina con la indicación cero.

 <p style="text-align: center;">PESADO</p>	Página 3 de 4
--	---------------

3.4 Desarrollo de la operación de pesado

1. Localizar en el almacén todas las materias primas de acuerdo con la hoja de elaboración. Comprobar la vigencia de las mismas.
2. Trasladar todas las materias primas a la zona de pesados y situarlas todas al mismo lado de la balanza.
3. Verificar la correcta limpieza de la balanza.
4. Realizar la puesta a cero de la balanza.
5. Anotar en la hoja de elaboración el lote del producto a pesar.
6. Colocar en el plato de la balanza el recipiente de pesado adecuado que permita identificar la materia prima y garantizar la integridad de la pesado. Tarar.
7. Abrir el envase correspondiente de la materia prima a pesar.
8. Pesar la cantidad de materia prima indicada en la guía de elaboración, y anotar en la misma la cantidad pesado.
9. Cerrar el envase del producto (en la zona de pesados no debe haber más de un envase abierto) y situarlo al otro lado de la balanza (de esta forma se diferencian las materias primas pendientes de pesar de las ya pesados).
10. La materia prima pesado debe estar siempre identificada.
11. Anotar en la guía de elaboración, fecha y firma de la persona que ha realizado la pesado.

En caso de vertidos accidentales de productos, limpiar inmediatamente el plato de pesado y/o las diferentes partes de la balanza según el apartado 4,45 del presente procedimiento. Una vez pesados todas las materias primas (correctamente identificadas) y cumplimentada la guía de elaboración, trasladarlas a la zona de elaboración correspondiente.

Los envases originales de las materias primas se trasladarán al almacén, y se colocarán en su ubicación correspondiente.

Finalizada la operación de pesado proceder a la limpieza de la balanza y utensilios de pesado según el apartado 4,5 del presente procedimiento

	PESADO	Página 4 de 4
---	---------------	---------------

3.5 Limpieza

- Balanza.

Retirar de la balanza todos los restos de producto con ayuda de un pincel o de un papel que no libere fibras. Pasar por el plato de pesados un papel que no libere fibras humedecido en alcohol.

- Utensilios de pesado.

Lavar todos los utensilios de pesado con agua abundante y detergente apropiado, aclarando con abundante agua.

4. REGISTROS.

 FICHA DE CONTROL DE MP					
ENCARGADO	LOTE:				
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento			Capacidad (1)	600,1100 o 2500
FECHA		TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA	
FORMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	1,0	kg		kg
	ROTOLENE AZUL	5,0	kg		kg
	ROTOFOAM	6,1	kg		kg
	SCRAP	1	kg		kg

3.6.1.2. MOF de Almacén de MP

Se debe realizar un Manual de Operaciones y Funciones (MOF), para el encargado de almacén con el fin de que conozca sus funciones y realice sus actividades aplicando la propuesta de mejora, aplicando las fichas de control y utilizando correctamente la balanza de precisión.

- ALMACENERO

TABLA N° 62 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE ALMACENERO

DENOMINACIÓN DEL CARGO	
Almacenero	
DEPARTAMENTO	N° PUESTOS
Almacenes	02
FUNCIÓN GENERAL	
Asegurar la disposición de materias primas e insumos en el almacén	
Entrega de MP en cantidades exacta de acuerdo a Fichas de Control	
FUNCIONES	
a) Realizar la entrega de MP en cantidades de acuerdo a Fichas de Control	
b) Pesado en balanza de precisión de MP de acuerdo a Ficha de Control	
c) Reportes de existencias y rotación de inventarios	
d) Generar ordenes de compras	
e) Mantener limpia su área de trabajo	
PUESTO AL QUE LE REPORTA	Jefe de planta

PUESTO QUE LE REPORTA	-
FORMACIÓN ACADÉMICA	
EDUCACIÓN	Secundaria completa
FORMACIÓN	-
EXPERIENCIA	No menor a 2 años en campos afines al sector y/o al cargo.
CONOCIMIENTOS ADICIONALES	- Gestión de almacenes
PERFIL DE COMPETENCIAS	
COMPETENCIAS GENÉRICAS	Compromiso, integridad, trabajo en equipo.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	Responsabilidad, comunicación, trabajo bajo presión.

Fuente: Eternit S.A.C

Para hallar el costo que demandará la mejora por la mala composición de materia prima en la empresa Eternit S.A.C es necesario realizar el presupuesto los instrumentos de precisión que se requerirán y las capacitaciones que se brindarán, la cotización de estas balanzas se encuentran en el anexo N°14

3.6.2. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA FALLA EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA

Situación actual:

- La empresa no cuenta con un área de mantenimiento.
- No cuenta con información con respecto la disposición y utilización de recursos para esta área.
- No tienen registro de los mantenimientos para poder estimar costos y reducir las pérdidas por paradas o la generación de productos defectuosos.

Se propone realizar un mantenimiento preventivo para evitar o mitigar las consecuencias de las fallas de los equipos, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran.

La tarea de un mantenimiento preventivo es la conservación de equipos mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia.

Propuesta de Plan de Mantenimiento:

- Elaborar un registro de equipos y repuestos, con la finalidad de tener información de técnica de la maquinaria.
- Elaboración del Diagrama de Gantt
- Crear fichas y formatos de instrucciones técnicas que permitan registrar el tipo de mantenimiento, frecuencia y que materiales y herramientas se requiere.

- Elaborar ficha de supervisión rutinaria para identificar problemas en las maquinarias así como el mantenimiento necesario y gestionar la solución a través de solicitudes de mantenimiento y órdenes de trabajo.
- Elaborar un reporte de la maquinaria que contemple por maquina el número de fallas, cambio de repuestos, tiempos de parada así mismo como los costos que involucra, para poder contemplarlo en la planificación anual del área.

Dicho esto, y en base al total de fallas contabilizadas durante el año 2016 y 2017 en Eternit S.A.C, el número de fallas se encuentra en la tabla N°32 y el tiempo total de funcionamiento es el tiempo que la máquina rotomoldeadora es utilizada, es decir, todo el horario de producción, se calcula el tiempo medio entre falla por componente de cada equipo con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo medio entre falla (MTBF)} = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$$

$$\begin{aligned} \text{MTBF}_{\text{quemadores}} &= \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{70,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{70,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 106 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \\ &\cong 4,42 \frac{\text{días}}{\text{fallas}} \end{aligned}$$

$$\text{MTBF}_{\text{Ventilador}} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{22,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{22,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 332,8 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 13,9 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$\text{MTBF}_{\text{piñón}} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{29,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{29,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 253,8 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 10,57 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$\text{MTBF}_{\text{rodamientos}} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{30,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{30,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 245,5 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 9,44 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$\text{MTBF}_{\text{eje}} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{11 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{11 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 680,7 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 28,36 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{rodillo} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{14 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{14 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 493,71 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 22,29 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{eje\ principal} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{40 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{40 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 172,8 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 7,8 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{correa} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{22 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{22 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 314,18 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 14,18 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{molde} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{2 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{2 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 3456 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 156 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{motor} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{23 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{23 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 300 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 13,56 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{chumaceras} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{16,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{16,5 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 418 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 18,9 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{cadena} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{4 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{4 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 1728 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 78 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{candado} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{8 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{8 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 864 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 39 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

$$MTBF_{brazo} = \frac{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 24 \frac{\text{hrs}}{\text{día}}}{1 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = \frac{7488 \frac{\text{hrs}}{\text{año}}}{1 \frac{\text{fallas}}{\text{año}}} = 7488 \frac{\text{hrs}}{\text{fallas}} \cong 312 \frac{\text{días}}{\text{fallas}}$$

Este cálculo nos indica el periodo cada cuánto determinada máquina o componente presentará cierta falla, por lo que el mantenimiento preventivo deberá ser programado antes de lo estimado con la finalidad de evitar las consecuencias que estas traerían consigo.

TABLA N° 63 TIPO DE FALLA POR CADA COMPONENTE EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Máquina	Componente	Falla	Causas posibles
ROTOMOLDEADORA	Quemadores	Quemador se bloquea con llama (lámpara encendida)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensor de llama desconectado, sucio o descompuesto. ✓ Circuito sensor de llama interrumpido
		Quemador se bloquea sin llama (lámpara encendida)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interrupción en el circuito de encendido. ✓ El cable del transformador de encendido se ha secado. ✓ Válvulas solenoides no abren. ✓ La presión de gas no es normal ✓ Tobera consumida. ✓ No llega gas al quemador. Abrir la válvula manual o desbloquear OPSO.
		El quemador no se pone en marcha	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de tensión debido a que el interruptor general está abierto o falta tensión en la línea ✓ Algún termostato se ha quedado abierto. ✓ Falla en el controlador
		Bloqueos sucesivos de la llama en el encendido	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La tubería de gas contiene aire. ✓ Inestabilidad de la llama en la zona de ionización. ✓ La corriente de ionización es contrastada por la corriente de descarga del transformador de encendido.
	Ventilador	Ventilador no arranca	✓ Toma de aire sucia
	Piñón	Desgaste de dientes	✓ Vida útil terminada
	Rodamientos	Desgaste de rodamientos	✓ Vida útil terminada
	Eje	Giro fuera de eje	✓ Falta de lubricación
	Rodillos	Desgaste de rodillos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta lubricación ✓ Partículas contaminantes
	Eje Principal	Calentamiento del eje	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta lubricación ✓ Carga excesiva
		Ruidos extraños	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Carga excesiva ✓ Inadecuada instalación
		Desgaste de rodajes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inadecuada instalación ✓ Falta de lubricación
	Correa	Desgaste de correa	✓ Vida útil terminada
	Molde	Fracturas del molde	✓ Impacto, vibraciones
	Motor	Desgaste de rodamientos en motor	✓ Falta lubricación
Chumaceras	Desgaste de rodamientos en chumaceras	✓ Vida útil terminada, sobreesfuerzo.	
Cadena	Desgaste de cadena de paso	✓ Falta lubricación	

			✓ Partículas de resinas de polietileno entre dientes
	Candados Porta Alambres	Desgaste de candados	Vida útil terminada, sobreesfuerzo
	Brazo	Fracturas del brazo	Impacto, vibraciones

Una vez calculados los tiempos medios entre fallas de la máquina rotomoldeadora y plasmadas en las propuestas de solución, se puede concluir el plan de mantenimiento preventivo con un Cronograma de Actividades (Tabla N°67), donde se mostrarán los nuevos plazos establecidos de mantenimiento que ayudarán a disminuir retrasos por alguna falla de máquina y permitirá trabajar de una manera continua y eficiente.

En la tabla N°64 se presenta el Análisis de Modo de Falla y Efectos de la máquina Rotomoldeadora donde se presenta el modo de falla potencial, efectos potenciales, severidad (G), causas potenciales de falla, ocurrencia (O), controles actuales, la detección y el número de prioridad de riesgo (NPR) de cada pieza.

En la tabla N°65 se presenta la hoja de información de la máquina rotomoldeadora

En la tabla N°66 se presenta la hoja de decisión de la maquina rotomoldeadora.

En la tabla N°67 se presenta el programa de actividades de mantenimiento en la empresa Eternit S.A.C

TABLA N° 64 ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTOS DE LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA

AMEF									
Nombre del Equipo: Rotomoldeadora				Equipo de diseño:		Fecha: 22/11/18		N° AMEF: 1	
Sistema: Encendido				Gerardo Vásquez Chiroque		Condiciones existentes			
Sistema	Pieza	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de falla	G	Causas Potenciales de fallo	O	Controles Actuales	D	NPR
Eléctrico	Quemadores	Quemador se bloquea con llama (lámpara encendida)	Detención de la rotomoldeadora	7	✓ Sensor de llama desconectado, sucio o descompuesto.	3	Visual	3	63
					✓ Circuito sensor de llama interrumpido	3	Visual	4	84
		Quemador se bloquea sin llama (lámpara encendida)	Detención de la rotomoldeadora	7	✓ Interrupción en el circuito de encendido.	8	Visual	5	280
					✓ El cable del transformador de encendido se ha secado.	8	Visual	2	112
					✓ Válvulas solenoides no abren.	8	Visual	8	448
					✓ La presión de gas no es normal	8	Visual	4	224
					✓ Tobera consumida.	8	Visual	6	336
		✓ No llega gas al quemador. Abrir la válvula manual o desbloquear OPSO.	5	Visual	6	210			
		El quemador no se pone en marcha	Detención de la rotomoldeadora	6	✓ Falta de tensión debido a que el interruptor general está abierto o falta tensión en la línea	5	Visual	2	60

					✓ Algún termostato se ha quedado abierto.	5	Visual	7	210		
					✓ Falla en el controlador	5	Visual	4	120		
		Bloqueos sucesivos de la llama en el encendido	Detención de la máquina rotomoldeadora	8	✓ La tubería de gas contiene aire.	4	Visual	3	96		
							✓ Inestabilidad de la llama en la zona de ionización.	4	Visual	7	224
							✓ La corriente de ionización es contrastada por la corriente de descarga del transformador de encendido.	4	Visual	4	128
	Ventilador	Ventilador no arranca	Para de la producción	6	✓ Toma de aire sucia	8	Visual	8	384		
Mecánico	Piñón	Desgaste de dientes	Vibraciones excesivas	6	✓ Falta lubricación	8	Visual	5	240		
					✓ Partículas entre dientes	8	Visual	5	240		
	Rodamiento	Desgaste de rodamientos	Ruidos y movimientos inapropiados	5	✓ Vida útil terminada	9	Visual	8	360		
	Eje	Giro fuera de eje	Rozamiento con la carcasa	7	✓ Falta lubricación	4	Visual	4	112		
	Rodillos	Desgaste de rodillos	Ruidos y movimientos inapropiados	6	✓ Falta lubricación	4	Visual	5	120		
					✓ Partículas contaminantes	4	Visual	4	96		
	Eje Principal	Calentamiento del eje	Fractura del buje	6	✓ Falta lubricación	3	Visual	7	126		
					✓ Carga excesiva	3	Visual	7	126		
		Ruidos extraños	Ruptura de piñón	7	✓ Carga excesiva	5	Auditiva	3	105		

		Desgaste de rodajes	Fractura del eje	8	✓ Inadecuada instalación	6	Visual	7	336
					✓ Falta de lubricación	6	Visual	7	336
	Correa	Desgaste de correa	Mal funcionamiento detención de la rotomoldeadora	8	Vida útil terminada	7	Visual	2	112
	Molde	Fracturas del molde	Parada de la producción	8	✓ Impacto, vibraciones	1	Visual	3	24
	Motor	Desgaste de rodamientos en motor	Mal funcionamiento detención de la rotomoldeadora	4	✓ Falta lubricación	7	Lubricación	6	336
	Chumaceras	Desgaste de rodamientos en chumaceras	Detención de la producción	4	✓ Vida útil terminada, sobreesfuerzo.	6	Visual	7	168
	Cadena	Desgaste de cadena de paso	Parada de producción	6	✓ Falta lubricación	2	Visual	5	60
					✓ Partículas de resinas de polietileno entre dientes	2	Visual	6	72
	Candados Porta Alambres	Desgaste de cadena de paso Desgaste de candados	Para de producción	5	✓ Vida útil terminada, sobreesfuerzo	3	Visual	6	90
	Brazo	Fracturas del brazo	Para de producción	7	✓ Impacto, vibraciones	1	Visual	8	56

Fuente: Eternit S.A.C

TABLA N° 65 HOJA DE INFORMACIÓN DE LA ROTOMOLDEADORA

Hoja de Información: Rotomoldeadora						
Sistema: Mecánico Eléctrico						
Pieza	Función que desempeña (F)		Modo de Fallo Funcional (FM)		Causas potenciales de Fallo (FF)	
Quemadores	1	Brinda calor al molde para producir el tanque	A	Quemador se bloquea con llama (lámpara encendida)	1	Sensor de llama desconectado, sucio o descompuesto.
					2	Circuito sensor de llama interrumpido
			B	Quemador se bloquea sin llama (lámpara encendida)	1	Interrupción en el circuito de encendido.
					2	El cable del transformador de encendido se ha secado.
					3	Válvulas solenoides no abren.
					4	La presión de gas no es normal
					5	Tobera consumida.
					6	No llega gas al quemador. Abrir la válvula manual o desbloquear OPSO.
			C	El quemador no se pone en marcha	1	Falta de tensión debido a que el interruptor general está abierto o falta tensión en la línea
					2	Algún termostato se ha quedado abierto.
					3	Falla en el controlador
			D	Bloqueos sucesivos de la llama en el encendido	1	La tubería de gas contiene aire.
					2	Inestabilidad de la llama en la zona de ionización.

					3	La corriente de ionización es contrastada por la corriente de descarga del transformador de encendido.
Ventilador	2	Sistema de enfriamiento	A	Ventilador no arranca	1	Toma de aire sucia
Piñón	3	Medio de tracción de movimiento de la cadena para generar el movimiento	A	Desgaste de dientes	1	Falta lubricación
					2	Partículas entre dientes
Rodamiento	4	Reduce fricción entre el eje y las piezas conectadas a este (rodillos, etc.)	A	Desgaste de rodamientos	1	Vida útil terminada
Eje	5	Soporte o eje central por donde gira la rotomoldeadora	A	Giro fuera de eje	1	Falta de lubricación
Rodillos	6	Mecanismo para la transmisión	A	Desgaste de rodillos	1	Falta lubricación
					2	Partículas contaminantes
Eje Principal	7	Soporte por donde gira el rotor	A	Calentamiento del eje	1	Falta lubricación
			B	Ruidos extraños	1	Carga excesiva
			C	Desgaste de rodajes	1	Inadecuada instalación
					2	Falta de lubricación
Correa	8	Transmite movimiento rotacional entre engranajes	A	Desgaste de correa	1	Vida útil terminada
Molde	9	Por el cual se tendrá la forma de tanque	A	Fracturas del molde	1	Impacto, vibraciones
Motor	10	Transmite potencia mecánica a mecanismos de transmisión	A	Desgaste de rodamientos en motor	1	Falta lubricación
Chumaceras	11	Soporte	A	Desgaste de rodamientos en chumaceras	1	Vida útil terminada, sobreesfuerzo.
Cadena	12	Transmite movimiento rotacional para que haya movimiento en el alambre	A	Desgaste de cadena de paso	1	Falta lubricación
					2	Partículas de resinas de polietileno entre dientes
Candados Porta Alambres	13	Asegura el movimiento del alambre	A	Desgaste de candados	1	Vida útil terminada, sobreesfuerzo
Brazo	14	Soporte al molde	A	Fracturas del brazo	1	Impacto, vibraciones


TABLA N° 66 HOJA DE DECISIÓN DE LA ROTOMOLDEADORA

Hoja de decisión RCM			Sistema: Mecánico y Eléctrico						Facilitador: Gerardo Vásquez Chiroque				Fecha: / /		Hoja N° 01	
			Subsistema: Rotomoldeadora						Auditor:				Fecha: / /			
Referencia de Información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea propuesta		Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
FF	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
Quemadores																
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar dispositivo (sensor)		4 días	Operador de la Rotolmoldeadora
1	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N				
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Control total del dispositivo		4 días	Operador de la Rotolmoldeadora
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar cable			
1	B	3	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Controlar la línea de alimentación o reemplazar válvula solenoide			
1	B	4	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	- Calibrar o regular el quemador			
1	B	5	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	- Cambiar tobera			
1	B	6	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	- Revisar filtro de gas			
1	C	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cerrar los interruptores y esperar el retorno de la tensión		4 días	Operador de la Rotolmoldeadora
1	C	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N				
1	C	3	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	- Controlar conexiones y termostatos y/o presostatos - Reemplazar el controlador			
1	D	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	- Erogar el aire de la tubería		4 días	Operador de la Rotolmoldeadora
1	D	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	- Corregir la relación aire/gas.			
1	D	3	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	- Invertir la alimentación (lado 220 volt) del transformador de encendido			
Ventilador																
2	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Limpiar tomar de aire		13 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Piñón																

3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de piñones	10 días	Operador de la Rotolmoldeadora
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N			
Rodamiento															
4	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de rodajes en SKF	9 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Eje															
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Lubricación de eje	28 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Rodillo															
6	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de rodillos	22 días	Operador de la Rotolmoldeadora
6	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N			
Eje Principal															
7	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Lubricación de eje principal	7 días	Operador de la Rotolmoldeadora
7	A	2	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N			
7	B	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisión energía e instalación	7 días	Operador de la Rotolmoldeadora
7	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Cambio de rodajes 23226 EK en SKF	7 días	Operador de la Rotolmoldeadora
7	C	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N			
Correa															
8	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de correa	14 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Molde															
9	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Mantenimiento del molde	156 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Motor															
10	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Lubricación de motor	13 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Chumaceras															
11	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de chumaceras	18 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Cadena															
12	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de cadena	78 días	Operador de la Rotolmoldeadora
12	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N			
Candados Porta Alambres															

13	A	1	N	S	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambio de candados porta alambre	39 días	Operador de la Rotolmoldeadora
Brazo															
14	A	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Mantenimiento del brazo	312 días	Operador de la Rotolmoldeadora

TABLA N° 67 PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

 PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C.		ELABORADO POR: Gerardo Vásquez Chiroque		
PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA				
Actividades de Mantenimiento	Diario	Semanal	Mensual	Anual
Cambiar dispositivo de la quemadora (sensor)	Cada 4 días			
Control total del dispositivo	Cada 4 días			
Cambiar cable	Cada 4 días			
Controlar la línea de alimentación o reemplazar válvula solenoide	Cada 4 días			
Calibrar o regular el quemador	Cada 4 días			
Cambiar tobera	Cada 4 días			
Revisar filtro de gas	Cada 4 días			
Cerrar los interruptores y esperar el retorno de la tensión	Cada 4 días			
Controlar conexiones y termostatos y/o presostatos	Cada 4 días			
Reemplazar el controlador	Cada 4 días			
Erogar el aire de la tubería	Cada 4 días			
Corregir la relación aire/gas.	Cada 4 días			
Invertir la alimentación (lado 220 volt) del transformador de encendido	Cada 4 días			
Limpiar toma de aire		Cada 13 días		
Cambio de piñones		Cada 10 días		
Cambio de rodajes en SKF		Cada 9 días		
Lubricación de eje			Cada 28 días	
Cambio de rodillos		Cada 22 días		
Lubricación de eje principal		Cada 7 días		
Revisión energía e instalación		Cada 7 días		

Cambio de rodajes 23226 EK en SKF		Cada 7 días		
Cambio de correa		Cada 14 días		
Mantenimiento del molde			Semestral	
Lubricación del motor		Cada 13 días		
Cambio de chumaceras		Cada 18 días		
Cambio de cadena		Cada 78 días		
Cambio de candados porta alambre		Cada 39 días		
Mantenimiento del brazo				Anual

3.6.2.1. Elaboración de Formatos

3.6.2.1.1. Registro de Equipos y Repuesto

Se elaboró una ficha de registro de equipos y repuesto, la cual tendría como información el área de ubicación en la empresa, etapa del proceso, nombre de la máquina, función, marca, numero de repuestos y nombre de los mismos.


		REGISTRO DE EQUIPOS Y REPUESTOS	
SISTEMA:		PÁG:	
NOMBRE DEL EQUIPO:			
ÁREA DE UBICACIÓN		COSTO	
FABRICANTE Y/O PROVEEDOR		TELÉFONO:	
DIRECCIÓN			
N° de REPUESTOS:		TELE - FAX	
Especificaciones y características:			
Funcionamiento y manejo:			
Observaciones:			
REALIZADO POR:		VERIFICADOR POR:	

TABLA N° 68 REGISTRO DE EQUIPOS Y REPUESTOS

3.6.2.1.2. Instrucciones Técnicas

Consiste en realizar una clasificación de las acciones de mantenimiento a ejecutar sobre cada máquina. Se elaboró un formato en el cual se describe el tipo de mantenimiento que puede ser preventivo, correctivo, predictivo y , los tipos de actividades entre las que se clasifica en Mecánicas, Lubricación, Eléctrica, Instrumental y Generales, descripción de actividades, personal necesario y la frecuencia de la misma que puede ser diarias, semanal, quincenal, mensual, trimestral y anual.

TABLA N° 69 INSTRUCCIONES TÉCNICAS

INSTRUCCIONES TÉCNICAS				
		MAQUINA: _____		
		MANTENIMIENTO : _____		PÁG: _____
T.M (Tipo de mantenimiento)	DESCRIPCIÓN		P (Personal)	F (Frecuencia)
REALIZADO POR:		VERIFICADO POR:		

3.6.2.1.3. Supervisión Rutinaria

Este procedimiento tiene como objetivo el chequeo del funcionamiento de equipos para asegurar el cumplimiento de las Instrucciones Técnicas ejecutadas por los operarios y de esta manera detectar fallas si las hay y proponer las soluciones.

En esta ficha se contemplaría datos como área, nombre de la máquina, fecha, descripción de la falla o de lo observado, acción de mantenimiento de necesario y acciones recomendadas.


TABLA N° 70 MANTENIMIENTO RUTINARIO

								
Mantenimiento Rutinario								
Área:	Máquina:							
Semana N°	Fecha:						Hoja N°	
Descripción	Acción de mantenimiento							Acción recomendada
	E	M	H	N	L	G	I	
E: eléctrico / M: mecánico / H: hidráulico / N: neumático/ I: instrumental					REALIZADO POR:			

3.6.2.1.4. Recorrido de Inspección

Una vez realizado la supervisión rutinaria, identificando las fallas, se establecerá el estado de la situación si es soportable, si es posible programar o en su defecto si es crítico, así mismo la prioridad, clasificado en urgente, programable, espera de mantenimiento.


TABLA N° 71 RECORRIDO DE INSPECCIÓN

									
RECORRIDO DE INSPECCIÓN									
ÁREA							FECHA:		
ASIGNADO A:									
CÓDIGO	ESTADO			PRIORIDAD			ACCIÓN RECOMENDADA		
	A	B	C	A	B	C			
ESTADO A.- SOPORTABLE B.- PROGRAMAR C.- CRÍTICO		PRIORIDAD A.- URGENTE B.- PROGRAMAR C.- ESPERAR MANTENIMIENTO			RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN				

3.6.2.1.5. Registro de averías

Este formato tendrá como objetivo recopilar el historial de los equipos. Tendrá como información el nombre de la máquina, el tipo de falla, ya sea mecánica, eléctrica, de aspectos generales, lubricación o de instrumentación, contemplará la descripción de la falla, el día, desde cuando inició y cuando finalizó y quien lo reportó.


TABLA N° 72 REGISTRO DE AVERÍAS

									
REGISTRO DE AVERÍAS									
ÁREA					EQUIPO:				
ASIGNADO A				DESDE:			HASTA		
FALLAS						TIEMPO			REPORTADO POR
CÓDIGO	M	E	G	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	DÍA	DESDE	HASTA	TOTAL	

3.6.2.1.6. Orden de Trabajo

Se origina a partir de los registros anteriores, con el fin de generar un registrar la ejecución del mantenimiento. Este formato contendrá, la ubicación de la avería, responsable de las acciones, descripción de las acciones, el tipo de repuesto, herramientas y mano de obra, así mismo se registrará hora de inicio y de fin, horas hombre, informe de ejecución y la verificación de la misma.

TABLA N° 73 ORDEN DE TRABAJO

							
ORDEN DE TRABAJO							
UBICACIÓN DE LA AVERÍA		MÁQUINA			ORDEN A:		
ACCIÓN ASIGNADA A LA UNIDAD DE				RESPONSABLE DE LA ACCIÓN:			
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN							
ORDENADO POR:							
LIQUIDACIÓN DE MATERIALES, REPUESTO Y MANO DE OBRA							
REGLÓN N	MÁQUINA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN N	N° DE SALIDA DEL MATERIAL	N° DE REQUISICIÓN N	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL (1)
COSTO TOTAL DE MATERIALES Y RESPUESTO UTILIZADOS							
FECHA I	HORA I	FECHA F	HORA F	PERSONAL UTILIZADO			
HORAS TOTALES UTILIZADAS (2)	VALOR PROMEDIO HORA HOMBRE (3)	TOTAL MANO DE OBRA (4) = (3)*(2)			VALOR TOTAL DE LA ORDEN (S) = (4) + (1)		
INFORME DE EJECUCIÓN:							
OBSERVACIONES:				EJECUTOR			
I. INICIO				F. FINAL			
						VERIFICADOR POR	

3.6.2.1.7. Reporte de Maquinaria

Con este reporte permite realizar un estudio de las fallas y lograr una nueva programación del mantenimiento, así mismo permitirá realizar correcciones en el tiempo de programación de mantenimiento y parámetros de mantenimiento como costos y tiempo utilizado.


TABLA N° 74 REPORTE DE MAQUINARIA

								
REPORTE DE MAQUINARIA								
EQUIPO								
ÁREA								
N° FALLA	N° DE ORDEN	FECHA :	FALLA DEBIDA A:	PERSONAL UTILIZADO	H-H UTILIZADO	COSTOS		
						MA T Y REP	H – H	TOTALE S
PERIODO DE RECOPIACIÓN					RECOPIADO POR:			
DESDE _____ HASTA _____								

3.6.2.1.8. Presupuesto de mantenimiento

Con este formato lo que se busca es cotizar el mantenimiento y detallar los costos que involucra el mantenimiento anualmente y poder programar para el siguiente año.

TABLA N° 75 PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

						
PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO						
UNIDAD A PRESUPUESTAR		PÁGINA N° __ DE			AÑO:	
CÓDIG O	CANTIDAD	MATERIALES, REPUESTOS EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS		COSTOS		
	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	UNIDAD	COSTO	TOTAL
TOTAL						

3.6.2.2. Reducción de Fallas

Según el experto en mantenimiento industrial el ingeniero Santiago García, un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de producción, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación.

De acuerdo Pere- Joan Sarda, ingeniero del Grupo Gaherma, empresa especialista en mantenimiento industrial, los mantenimientos preventivos deben representar un 60% del mantenimiento total y un 40% deben ser correctivos. [29]

Al tener este sustento de los expertos nuestro plan de mantenimiento abarcaría la solución de un 60% de las incidencias de la empresa.

TABLA N° 76 REDUCCIÓN DE FALLAS DE MAQUINARIA

FALLAS POR MAQUINARIA	PORCENTAJE AL APLICAR PLAN DE MNTTO	REDUCCIÓN DE FALLAS DE MAQUINARIA
589	60%	236

3.6.3. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL INADECUADA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA ROTOMOLDEADORA

La falta de personal calificado para laborar en el proceso de producción de tanques, es una de las causas principales por la cuales existen productos defectuosos.

Es por este motivo que como dentro de plan de mejora se ha propuesto un Plan de Capacitación a los trabajadores del área de producción en la Eternit S.A.C.

Para controlar de manera apropiada la máquina de rotomoldeado es necesario un plan de capacitación. Para ello es importante considerar la capacitación al personal para que le ayude a comprender la importancia de lo que realizan y mejoren en sus puestos de trabajo.

A continuación se muestra las actividades que se tienen que tener en cuenta antes de realizar un plan de capacitación

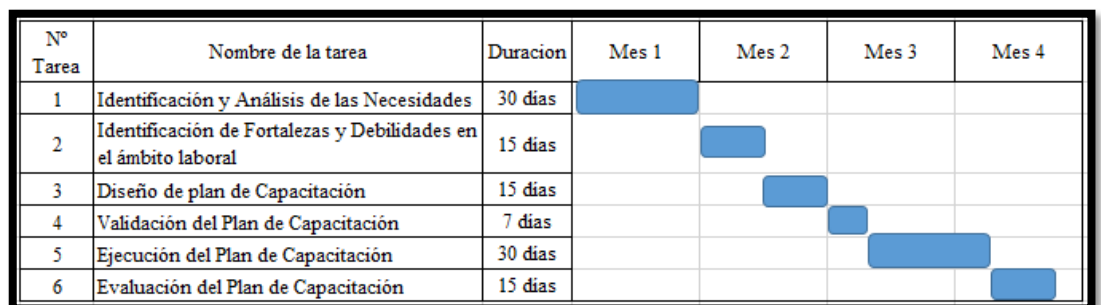



FIGURA Nº 47 DIAGRAMA DE GANTT - PLAN DE CAPACITACIÓN

Fuente: Eternit S.A.C

Como se muestra en el Diagrama de Gantt, para realizar un plan de capacitación, primero debemos de realizar una serie de tareas como por ejemplo: la identificación y análisis de las necesidades de la empresa al realizar una capacitación, en la que se notó que el personal tiene poco o casi nada conocimiento de la máquina rotomoldeadora; es aquí donde entra a tallar un tema para el plan de capacitación; segundo identificar las fortalezas y debilidades en el ámbito laboral, luego se diseña el plan de capacitación, para

luego dar una validación, una ejecución y por último la evaluación del plan de capacitación.

Para el diseño del plan de capacitación, primero se debe de identificar las necesidades de la empresa; es con estas necesidades que se ha elaborado un contenido de módulos del plan de capacitación, es por tal motivo que nuevo plan va a tener desde conceptos básicos, hasta a la explicación y de detalle de cada proceso de producción. Los módulos del plan de capacitación van a ir a corte con los procesos de producción. Y en cada uno de los módulos va a estar destinado para un área específica.

 Eternit	PLAN DE CAPACITACIÓN
I.	ACTIVIDAD DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C. – Chiclayo es una empresa de fabricación de tanques de almacenamiento de agua.
II.	JUSTIFICACION El plan de capacitación del personal son acciones que aportan las competencias, o capacidades, que requieren el recurso humano para cumplir los objetivos fijados. Como se sabe el recurso más importante en cualquier organización lo forma el personal implicado en las actividades laborales. Esto es de especial importancia en una organización que fabrica productos, en la cual la capacidad y rendimiento de los colaboradores influye directamente en la calidad y rendimiento de los productos que se brindan al mercado. El presente plan de capacitación es de aplicación para todo el personal que labora en la parte operativa de la empresa ETERNIT S.A.C.
III.	FINES DEL PLAN DE CAPACITACION El presente plan de capacitación tiene como propósito el brindar capacitación a los operadores, con el fin de impulsar eficacia y aumentar el

rendimiento organizacional a través de charlas, conferencias y relatos de trabajadores con experiencia.

Con esta capacitación se requiere tener un personal.

- Mantener al trabajador empapado de cosas nuevas en cuanto a maquinaria, modos de manejar una máquina, en mejora a su desempeño diario.
- Métodos nuevos de trabajo.
- Controles de indicadores, como una herramienta de uso diario, para que pueda identificar como está realizando su trabajo.

IV. OBJETIVOS DEL PLAN DE CAPACITACION

4.1. Objetivos Generales

- Brindar capacitación a los trabajadores en la empresa de fabricación de tanques ETERNIT S.A.C.
- Brindar oportunidades de desarrollo personal

4.2. Objetivos Específicos

- Proporcionar orientación e información en temas operativos y de desarrollo.
- Promover conocimientos y desarrollar habilidades que cubran los requerimientos para los puestos de trabajo de cada trabajador.
- Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en áreas especializadas de cada tarea del trabajador.

V. TIPOS Y MODALIDADES DE CAPACITACION

- Capacitación Preventiva: es aquella orientada a prever los cambios que se producen en el personal, toda vez que su desempeño puede variar con los años, sus destrezas pueden deteriorarse y la tecnología hacer obsoletos sus conocimientos.
- Capacitación Correctiva: está orientada a solucionar problemas de desempeño. En tal sentido, su fuente original de información es la evaluación del desempeño realizada normalmente en la empresa.

VI. TEMAS DE LA CAPACTACION

1. Principio y Generalidades del Rotomoldeo

1.1 Principio de Funcionamiento

1.2 Variables

1.2.1 Calentamiento

1.2.2. Enfriamiento

1.2.3. Extracción de la pieza

1.2.4 Rotación del molde

<ul style="list-style-type: none"> 1.2.5 Características de la materia prima 1.3. Componentes 1.4. Moldes <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 Moldes de lámina metálica 1.4.2 Aluminio vaciado (cast). 2. Calibración de la máquina de la máquina de rotomoldeado. (ELECTRICIDAD INDUSTRIAL) 3. Utilización del equipo de medición (balanza).

Fuente: Curso Técnico Rotomoldeo de plásticos de la UOYEP

El Centro de Unión Obreros y Empleados Plásticos (UOYEP). Será la responsable de brindar la capacitación a los operarios sobre el control y calibración de la máquina de rotomoldeo a través de su curso Electricidad Industrial. [30]

3.6.3.1. Calibración de la máquina de rotomoldeo

El curso está dirigido a aquellas personas con conocimientos previos, ya sea, por haber trabajado en la industria en general o, por haber realizado el curso de electricidad domiciliaria previamente. El Egresado estará en condiciones de definir e interpretar, procesos de transformación y de operaciones básicas de la Industria Plástica y, lograr la Esquematación de procesos industriales, diagramas de procesos y la simbología específica. Se estudiarán, los Equipos de rotomoldeo y Dispositivos de Regulación. Instalaciones, Averías, mantenimiento, regulación y Control Electrónico de Motores. Controladores y Automatas Programables. Maquinas Eléctricas: La Corriente Alterna, Electrotecnia, Motores y Maniobras, Transformadores y Autotransformadores, Mantenimiento Global, reparación de la máquina rotomoldeadora. Supervisión y Control de las Instalaciones, trabajo en condiciones de seguridad e higiene personal. Seguridad Eléctrica. Reparación de Averías en Campo. Componentes de Mando y Potencia.

El ponente responsable de dictar la capacitación sobre el control de la máquina es el ingeniero mecánico Constantino Delgado, especialista en Rotomoldeo.

TABLA N° 77 CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN

Tema	Responsable	Tiempo	Recurso	Periodo de ejecución/mes							
				1	2	3	4	5	6	Opcional	
Principio y generalidades del rotomoldeo	Ing. Constantino Delgado	8 h	Gerencia, personal administrativo, operarios y técnicos.	x							
Utilización de equipos de medición y calibración	Ing. Constantino Delgado	4h	Gerencia, personal administrativo, operarios y técnicos.		x						
Procedimiento de calibración de la máquina de rotomoldeo	Ing. Constantino Delgado	24h	Gerencia, personal administrativo, operarios y técnicos.		X	X	X	X			
Respuesta ante emergencias, paradas y descalibraciones de la máquina.	Ing. Constantino Delgado	3h	Gerencia, personal administrativo, operarios y técnicos.							X	

Elaboración Propia

3.6.4. MEJORA: INADECUADO MANEJO DE ESPACIOS

En base a la distribución de planta actual de Eternit S.A.C se logró determinar todas las áreas necesarias para la nueva distribución, estas son:

1. Servicios higiénicos en producción
2. Área de mantenimiento y Calidad
3. Área de desperdicios

TABLA N° 78 MATRIZ DE RELACIONES ENTRE LAS DIFERENTE ÁREAS EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

	Almacén de MP	Almacén de PT	Oficina Administrativa	Baños de administración	Vigilancia	Mantenimiento y Calidad	Baño de Producción	Área de desperdicios	Área de Pesado	Rotomoldeado	Perforado	Retocado
Almacén de MP	-	U	U	U	U	I	I	U	A	E	U	U
Almacén de PT	O	-	U	U	U	E	I	A	O	O	O	I
Oficina Administrativa	U	I	-	A	I	U	U	U	U	U	U	U
Baños de Administración	U	U	A	-	A	U	U	U	U	U	U	U
Vigilancia	U	I	I	A	-	U	U	U	U	U	U	U
Mantenimiento y Calidad	I	I	U	X	U	-	X	X	A	A	I	I
Baño de Producción	I	I	U	X	X	X	-	U	I	I	I	I
Área de desperdicios	X	A	X	U	U	U	O	-	U	U	U	U
Área de Pesado	A	O	U	U	U	A	I	U	-	A	I	I
Rotomoldeado	I	I	U	U	U	A	I	U	A	-	A	I
Perforado	I	I	U	U	U	I	I	U	I	A	-	A
Retocado	U	A	U	U	U	O	I	I	I	I	A	-

Código	Proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Conveniente
U	Indiferente
X	No recomendable

En la siguiente figura se muestra el diagrama de recorrido implantando la mejora en la proceso de producción de tanques, se puede apreciar que el recorrido es en forma de U invertida, lo cual permite que el proceso sea más fluido evitando los tiempos por transporte.

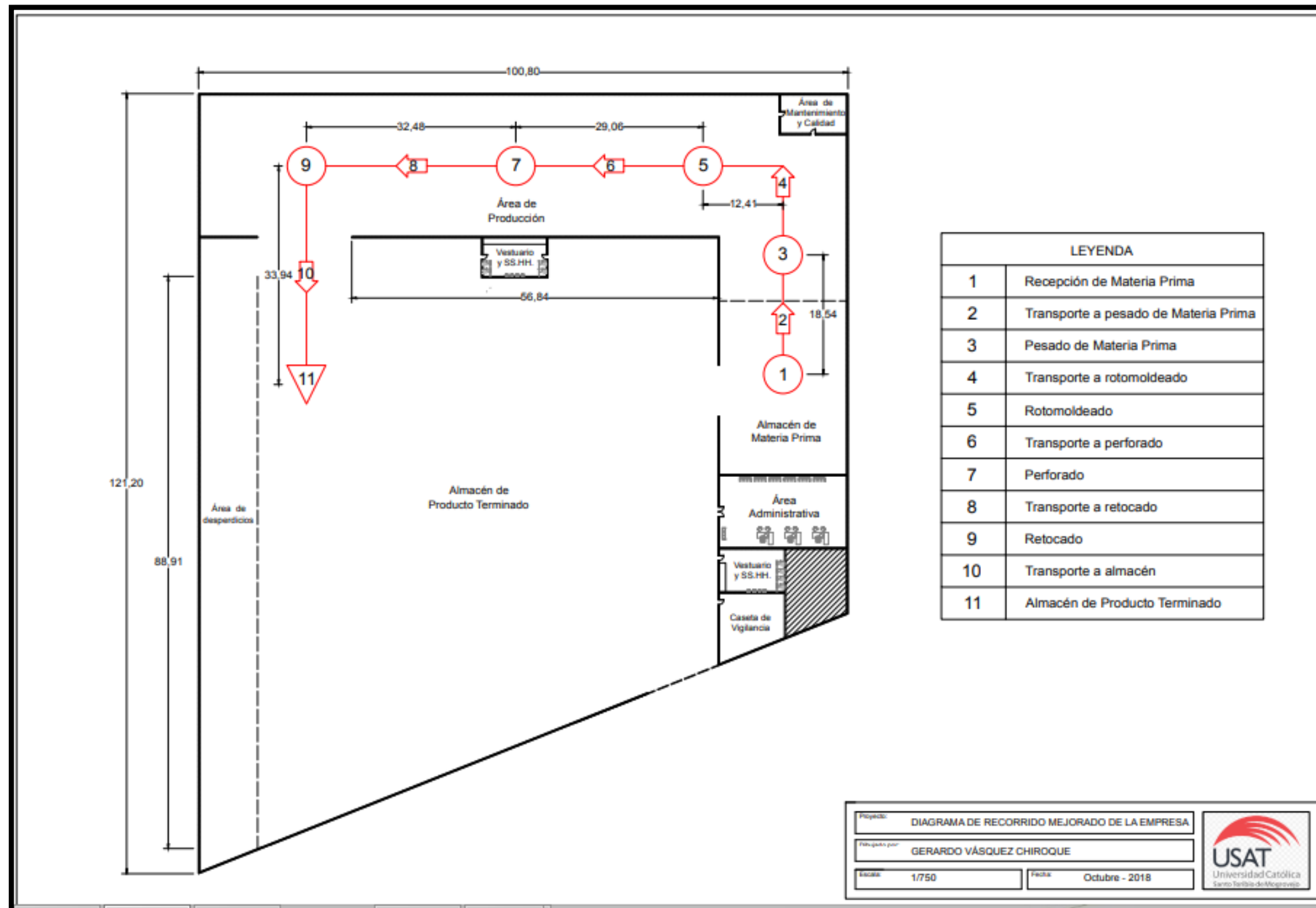


FIGURA N° 48 MEJORA DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PRODUCCIÓN DE TANQUES EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C.

A continuación se presenta la distribución de planta con la nuevas áreas implementadas.

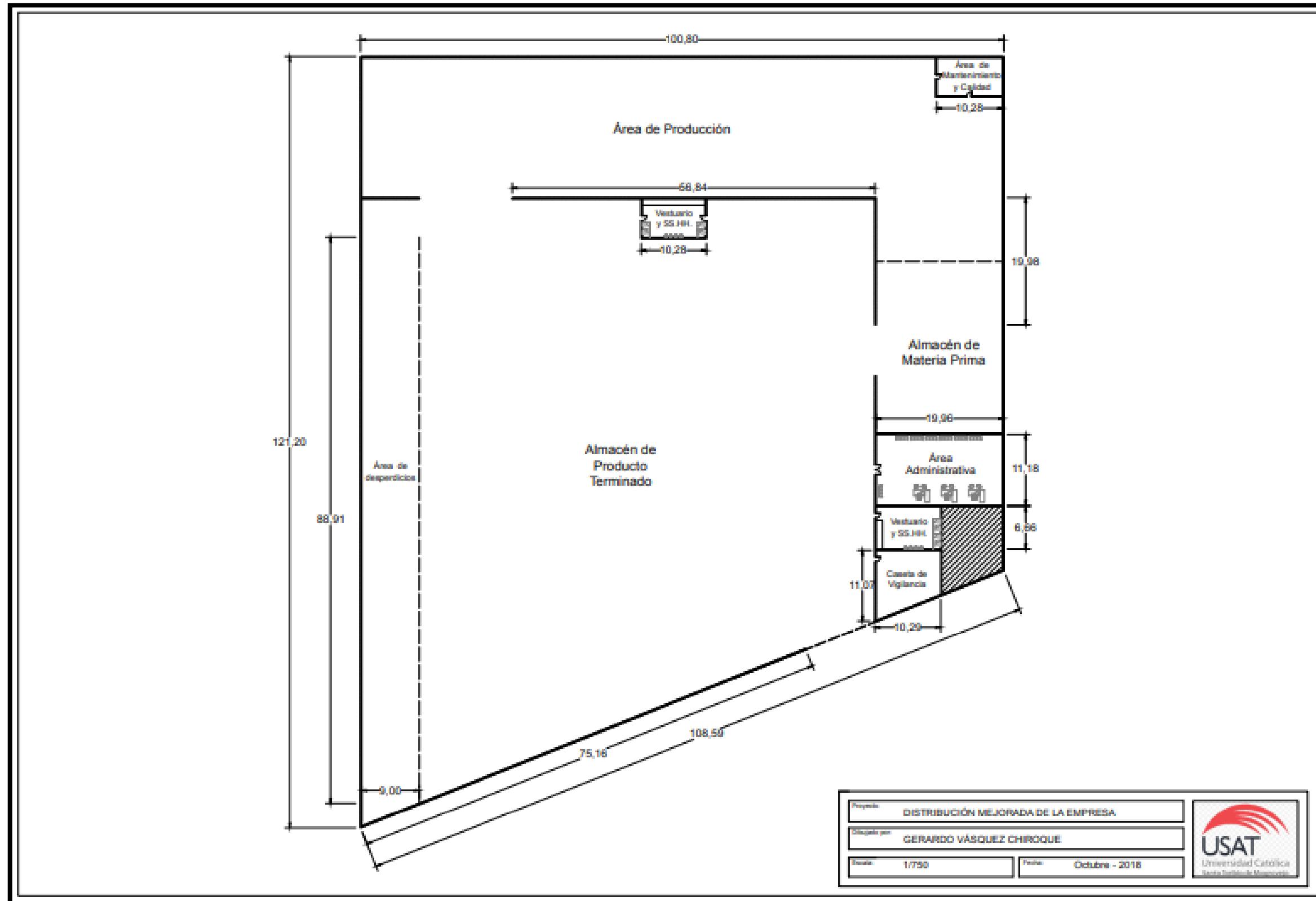


FIGURA N° 49 MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Con la nueva propuesta de distribución de planta se presenta la tabla N° 79 con los tiempos antes y después de la mejora para visualizar la reducción de distancias que se redujo.

TABLA N° 79 DISTANCIAS Y TIEMPOS DE TRANSPORTES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

Descripción de Transporte	Antes		Después	
	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia	Tiempo
Transporte de MP al área de pesado	18,5 m	2 min	18,5 m	2 min
Transporte del área de pesado al área de rotomoldeado	77 m	5 min	12,06 m	0,5 m
Transporte al área de perforado	36,5 m	3 min	29,06 m	3 min
Transporte al área de retocado	29,12 m	3 min	32,5 m	3 min
Transporte al almacén de producto terminado	61,5 m	5 min	33,94 m	2,5 min
Total	222,62 m	18 min	126,06 m	11 min

Al comparar la tabla N°79 se puede evidenciar que existe una disminución de distancias entre áreas y tiempos, con una diferencia de 96,56 metros y 7 minutos respectivamente, lo que en producción de tanques equivale a:

$$\text{Tanques no producidos por act, improproductivas} = 5,583 \frac{\text{tanques}}{\text{hr}} * 0,117 \text{ hrs}$$

$$\text{Tanques no producidos por act, improproductivas} = 0,65 \text{ tanques}$$

Esto significa que actualmente Eternit S.A.C deja de producir 0,65 tanques por hora por actividades no productivas en el proceso, unidades de producción que al multiplicarse por su costo de producción representa el monto en soles que la empresa deja de percibir, tal como se muestra a continuación:

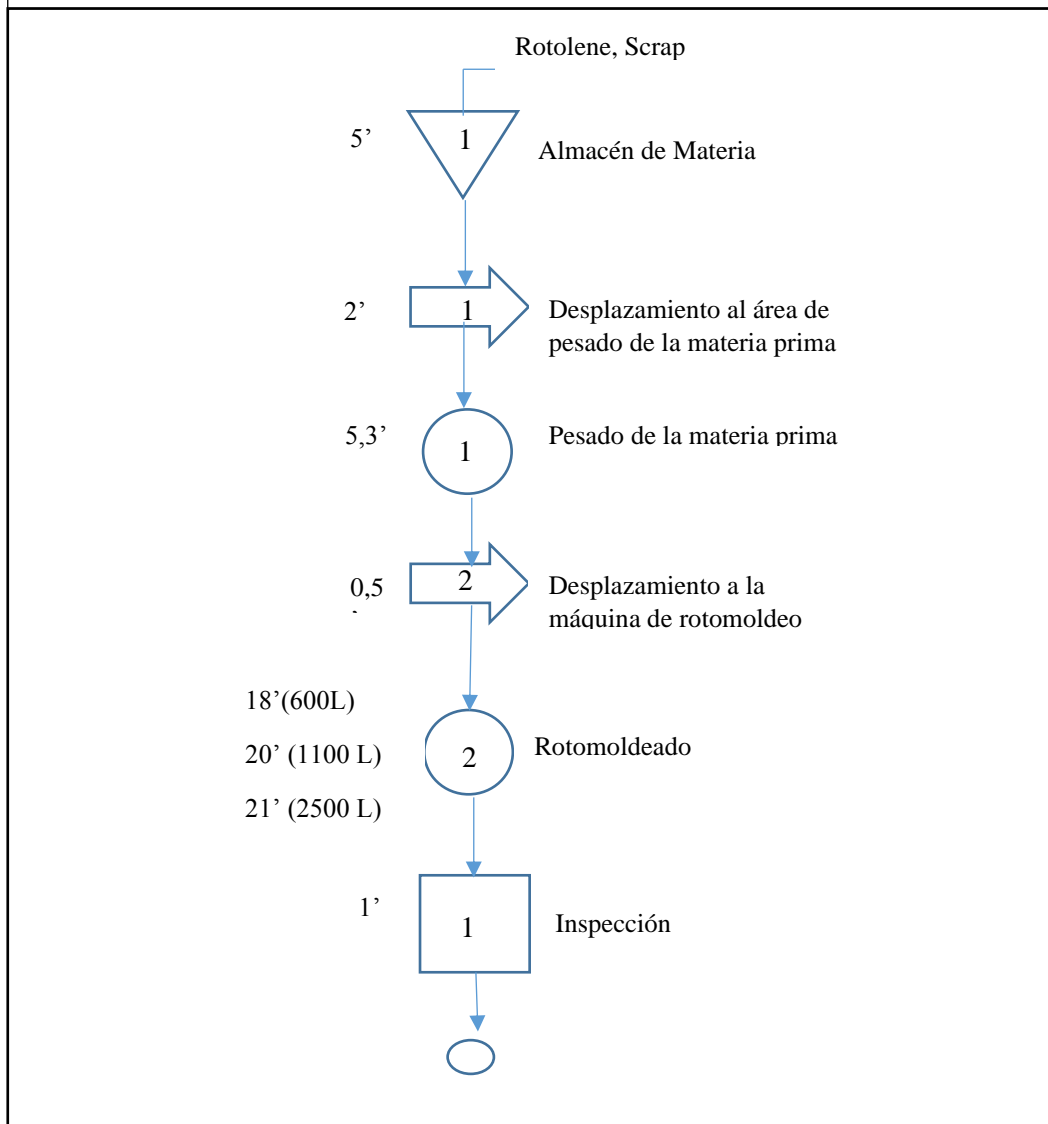
$$\text{Utilidad no percibida por act, improproductivas} = 0,65 \text{ tanques} * 36,82 \frac{\text{soles}}{\text{tanque}}$$

$$\text{Utilidad no percibida por act, improproductivas} = 23,93 \text{ soles}$$

Por otro lado, se vio conveniente la implementación de tres áreas nuevas dentro de la empresa, consideradas necesarias e importantes y que hoy en día Eternit S.A.C carece, estas son: área de mantenimiento y calidad, servicios higiénicos del área de producción y el área de desperdicios, Las dimensiones propuestas para cada área son de 10,28 m x 6,66 m para mantenimiento y calidad, 10,28 m x 6,66 m para los servicios higiénicos de producción para damas y caballeros, y el almacén de desperdicios con 88,91 m x 9 m,

Finalmente, mediante la consulta de un Ingeniero Civil se logró costear la inversión necesaria para la construcción de las tres áreas nuevas ya mencionadas, este monto suma un total de S/ 155 500

En la siguiente figura se muestra el diagrama de análisis de proceso aplicando la mejora propuesta, se aprecia que hay una disminución en los tiempos de transporte y en el proceso de rotomoldeado debido a que se eliminó el tiempo por preparación de máquina por producto defectuoso que representaba 1,5 minutos.



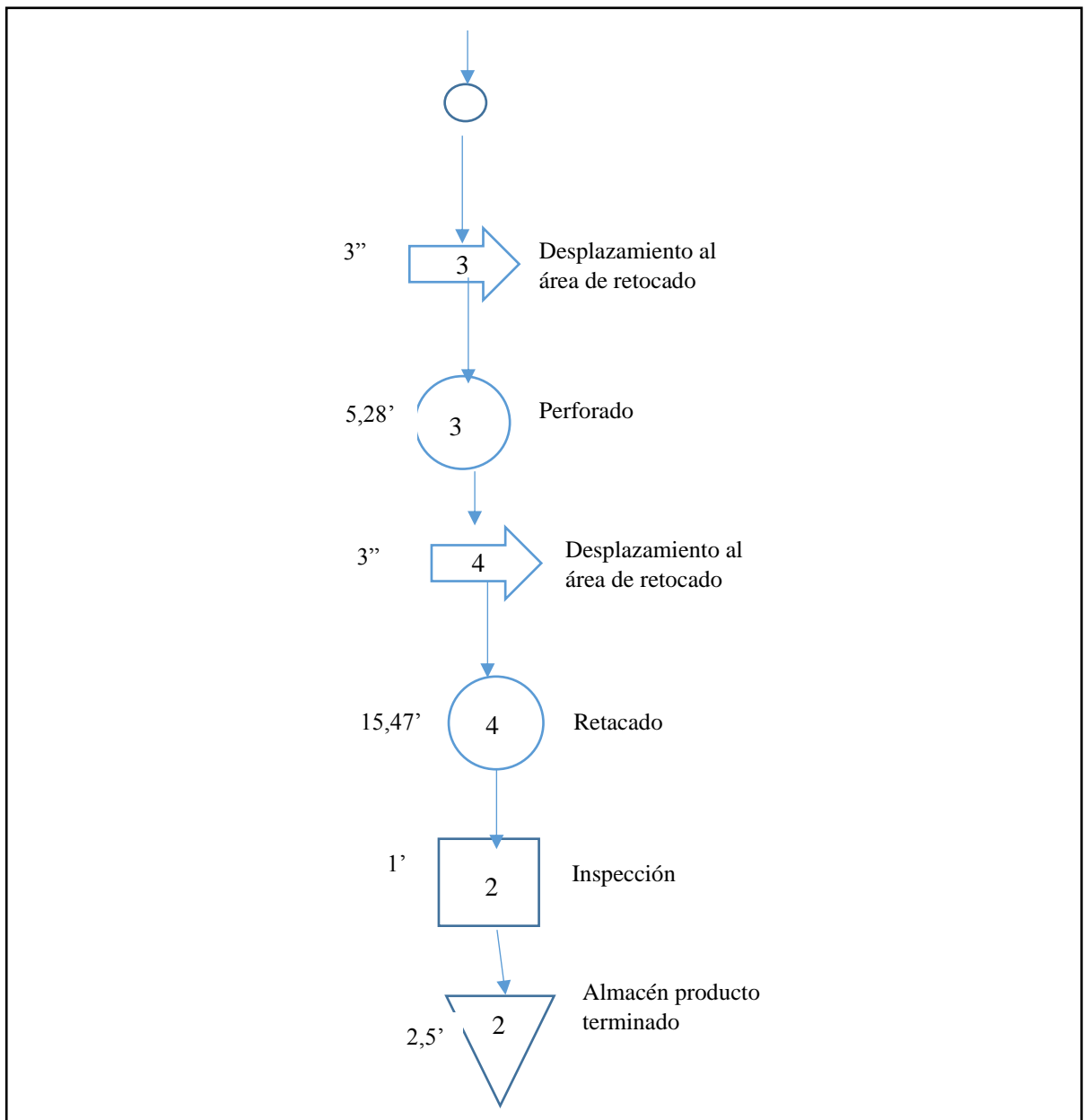


FIGURA N° 50 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DESPUÉS DE LA MEJORA.

En la siguiente tabla se aprecia que el tiempo de elaboración de tanques en la empresa Eternit S.A.C ha disminuido 4 minutos después de la mejora y esto se debe a la disminución en los tiempos de transporte, en la tabla N°8 se observa el tiempo de fabricación de tanques antes de la mejora.

TABLA N° 80 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE LA ELABORACIÓN DE TANQUES DE 600 L, 1100 L Y 2500 L DESPUÉS DE LA MEJORA

Resumen				
Actividad	Cantidad	Tiempo 600 L (minutos)	Tiempo 1100 L (minutos)	Tiempo 1100 L (minutos)
Operación	4	44,05	46,05	47,05
Inspección	2	2	2	2
Operación - inspección	0	0	0	0
Transportes	4	3,5	3,5	3,5
Almacenamiento	2	10	10	10
Total	12	60,05	62,05	63,05

3.7 Nuevos Indicadores de Producción y Productividad

Eficiencia Física

La eficiencia física es el aprovechamiento de la materia prima, debido a esto y a la estandarización de la composición de la mezcla (Tabla N°8) será:

$$Eficiencia = \frac{\text{Peso del producto terminado}}{\text{Peso de la materia prima}}$$

Eficiencia tanques de 2500 L

El aprovechamiento útil de la materia prima es de 95,77%

$$Eficiencia_{2500 L} = \frac{34 \text{ kg de producto terminado}}{35,5 \text{ kg de materia prima}} = 95,77\%$$

Eficiencia tanques de 1100 L

El aprovechamiento útil de la materia prima es de 91,89%

$$Eficiencia_{1100 L} = \frac{17 \text{ kg de producto terminado}}{18,5 \text{ kg de materia prima}} = 91,89\%$$

Eficiencia tanques de 600 L

El aprovechamiento útil de la materia prima es de 83,97%.

$$Eficiencia_{600 L} = \frac{11 \text{ kg de producto terminado}}{13,1 \text{ kg de materia prima}} = 83,97\%$$

Producción

Producción de tanques de 1100 L

Para calcular la producción posterior a la mejora se debe tomar en cuenta que el tiempo para preparar la máquina debido a la mala composición de la materia prima ya no se tomará en cuenta, de este modo la nueva producción será:

$$\text{Producción (Tanques 1100 L)} = \frac{1440 \text{ min/día}}{20 \text{ min/día}} = 72 \text{ tanques/día}$$

Producción de tanques de 2500 L

Para calcular la producción posterior a la mejora se debe tomar en cuenta que el tiempo para preparar la máquina debido a la mala composición de la materia prima ya no se tomará en cuenta, de este modo la nueva producción será:

$$\text{Producción (Tanques 2500 L)} = \frac{1440 \text{ min/día}}{21 \text{ min/día}} = 68 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Productividad

Este indicador nos permitirá medir la relación entre la cantidad de productos terminados y la cantidad de materia prima empleada para dicha elaboración.

Productividad de materiales

Como se observa en el siguiente cálculo se obtiene que se procesan 3746 kg al día, obteniendo al día 140 tanques al día

$$P_{materiales} = \frac{140 \text{ tanques/día}}{3746 \text{ kg/día}} = 0.037 \text{ tanques/kg}$$

La productividad en la elaboración de los tanques es de 0,038 tanques/kg

Productividad de mano de obra:

Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario, con relación a la materia prima que sale del proceso, como se observa, se obtiene que se procesarán 468,25 kilogramos por día por operario, que son 17,5 tanques/operario.

$$P_{\text{mano de obra}} = \frac{140 \text{ tanques/día}}{8 \text{ operarios}} = 17,5 \text{ tanques/operario x día}$$

La productividad de mano de obra es de 468,25kg/operario x día, en las línea de producción.

Productividad económica: Este cálculo permite establecer que se tiene un costo de producción

C. Capacidad

Capacidad de diseño

La capacidad máxima teórica que la empresa tiene es de 214 tanques por día., que está representada por la máquina rotomoldeadora, debido a que esta operación representa el cuello de botella de la fabricación de tanques dentro de la empresa.

$$\text{Capacidad de diseño} = 214 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Capacidad efectiva o real

La capacidad real con la que la empresa trabaja actualmente y que espera alcanzar es de 140 tanques por día

$$\text{Capacidad real} = 140 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Capacidad Ociosa

La capacidad que la empresa no está aprovechando es de 74 tanques al día.

$$\text{Capacidad ociosa} = 214 \frac{\text{tanques}}{\text{día}} - 140 \frac{\text{tanques}}{\text{día}} = 74 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}$$

Capacidad Utilizada

Para calcular este indicador se tiene la capacidad de diseño de la rotomoldeadora con relación a la capacidad real de la máquina, y tal como se muestra en la fórmula se tiene una utilización de 58,33%.

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{140 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}}{214 \frac{\text{tanques}}{\text{día}}} \times 100 = 65\%$$

Los productos defectuosos se logran reducir considerablemente con respecto a los 5897 tanques defectuosos después de la mejora se tendrán solo 278 tanques en el mismo periodo de investigación.

La mala composición de la materia prima se logra reducir a 0 debido a que ya no existirá un incorrecto pesado de las materia primas.

Las fallas en la máquina rotomoldeadora se reducirá a 236 que corresponde a una falla por cada 4 días de trabajo después de aplicado el mantenimiento preventivo. (Tabla N°48)

Los productos defectuosos debido al inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora se logran reducir a 0 debido a que existirá una continua capacitación a los operarios para que logren dominar la máquina rotomoldeadora.

El costo unitario se calcula a partir del promedio del costo de los tres tipos de tanques (tabla N°10)

TABLA N° 81 PRODUCTOS DEFECTUOSOS CON LA PROPUESTA DE MEJORA

Causa	Frecuencia	Frecuencia Porcentual	Costo Unitario	Costo
Mala composición de la materia prima	0	0%	S/. 36,82	S/.0
Falla en la máquina rotomoldeadora	236	84,89%	S/. 36,82	S/. 8689,52
Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	0	0%	S/. 36,82	S/. 0
	236	100%		S/. 8 689,52

Se logra reducir considerablemente las pérdidas económicas por productos defectuosos en la empresa Eternit S.A.C en un 94,59% aproximadamente.

TABLA N° 82 PÉRDIDAS ECONÓMICAS ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA EN EL PERIODO DE ENERO DEL 2016 A DICIEMBRE DEL 2017.

Antes de la mejora		Después de la mejora	
Causa	Costo	Causa	Costo
Mala composición de la materia prima	S/. 134 599	Mala composición de la materia prima	S/.0
Falla en la máquina rotomoldeadora	S/. 18 785	Falla en la máquina rotomoldeadora	S/. 8 689,52
Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	S/ 36 318	Inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora	S/. 0
Total	S/ 189 702	Total	S/ 8 689,52
Reducción (pérdidas económicas)		95,42%	

A continuación se presentan los nuevos indicadores aplicada la propuesta de mejora y la comparación con los indicadores antes de la mejora.

TABLA N° 83 INDICADORES (ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA)

Indicador	Actual	Propuesta	Mejora	Mejora %	
Eficiencia Física (2500 L)	94,06%	95,77%	1,71%	Incremento	1,79%
Eficiencia Física (1100 L)	87,74%	91,89%	4,15%	Incremento	4,73%
Eficiencia Física (600 L)	81,17%	83,97%	2,8%	Incremento	3,45%
Producción (und)	137	140	3	Incremento	0,02%
Productividad de materiales (tanques/kg)	0,036	0,037	0,001	Incremento	2,77%
Productividad de mano de obra (tanque/operario x día)	16,75	17,5	0,75	Incrementó	4,29%
Productos defectuosos (und)	5897	200	4298	Reducción	96%
Capacidad real (und)	137	140	3	Incremento	2,14%
Capacidad ociosa (und)	77	74	3	Reducción	3,89%
Capacidad utilizada (%)	64	65	1	Incremento	1,56%
Reducción Pérdidas económicas (S/)	S/ 189 130	S/ 10 235	S/178 895	Reducción	94,59%

Fuente: Elaboración Propia

3.8. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Para el análisis costo beneficio se recogieron todos los costos que se tendrán para implementar la mejora de reducir los productos defectuosos, como lo es el mantenimiento preventivo, la compra del instrumento de medición, capacitación y el rediseño; para los ingresos que se tiene el ahorro que se tendrá por implementar la mejora, es decir el ahorro por reducir la producción de tanques defectuosos en la empresa Eternit S.A.C, en la tabla N° 84 se muestra lo anteriormente dicho.

TABLA N° 84 COSTO DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Capacitación del Personal	
Costo	S/ 5 000

Fuente: Curso Técnico Rotomoldeo de plásticos de la UOYEP

Mediante la consulta de un Ingeniero Civil se logró costear la inversión necesaria para la construcción de las tres áreas nuevas ya mencionadas (área de mantenimiento y calidad, área de desperdicios y vestuario y baños en el área de producción), este monto suma un total de S/ 155 500.

La siguiente tabla se muestra la cotización de la compra de las balanzas industriales para reducir la mala composición de la materia prima

TABLA N° 85 COSTO IMPLEMENTAR LA MEJORA POR LA MALA COMPOSICIÓN DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Material	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
BALANZA ELECTRÓNICA E-ACCURA 300 KG	2	S/ 450	S/ 900
Balanza DE PRECISIÓN CUBIS® HIGH CAPACITY BALANCE	1	S/ 18 865	S/ 18 865
TOTAL			S/ 19 765

Fuente: Suminco, Sartorius y VWR

Para hallar el costo que demandará realizar un mantenimiento preventivo en Eternit S.A.C es necesario realizar una lista de los componentes necesario según el diagrama propuesto con su precio respectivo y el costo por mano de obra (Ver tabla N° 36 y tabla N° 37)

TABLA N° 86 MATERIALES NECESARIOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ETERNIT S.A.C

Componente	Elementos	Und	Costo por unidad (soles)	Costo total (soles)
Aceite	10	Litro	S/ 15	S/ 150
Cadena	20	Metro	S/ 8	S/ 160
Candado porta Alambre	8	Und	S/ 32,5	S/ 260
Rodajes	35	Und	S/ 7	S/ 245
Sensor	78	Und	S/ 9	S/ 702
Cable	390	Metro	S/ 1	S/ 390
Controlador	78	Und	S/ 27	S/ 2 106
Piñón 40B	31	Und	S/ 15	S/ 465
Tobera	78	Und	S/ 33	S/ 2 574
Rodillos	14	Und	S/ 1	S/ 14
Engranajes de brazos	250	Und	S/ 4	S/ 1 000
Correa	22	Metro	S/ 5	S/ 110
Chumaceras	17	Und	S/ 23	S/ 391
TOTAL				S/ 8 567

A continuación se detalla el costo de obra por mantenimiento preventivo en la empresa Eternit S.A.C, el total de días de mantenimiento está dado a partir de la tabla N°66 Hoja de decisión de la rotomoldeadora.

TABLA N° 87 COSTO DE MANO DE OBRA POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UN AÑO

Año	Componente	Total de días de mantenimiento	Horas paradas/día de mtto	Costo de hora por 8 operarios (soles)	Total (S/)
	Quemadores	78	0,45	50	1 755,00
	Ventilador	24	0,80	50	960,00

Piñón	31	0,45	50	702,00
Rodamiento	35	0,35	50	606,67
Eje	11	3,50	50	1950,00
Rodillo	14	0,70	50	496,36
Eje Principal	45	2,00	50	4 457,14
Correa	22	0,75	50	835,71
Molde	2	4,50	50	450,00
Motor	24	0,45	50	540,00
Chumaceras	17	9,00	50	7 800,00
Cadena	4	3,00	50	600,00
Candado	8	0,65	50	260,00
Brazo	1	2,00	50	100,00
TOTAL				S/ 21 512,89

Fuente: Eternit S.AC.

El costo total para los años 2016 y 2017 para el mantenimiento preventivo asciende a S/ 30 080

TABLA N° 88 FLUJO DE CAJA

BENEFICIOS	Unidad	0	1	2	3	4	5
Productos defectuosos reducidos por propuestas de mejora	S/.		S/ 178 895,00	S/ 178.895,00	S/ 178.895,00	S/. 178.895,00	S/. 178.895,00
Total Beneficios		S/ 0,00	S/ 178 895,00	S/ 178.895,00	S/ 178.895,00	S/. 178.895,00	S/. 178.895,00
COSTOS							
Capacitación del personal		S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/. 5.000,00	S/. 5.000,00	S/. 5.000,00
Rediseño		S/ 155 000,00					
Mantenimiento preventivo		S/ 30 080,00	S/. 30.080,00	S/. 30 080,00	S/. 30.080,00	S/. 30.080,00	S/. 30.080,00
Compra de balanza industrial		S/ 19 765,00					
Imprevistos (10%)		S/ 20 984,50	S/ 3.508,00	S/. 3 508,00	S/. 3.508,00	S/. 3.508,00	S/. 3.508,00
Total Costos		S/ 23 0829,50	S/ 38.588,00	S/. 38 588,00	S/. 38.588,00	S/. 38.588,00	S/. 38.588,00
UTILIDAD BRUTA		-S/ 230 829,50	S/ 140.307,00	S/. 140 307,00	S/ 140 307,00	S/. 140.307,00	S/. 140.307,00
Depreciación 5%			-S/ 7 015,35	-S/ 7.015,35	-S/ 7 015,35	-S/. 7.015,35	-S/. 7.015,35
Utilidad a Impuestos			S/ 133 291,65	S/ 133.291,65	S/ 133 291,65	S/. 133.291,65	S/. 133.291,65
Impuestos			S/ 39 987,50	S/ 39.987,50	S/ 39 987,50	S/. 39.987,50	S/. 39.987,50
			S/ 7 015,35	S/ 7.015,35	S/. 7.015,35	S/. 7.015,35	S/. 7.015,35
UTILIDAD NETA		-S/ 230 829,50	S/ 100 319,51	S/ 100 319,51	S/. 100.319,51	S/. 100.319,51	S/. 100.319,51

En la tabla N° 89 se muestra el VNA (Valor Actual Neto), esto quiere decir que el valor de la propuesta actual cuesta S/. 361 629,53, una tasa interna de retorno del 33% que resulta muy rentable ya que entidades bancarias tienen una tasa referencial como máximo del 12%, es decir que resulta muy rentable invertir en este proyecto, y una relación B/C del 2,09 es decir que por cada sol invertido ganará 1,09 soles.

TABLA N° 89 INDICADORES ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA.

VNA	S/ 361 629,36
TIR	33%
BENEFICIO COSTO	2,094352920
TASA REFERENCIAL	12,00%

Finalmente el período de recuperación de la inversión será en el año 2 exactamente a los 20,65 meses, como se puede observar en la tabla N° 90

TABLA N° 90 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/ 178 895,00	S/ 178 895,00	S/ 178 895,00	S/. 178 895,00	S/. 178 895,00
Inversión	S/. 321.377,60					
Saldo		-S/ 142 482,60	S/ 36 412,40	S/ 215 307,40	S/. 394 202,40	S/. 573 097,40

IV. CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado en la empresa Eternit S.A.C evidencia que su principal problema por el cual existen productos defectuosos es la mala composición de la materia prima que ocasionan en promedio un 70% de tanques defectuosos que en pérdidas económicas representa S/ 134 599. La segunda causa de tanques defectuosos es la inadecuada calibración de la máquina rotomoldeadora que representa en pérdidas económicas S/. 95 395,00 y como tercera causa es la falla en la máquina rotomoldeadora con un total de S/. 18 785 de pérdidas económicas (enero 2016 a diciembre del 2017).

La propuesta para reducir la pérdidas económicas por productos defectuosos consistió en mejorar el proceso de pesado y rotomoldeado, para el área de pesado se aplicó fichas de control de materia prima, elaboración un manual de órdenes y funciones (MOF) para el almacenero, creación de un procedimiento para el pesado de materia prima, capacitaciones a todos los trabajadores de producción, para el área de rotomoldeado se aplicó un mantenimiento preventivo. Por medio de la propuesta se obtuvo ahorros mensuales de S/. 178 895, después de la mejora disminuyó la producción de tanques defectuosos a 278 tanques reduciendo a un 94,5% de productos defectuosos.

La propuesta de mejora ofrece un costo beneficio económico de S/. 2,09 soles recuperando la inversión en el segundo año precisamente a los 20,65 meses, con un VAN de 361629 soles y un TIR de 33%, demostrando ser un proyecto muy rentable para la empresa.

La empresa Eternit S.A.C dedicada a la producción de tanques de almacenamiento de agua cuenta con pérdidas económicas por productos defectuosos siendo 5897 tanques representando S/. 189130 sobre los costos de la empresa, después de la mejora se redujo la producción de tanques defectuosos a 278 representando un costo de S/. 10235,32.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda en futuras investigaciones analizar los turnos que se trabajan en la empresa Eternit S.A.C, con la mejora desarrollada en la presente investigación se podría reducir el tiempo de operación de la empresa a 2 turnos o hasta 1 turno.
- ✓ Se recomienda en futuras investigaciones realizar un plan de mantenimiento a más profundidad utilizando técnicas de mantenimiento industrial como RCM o TPM.

V. LISTA DE REFERENCIAS.

- [1] Barbero. 2017, Mejoras en Sistema de Producción par Tanques de Polietileno por Rotomoldeo. Acceso 6 de septiembre del 2018. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4907/PI-%20GERM%C3%81N%20BARBERO.pdf?sequence=1>
- [2] Villarreal Godoy. 2012, Propuesta para Disminuir la Cantidad de Productos Defectuosos Aplicando la Metodología DMAIC en FESTA S.A. Acceso 6 de Abril del 2017. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1415/1/104287.pdf>
- [3] Reinoso Vásquez George. 2016. Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma: Acceso 6 de Abril del 2017. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7517>
- [4] Baptiste, Jn. 2014. Propuesta Metodológica de Gestión de Exportaciones para la Mejora y Estandarización de los Procesos Caso de Estudio: Empresa Exportadora TUBAL S.R.L. Acceso 6 de Abril del 2014. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428494004>
- [5] Espinoza Salazar, M. y Naranjo Flores, A. 2011. Manufactura Esbelta aplicada a una línea de producción de una Empresa Galletera. Acceso 10 de Mayo del 2017. [http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/2.-_manufactura esbelta aplicada a una linea de produccion de una empresa galletera.pdf](http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/2.-_manufactura%20esbelta%20aplicada%20a%20una%20linea%20de%20produccion%20de%20una%20empresa%20galletera.pdf)
- [6] López Saldarriaga, Jorge. 2010. Kaizen: Filosofía de mejora continua. El Caso Facusa. Acceso 6 de Abril del 2014. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428494004>
- [7], Real Academia Española. 2008. Acceso 06 de septiembre del 2018. <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=Z5gUaCi%7CZ5gVyjD>
- [8] Rotoplas, S.A de C.V. Acceso 06 de septiembre del 2018. <https://rotoplas.com.mx/caracteristicas-los-tanques-verticales-agua/>
- [9] Polímeros Mexicanos S.A de C.V. Acceso 06 de septiembre del 2018. <http://www.polimers.com/rotomoldeo/>
- [10] OHNO Taiichi. 1993. El sistema de producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala. Segunda edición. Barcelona: Ediciones Gestion 2000 S.A.
- [11] Vásquez Gervasi, Óscar. Apuntes de estudio: Ingeniería de Métodos. Chiclayo: USAT, 2012
- [12] Barde, Friederich. El estímulo de la productividad. Barcelona: Reverté, 1979.
- [13] Andrés Muñoz. La Gestión de Calidad Total en la Administración Pública. España: Ediciones Díaz de Santos, 1999. Consultado el 18 de marzo de 2016. <<http://books.google.com.pe/books?id=tPSDtdQ86CkC&pg=PA227&dq=concepto+de+proceso&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjrkvnd4cnLAhWEJiYKHSTCCesQ6AEIJDAC#v=onepage&q&f=true>>- [13] Espejo M., Moyano J. 2007. Lean Production:

- Estado actual y desafíos futuros de la investigación. (Citado el 24 de Abril del 2010). Disponible en World Wide Web: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2356677&orden=0
- [14] Villagómez, Gabriela; Viteri Jorge and Medina Alberto. 2012. Teoría de restricciones para procesos de manufactura. Universidad Tecnológica Equinoccial, ISSN: 1390-6542, págs. 14-28. Accesed: May 16, 2014.
- [15] Cespón, Roberto; Sarache, William; Ibarra, Santiago. 2006. “Procedimientos para la selección del sistema de gestión de la producción en empresas manufactureras”. ScientiaEtTechnica XII: No 31, Agosto de 2006, págs. 183-188. Accessed: May 7, 2016. [online] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639032>
- [16] Barde, Friederich. El estímulo de la productividad. Barcelona: Reverté, 1979.
- [17] Chapman, Stephen. 2006. Planificación y control de la producción. Pearson educación: México.
- [18] Aguilar Everardo and Vargas Jaime. 2008. Personas, economía y medio ambiente: las problemáticas de la pequeña empresa. Centro Regional de Investigación en Psicología, Volumen 2, Número 1, Pág. 37-43. June 01, 2014.
- [19] Jacobo Tolamatl et al, Aplicación de Seis Sigma en una Microempresa del Ramo Automotriz, Revista Conciencia Tecnológica 2011: 2-3, accedido el 18 de marzo de 2016, <http://www.redalyc.org/pdf/944/94421442003.pdf>.
- [20] Villagómez, Gabriela; Viteri Jorge and Medina Alberto. 2012. Teoría de restricciones para procesos de manufactura. Universidad Tecnológica Equinoccial, ISSN: 1390-6542, págs. 14-28. Accesed: May 16, 2014.
- [21] Padilla L. 2010. Lean Manufacturing – Manufactura esbelta/ágil (Citado el 24 de Abril del 2010). Disponible en World Wide Web: http://www.tec.urld.edu.gt/boletin/URL_15_MEC01.pdf.
- [22] Aguilar Everardo and Vargas Jaime. 2008. Personas, economía y medio ambiente: las problemáticas de la pequeña empresa. Centro Regional de Investigación en Psicología, Volumen 2, Número 1, Pág. 37-43. June 01, 2014.
- [23] Villaseñor A. y Galindo E. 2007. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Limusa S.A. Mexico (citado el 15 de junio del 2016)..
- [24] Cuatrecasas L. 2009. Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: técnica de diseño y herramientas. Profit. Barcelona (citado el 15 de junio del 2016).
- [25] Espejo M., Moyano J. 2007. Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación. (Citado el 24 de Abril del 2010). Disponible en World Wide Web: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2356677&orden=0
- [26] Reyes P. 2002. Manufactura delgada (lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. (citado el 15 de junio del 2016). Disponible en World Wide Web: <http://ejournal.unam.mx/resu:arti.html?a=RCA20505>

- [27] Espinoza Salazar, M. y Naranjo Flores, A. 2011. Manufactura Esbelta aplicada a una línea de producción de una Empresa Galletera. Acceso 10 de Mayo del 2014. [http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/2.-_manufactura esbelta aplicada a una linea de produccion de una empresa galletera.pdf](http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/2.-_manufactura_esbelta_aplicada_a_una_linea_de_produccion_de_una_empresa_galletera.pdf)
- [28] Reinoso Vásquez George. 2016. Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma: Acceso 6 de Abril del 2014. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428494004>
- [29] Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo ¿Cuña es el porcentaje ideal?, Blog del Grupo Gaherma [En línea]. Disponible en: <http://blog.gaherma.com/index.php/2014/09/09/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-cual-es-el-porcentaje-ideal/> [Accedido 04-julio-2018]
- [30] Cursos de Formación Profesional de la UOyEP, [El Línea]. Disponible en: <http://www.uoyepweb.org.ar/capacitacion/cursos.html> [Accedido 04-julio-2018]

VI. ANEXOS



CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE RAZÓN SOCIAL Y DE DATOS

Señores:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Escuela de Ingeniería Industrial

Presente,

En respuesta a su carta FI –CP-611- EII, de fecha 17 de Abril del presente quien solicita autorización para realizar su tema de TESIS del estudiante, **VÁSQUEZ CHIROQUE, GERARDO**.

ETERNIT S.A.C, representado por su Jefe de Planta de la sede de Chiclayo Sr. **CESAR ORLANDO GUARNIZ JUSTINIANO, AUTORIZA** al estudiante **VÁSQUEZ CHIROQUE, GERARDO**, para realizar su tema de **TESIS**, dándole todas las facilidades para acceder a nuestras instalaciones y brindarle todas las informaciones necesarias requeridas por el estudiante.

FABRICA PERUANA ETERNIT S.A.

CESAR ORLANDO GUARNIZ JUSTINIANO
Supervisor de Producción

Ing. Cesar Guarniz Justiniano
Jefe de Planta Eternit S.A.C - Chiclayo

Anexo N°1: Cálculo para determinar el número de observaciones o toma de tiempos según el método tradicional.

- Se tomaron 5 muestras debido a que todas lecturas de ciclo son mayores de 2 minutos.
- Seguido de esto se calculó su rango (máx – mín) y el promedio de las muestras.
- Se halló el cociente entre el rango y la media.
- Al tener el resultado anterior se observa en la tabla de número de observaciones para obtener el número de muestras a realizar.

Operación	1	2	3	4	5	Rango	\bar{X}	$\frac{R}{\bar{X}}$	Observaciones
Pesado	295	312	292	321	285	36	301	0.120	4
Rotomoldeado	1080	1080	1080	1080	1080	0	1080	0	0
Perforado	332	292	321	312	282	50	307.8	0.162	8
Pintado (600 L)	872	933	1063	875	1016	191	951.8	0.201	12
Pintado (1100 L)	1174	1123	1152	1043	1092	131	1116.8	0.117	4
Pintado (2500 L)	1114	1023	1162	1072	1101	139	1094.4	0.127	5

Nota: Todos estos valores se encuentran expresados en segundos

Fuente: Método tradicional de toma de tiempos.

Anexo N°2: Toma de tiempos en la empresa Eternit S.A.C

En el siguiente anexo se encuentran los tiempos de las observaciones de las operaciones que se realizan en la empresa Eternit S.A.C, estos tiempos se tomaron el 18 de octubre del 2017.

Observación	Pesado	Perforado	Pintado (600 L)	Pintado (1100 L)	Pintado (2500 L)
1	299	297	923	1089	1034
2	312	325	912	1145	1067
3	325	312	945	1067	1068
4	337	334	933	1023	1156
5	-	343	898	-	1178
6	-	289	875	-	-
7	-	321	867	-	-
8	-	333	837	-	-
9	-	-	1023	-	-
10	-	-	878	-	-
11	-	-	934	-	-
12	-	-	1009	-	-
Promedio	318.25	317	928.25	1081	1081.25

Nota: Todos estos valores se encuentran expresado en segundos, además la etapa de rotomoldeado al ser controlado por un plc, controla el tiempo de proceso específico, es decir, ya tiene un tiempo estándar para moldear cada tanque

Anexo N°3: Ficha técnica de Rotofoam (rotolene blanco)

Prueba	Métrico	Comentario
Densidad	0,321 g/ cm³	ASTM D648
Flujo de fusión	5,2 g/10 min (A 2,16 kg - 190 °C)	
Prueba de impacto	61,0 J (A temp. - 40,0°C)	
Temperatura de deflexión	50,0°C	
Temperatura de descomposición	190 - 200 °C	
Apariencia, producto terminado	Crema	
Apariencia, materia prima	Polvo blanco	
Olor	Ninguna	
Capacidad de vertido	2,5 - 4 senderos g/s	D1895 ASTM

Fuente: Polímeros Mexicanos

Anexo N°4: Ficha técnica de Rotolene negro HD

Prueba	ASTM	Unidades	Resultado
Densidad	ASTM D1505 Referencia		0,942
	MA - 01 Método Propio		
IND. DE FLUIDEZ @ 190°C/2,16 kg	ASTM D1238		2
Resistencia de Tensión a la Cedencia @ 50 mm/min	ASTM D638²	MPa	20,70
Resistencia de Tensión a la Ruptura @ 50 mm/min	ASTM D638²	MPa	31
Módulo de Flexión 1 % Secante	ASTM D790²	MPa	758,5
Elongación a la cedencia	ASTM D638²	%	13
Elongación a la ruptura	ASTM D638²	%	>1000
Temperatura de deflexión por calor @ 66 psi (0,45 MPa)	ASTM D638²	°C	65
Impacto en baja temperatura @ -40° C	ASTM D638² 1/8" specimen	J	78,60

Fuente: Polímeros Mexicanos

Anexo N°5: Determinación de la composición real del producto terminado

Se tiene un promedio de 9,2 % de productos defectuosos, se desea un error de aproximación de 4% y una confianza del 90%, se tiene una producción total de 60668 tanques. Los datos de error de aproximación y confianza son los valores más usados para investigaciones de tesis.

$Z = 1,65$; $p = 0,092$; $q = 0,908$; $N = 60668$; $e = 0,04$

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \overline{pq} N}{z_{\alpha}^2 \overline{pq} + e^2 (N - 1)}$$

$n = 142$ tanques

Las muestras se tomaron en el periodo de junio a septiembre del año 2017, se utilizó un equipo de medición para pesar la materia prima, se eligieron 24 tanques por cada tipo de producto terminado es decir (24 tanques de 2500 L color azul, 24 tanques de 2500 L color negro, 24 tanques de 1100 L color azul, 24 tanques de 1100 L color negro, 24 tanques de 600 L color azul y 24 tanques 600 L color negro).

Se utilizó balanza de precisión Cubis High Capacity Balance.

Datos Técnicos de la Balanza

Especificaciones	
Capacidad (g)	20200 g
Legibilidad (mg)	10 mg
Tamaño del plato (AxL) (mm)	400 x 300
Tiempo de estabilización (s)	1,5 s
Tiempo de respuesta (s)	3 s
Desviación de sensibilidad (peso control)	150 mg
Repetibilidad (mg)	10 mg
Linealidad (mg)	200 mg
Atribuciones Técnicas	
Normativas	ISO, FDA/USP/ GxP
Funcionamiento	Pantalla Táctil, Teclas para las principales funciones básicas
Interfaces opcionales	RS-232 25-pin
	Bluetooth
	RS-232 9-pin, incluyendo PS/2 port
Requerimiento de las normativas	ISO FDS/USP GxP Verificado
Uso previsto	Producción/Laboratorio



Procedimiento:

1. Se pesó el balde vacío (a)
2. Se pesó el balde con materia prima (b)
3. Se calcula el peso de la materia prima a partir de la diferencia entre (b – a).

Anexo N°6: Pesos de los componentes (kg) de la materia prima para la producción del tanque de 2500 L, 1100 L y 600 L

El siguiente anexo se observan las muestras que se obtuvieron de los pesos de la materia prima para la producción de tanques de 2500 L, 1100 L y 600 L tomadas en el periodo de investigación (enero 2016 – diciembre 2017).

Capacidad	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	14,896	15,020	14,896	14,748	14,522	14,522	14,768	14,648	14,432	15,020
Rotoline Azul										
Rotoline blanco	17.657	17.324	17.421	17.678	17.534	17.657	17.69	17.546	17.46	17.467
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	3.4364	3,264	3,264	3,434	3,513	3,484	3,456	3,456	3,423	3,531
Total	35.845	35.569	35.439	35.869	35.572	35.673	35.855	35.712	35.396	35.557
Capacidad	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	14,550	14,362	14,974	14,937	14,362	14,974	15.02	14,896	14,748	14.21
Rotoline Azul										
Rotoline blanco	17.948	17.882	17.974	18.174	17.375	17.356	17.364	17.673	17.673	17.938
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	3,584	3,567	3,531	3,594	3,674	3,574	3,264	3,684	3,464	3,865
Total	35.861	36.333	36.614	36.879	35.411	35.904	35.648	36.253	35.885	36.013
Capacidad	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Rotoline Negro	14.974	15.02	14.896	14.768	1.85	1.684	1.583	2.23	2.33	2.354
Rotoline Azul					12.832	12.473	12.857	12.684	12.232	12.584
Rotoline blanco	17.882	17.974	18.174	17.974	17.5	17.948	17.882	17.974	18.174	17.938
Poligord Azul cristal										

Mezcla de Acero										
Scrap	3.684	3.464	3.865	3.264	3.567	3.456	3.893	3.768	3.674	3.574
Total	36.54	36.458	36.935	36.006	35.749	35.561	36.215	36.656	36.41	36.45
Capacidad	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L
Color	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Rotoline Negro	2.37	2.13	2.23	2.14	2.23	2.34	2.14	2.23	2.31	2.28
Rotoline Azul	12.857	12.684	12.232	12.584	12.832	12.46	12.32	12.75	12.64	12.57
Rotoline blanco	17.5	17.948	17.882	17.974	17.5	17.948	17.882	17.974	18.174	17.938
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	3.567	3.456	3.893	3.768	3.567	3.456	3.893	3.768	3.674	3.574
Total	36.294	36.218	36.237	36.466	36.129	36.204	36.235	36.722	36.798	36.362
Capacidad	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	2500 L	1100 L	1100 L
Color	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Negro	Negro
Rotoline Negro	2.47	2.58	2.34	2.33	1.85	1.684	1.583	2.23	8.254	8.362
Rotoline Azul	12.832	12.473	12.857	12.684	12.832	12.473	12.857	12.684		
Rotoline blanco	17.456	17.948	17.882	17.974	17.5	17.948	17.882	17.974	8.73	8.75
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	3.567	3.456	3.893	3.768	3.567	3.456	3.893	3.768	2.23	2.34
Total	36.325	36.457	36.972	36.756	35.749	35.561	36.215	36.656	19.214	19.452
Capacidad	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	7.83	7.75	7.89	8.23	8.352	8.254	8.362	8.36	8.23	8.12
Rotoline Azul										
Rotoline blanco	8.36	8.264	8.64	8.73	8.75	8.26	8.364	8.264	8.884	8.37
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	2.23	2.34	2.34	2.12	2.198	2.53	2.21	1.73	1.76	1.97

Total	18.42	18.354	18.87	19.08	19.3	19.044	18.936	18.354	18.874	18.46
Capacidad	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	8.23	8.352	8.254	8.362	7.83	7.75	7.89	8.12	8.36	8.23
Rotoline Azul										
Rotoline blanco	8.75	8.26	8.364	8.264	8.884	8.37	8.36	8.264	8.64	8.73
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	2.34	2.12	2.198	2.53	2.21	1.73	1.76	1.97	2.23	2.34
Total	19.32	18.732	18.816	19.156	18.924	17.85	18.01	18.354	19.23	19.3
Capacidad	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L
Color	Negro	Negro	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Rotoline Negro	7.83	7.75	2.12	2.13	2.32	2.34	2.13	2.364	1.75	1.86
Rotoline Azul			6.354	6.563	6.63	6.345	6.367	6.548	6.134	5.89
Rotoline blanco	8.36	8.264	8.78	8.64	8.133	8.575	8.674	8.133	8.245	8.475
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	2.23	2.34	1.857	1.769	1.995	2.13	2.34	2.14	2.14	2
Total	18.42	18.354	19.111	19.102	19.078	19.39	19.511	19.185	18.269	18.225
Capacidad	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L
Color	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Rotoline Negro	2.32	2.34	2.12	2.13	2.32	2.34	2.13	2.364	1.75	1.86
Rotoline Azul	6.345	6.367	6.354	6.563	6.63	6.345	6.367	6.548	6.134	5.89
Rotoline blanco	8.78	8.64	8.133	8.575	8.674	8.133	8.245	8.475	8.575	8.475
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	1.857	1.769	1.995	2.13	1.995	2.13	2.34	1.857	1.769	1.995
Total	19.302	19.116	18.602	19.398	19.619	18.948	19.082	19.244	18.228	18.22
Capacidad	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	1100 L	600 L	600 L	600 L	600 L

Color	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	2.32	2.34	2.13	2.135	2.32	2.13	5.893	6.026	6,123	6,056
Rotoline Azul	6.367	6.354	6.563	6.23	6.63	6.345				
Rotoline blanco	8.78	8.64	8.133	8.575	8.674	8.133	6.120	6,030	6,326	6.027
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	1.995	2.13	1.995	1.87	1.995	2.13	1.035	1.030	1,020	0,945
Total	19.462	19.464	18.821	18.81	19.619	18.738	13.453	13.82	13.665	13.618
Capacidad	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	6,120	6,120	6,040	5,980	5,930	5,830	5,893	5,930	5,980	6,030
Rotoline Azul										
Rotoline blanco	6.094	6.027	6.,056	6,120	6,264	5,980	5,930	6,040	5,930	5,830
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	1,075	0,956	1,036	1,095	1,050	1,068	1,095	1,050	1,386	0,920
Total	13.595	13.759	13.895	13.671	13.55	13.325	13.39	13.7	13.802	13.625
Capacidad	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L
Color	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro
Rotoline Negro	5.88	5.83	5.83	6.12	6.326	6.123	5.83	6.12	6.326	6.123
Rotoline Azul										
Rotoline blanco	5,980	5,893	6.34	6.23	6.231	6.094	6.027	6.34	6.23	6.425
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	1,145	1,020	1,050	1,386	1,045	1,250	1,026	1,068	1,068	1.356
Total	13.55	13.325	13.39	13.7	13.802	13.573	13.077	13.81	13.801	13.904
Capacidad	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L
Color	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Rotoline Negro	0.84	0.89	0.92	1.056	1.173	1.29	1.32	1.037	0.85	1

Rotoline Azul	4.98	4.86	5.095	5.135	5.245	5.29	5.346	5.34	5.13	4.86
Rotoline blanco	6.33	6.46	6.17	6.093	6.346	6.321	5.89	6.245	6.345	6.235
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	1.057	0.894	1.123	1.356	1.245	0.974	1.24	1.29	1.31	1.18
Total	13.207	13.104	13.308	13.64	14.009	13.875	13.796	13.912	13.635	13.275
Capacidad	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L	600 L
Color	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
Rotoline Negro	1.29	1.32	1.037	0.85	1	1.32	1.037	0.85	1.056	1.173
Rotoline Azul	4.86	5.095	5.135	5.245	4.98	4.86	5.095	5.135	5.245	5
Rotoline blanco	6.17	6.093	6.346	6.321	5.89	6.245	6.345	6.235	6.1	6.1
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	1.123	1.356	1.245	0.974	1.057	0.894	1.123	1.356	0.974	1.24
Total	13.443	13.864	13.763	13.39	12.927	13.319	13.6	13.576	13.375	13.513
Capacidad	600 L	600 L	600 L	600 L						
Color	Azul	Azul	Azul	Azul						
Rotoline Negro	1.037	0.85	1.32	1.037						
Rotoline Azul	5.095	5.135	5.245	5						
Rotoline blanco	6.321	5.89	6.245	6.345						
Poligord Azul cristal										
Mezcla de Acero										
Scrap	0.974	1.057	0.894	1.123						
Total	13.427	12.932	13.704	13.505						

Fuente: Eternit S.A.

Anexo N°7: Resumen de las muestras tomadas en el tiempo de investigación (kg)

Color	Capacidad	Rotolene Negro	Rotolene Azul	Rotolene Blanco	Scrap	Total
Azul	600 L	1,04	5,08	6,18	1,04	13,34
	1100 L	2,03	6,23	8,23	2,03	18,52
	2500 L	2,03	12,55	17,70	3,54	35,82
Negro	600 L	6,08	-	6,18	1,04	13,30
	1100 L	8,16	-	8,56	2,03	18,75
	2500 L	14,71	-	17,70	3,54	35,95

Anexo N° 8: Fallas en la máquina de rotomoldeado en el periodo de enero del 2016 a diciembre del 2017

MES	Quemadores	Ventilador	Piñón	Rodamientos	Eje	Rodillo	Eje Principal	Correa	Molde	Motor	Chumaceras	Cadena	Candado	Brazo
Enero	3	1			2	1								
Febrero	4		9		4	4	2	3		2				
Marzo	6		2	2		2	4				3		2	
Abril	2	3	8	5					1	6				
Mayo	7	7	7	2	2			3		3	3	1		
Junio	2	2			5		3	5			1		3	
Julio	7		3	5		3		2		5				
Agosto	-		7	2	3		5	5		3	1	1	1	
Septiembre	3	3		1			3	2			2			
Octubre	1	4		3			6	5			3			
Noviembre	7		4	1	1	3	3	2					1	
Diciembre	7		9	3			2		1	5	3	1		
Enero	2	7	3	2			6	3			4			
Febrero	7			2		3	2	4				1	3	
Marzo	3	3		1		6	4	2		7				1
Abril	7			4	1		6	1		4	2		1	
Mayo	3		3	5			8			4		2		
Junio	7	5		3					1		3			
Julio	9		4	1		2	8				2		2	
Agosto	15	1		3	2		4	7			4			
Septiembre	5			5	2	1				4		1	2	
Octubre	12	3		2		2	5		1	3	2			
Noviembre	10	5		5			9					1	3	
Diciembre	12	1		4		1								
Total	141	45	59	61	22	28	80	44	4	46	33	8	18	1
Total anual	70,5	22,5	29,5	30,5	11	14	40	22	2	23	16,5	4	8	1

Anexo N°9: Encuesta a operarios sobre capacitación y desarrollo

CUESTIONARIO PARA CAPACITACIÓN Y DESARROLLO

Buenos días (tardes, noches). Mi nombre es Gerardo Vásquez Chiroque y estoy realizando un cuestionario para tener el conocimiento si la empresa Eternit S.A.C realiza capacitaciones a sus operarios para mi tesis de licenciatura de la carrera de ingeniería industrial, muchas gracias.

Nombre: _____

Antigüedad: _____

Estudios: _____

¿Ha recibido alguna capacitación en general?

SI

NO

Si la respuesta es sí, ¿Cuándo fue la última capacitación que ha recibido y en qué tema?

¿En qué área trabaja?

¿Opera usted la rotomoldeadora?

¿Tiene conocimiento del funcionamiento de la máquina rotomoldeadora?

SI

NO

Ante una falla de la máquina rotomoldeadora, ¿sabría solucionar el problema?

SI

NO

Si su respuesta es no, ¿A quién acude?

¿Ha recibido alguna capacitación sobre programación de la máquina de rotomoldeado?

SI


NO

Anexo N°10: Resultados del cuestionario hecho a los operarios de la empresa Eternit S.A.C

	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7	Operario 8
Estudios	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario	Secundario
Capacitación General	No	Si	No	No	No	Si	No	No
Detalles de la capacitación		Al ingresar a la empresa, en manejo de kardex				Al ingresar a la empresa, inducción al manejo de la rotomoldeadora		
Área de trabajo	No específico	Producto terminado	No específico	No específico	No específico	Rotomoldeado	No específico	No específico
¿Opera la rotomoldeadora?	Si	No	Si	No	Si	Si	No	Si
¿Conoce el funcionamiento de la máquina rotomoldeadora?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Ante una falla, ¿Sabría solucionar el problema?	No	No	No	No	No	No	No	No


¿A quién acude?	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta	Ingeniero de planta
Capacitación sobre programación de la máquina de rotomoldeado	No	No	No	No	No	No	No	No


Anexo N° 11: Solicitud de Mantenimiento

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		
	Folio: _____	
Nombre del solicitante: _____		
Departamento: _____		
Fecha de solicitud: _____		
Descripción del equipo	N° de serie	Observaciones
El solicitante _____ El Responsable _____		

ANEXO N°12: EJEMPLO DE FICHA DE CONTROL

 <p align="center">FICHA DE CONTROL DE MP</p>					
ENCARGADO	Gerardo Vásquez Chiroque	LOTE: 01			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Azul			Capacidad	600 l
FECHA	11/09/17	TURNO	1	PRODUCCIÓN DEL DIA: 21	
FORMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	1,0	kg	21,0	Kg
	ROTOLENE AZUL	5,0	kg	105,0	Kg
	ROTOFOAM	6,1	kg	128,1	Kg
	SCRAP	1	kg	21,0	Kg

 <p align="center">FICHA DE CONTROL DE MP</p>					
ENCARGADO	Gerardo Vásquez Chiroque	LOTE: 01			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Azul			Capacidad	1100 l
FECHA	17/09/11	TURNO	1	PRODUCCIÓN DEL DIA: 13	
FÓRMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	2	kg	26,0	Kg
	ROTOLENE AZUL	6,2	kg	80,6	Kg
	ROTOFOAM	8,3	kg	107,9	Kg
	SCRAP	2,0	kg	26,0	Kg


 <p align="center">FICHA DE CONTROL DE MP</p>					
ENCARGADO	Gerardo Vásquez Chiroque	LOTE: 01			
PRODUCTO	Tanque de Almacenamiento Color Azul			Capacidad	1100 l
FECHA	17/09/11	TURNO		PRODUCCIÓN DEL DIA: 24	
FÓRMULA BASE	COMPOSICIÓN	1	unidad	N°:	Unidad
	ROTOLENE NEGRO	2	kg	48,0	Kg
	ROTOLENE AZUL	12,5	kg	300,0	Kg
	ROTOFOAM	17,5	kg	420,0	Kg
	SCRAP	3,5	kg	84,0	Kg

Anexo N° 13: Formato de capacitaciones

FORMATO PARA EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN		Fecha:
MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACIÓN		
DESCRIPCIÓN DE LA CAPACITACIÓN		
OBJETIVO		
DIRIGIDO A		
DURACIÓN		
CONTENIDO		
N°	Tema y Subtemas	Tiempo (horas)

FORMATO PARA EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN		Fecha: 12/01/16
MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACIÓN	Información funcionamiento de la máquina rotomoldeadora	
DESCRIPCIÓN DE LA CAPACITACIÓN	Informar al personal el funcionamiento de las máquinas y funciones del equipo	
OBJETIVO	Minimizar las horas de falla en la máquina	
DIRIGIDO A	Operarios de producción	
DURACIÓN	1 hora	
CONTENIDO		
N°	Tema y Subtemas	Tiempo (horas)
1	Fallas críticas de la maquinaria	1

Anexo N°14: Formato de capacitaciones de la empresa Eternit S.A.C

PLAN DE CAPACITACIÓN		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																
		Instructor	Lugar	Duración	N° Participantes	2016 - 2017												Fecha:
N°	Capacitación					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

Anexo N°15 Cotización de la balanza High capacity Cubic

Página principal > Cesta de la compra Imprimir...

Cesta de la compra

Núm. de cuenta de envío: [Cambiar dirección de envío para esta visita](#)

[Preferencias cesta](#)
 [Guardar como lista de la compra](#)
 [Compartir su cesta de la compra](#)

[Abrir todos](#) / [Contraer todo](#)

Vaciar cesta
 Actualizar
 Tramitar pedido

Descripción	Catálogo #	Disponibilidad	Unidad	Uds.	Precio de lista	Precio extendido	Remove
<input type="checkbox"/> [EN]BALANCE CUBIS ESSENTIAL 20,2KG/0.1G 1 * 1 UN	611-3332	Desconocido	1 * 1 UN	1	4 900,00 €	4 900,00 €	✕


Disponibilidad:- Disponibilidad no se puede mostrar.

[Abrir todos](#) / [Contraer todo](#) Subtotal art. : 4 900,00 €

Total : 4 900,00 €

Fuente: VWR

Anexo N°16 Cotización de la Balanza Electrónica E-ACCURA





Nuevo

Balanza Electrónica Digital Eaccura 30kg + Garantía

S/ 450

Hasta 12 cuotas sin interés

 Más información sobre Mercado Pago

 Entrega a acordar con el vendedor
Lima
[Ver costos de envío](#)

Cantidad: 1 unidad (10 disponibles)

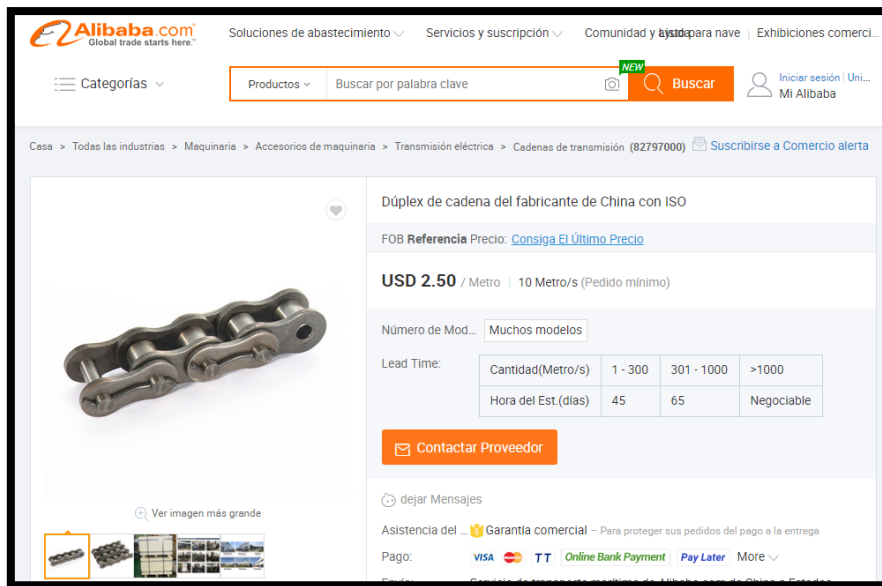
Comprar

Fuente: MercadoLibre

Anexo N°17 Cotización del lubricante multiusos WD-40



Anexo N°18 Cotización de Dúplex de cadena del fabricante



Anexo N°19 Cotización del candado jumbo J-85

¿Qué estás buscando?

AIRE LIBRE, JARDÍN Y MASCOTAS | AUTOMÓVIL | BAÑO Y COCINA | CONSTRUCCIÓN Y ACABADOS | DECORACIÓN E ILUMINACIÓN | ELECTROHOGAR Y CLIMATIZACIÓN | HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS | MUEBLES Y ORGANIZACIÓN | PISOS, PINTURAS Y TERMINACIONES | DESTACADOS

Candado Jumbo J-85 Dorado Forte

MODELO: J-85 | SKU 214095-0 | ★★★★★ | Compartir

Imagen

• Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **32,5** C/U
Acumulas: 64 CMR Puntos

Cantidad: 1

Agregar al carro | Agregar a mi lista

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Disponible para despacho a domicilio [Simular costo de despacho](#)
- Disponible para retiro en tienda
- Stock disponible en tiendas [Ver stock](#)

Anexo N°20 Cotización del rodamiento

mootio COMPONENTS

Los pedidos recibidos del 18 al 22 de Abril se enviarán a partir del 23 de Abril.

info@mootio.com

Mi Carrito: 0 Items - 0.00 € **COMPRAR**

INICIO | CATÁLOGO + | NOSOTROS | MI CUENTA | BLOG | **SOLUCIONES A MEDIDA** | 🔍

Volver | Inicio > Rodamientos > Rodamiento Diametro interior 6.00mm, Diametro exterior 10.00mm, Tipo agujas, HK 0609

Rodamiento Diametro interior 6.00mm, Diametro exterior 10.00mm, Tipo agujas, HK 0609

Para suministros y componentes mecánicos **Rodamientos**

Stock 2 u. Ref. 000109

2,30 €
Impuestos no incl.

1 **COMPRAR**

Anexo N°21 Cotización del sensor de temperatura

mercado libre

Buscar productos, marcas y más...

Descarga gratis la app de Mercado Libre

Categorías | Historial | Tiendas oficiales | Ofertas de la semana | Vender | Ayuda | Crea tu cuenta | Ingresar | Compras

También puede interesarte: technics - base - equipo sonido - equalizador - sennheiser

Volver al listado | Electrónica, Audio y Video > Componentes Electrónicos > Arduino | Compartir | Vender uno igual

Nuevo - 1 vendido

Sensor De Temperatura Y Humedad Dht11

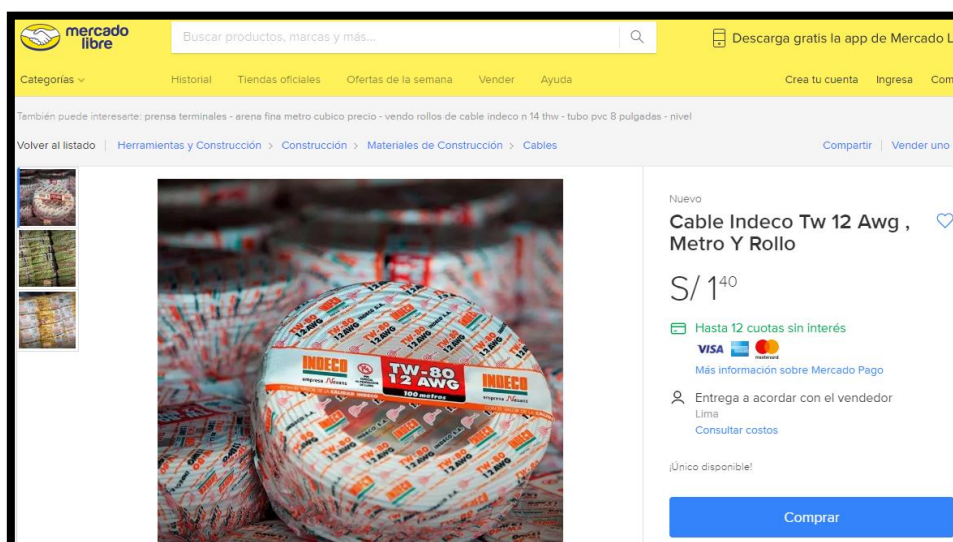
S/ 9

Hasta 12 cuotas sin interés
VISA | MasterCard
[Más información sobre Mercado Pago](#)

Entrega a acordar con el vendedor
Plura
[Ver costos de envío](#)

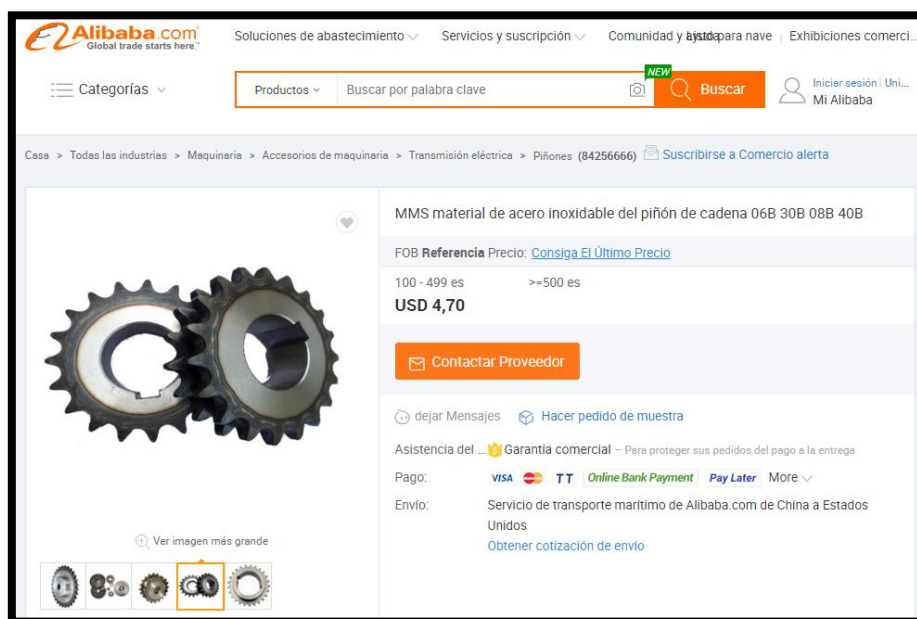
Cantidad: 1 unidad (54 disponibles)

Anexo N°22 Cotización del cable Tw 12 Awg



The screenshot shows a product listing on Mercado Libre. The main image is a roll of Indeco Tw 12 Awg cable, with a label that reads 'INDECO TW-80 12 AWG 100 metros'. The listing title is 'Cable Indeco Tw 12 Awg , Metro Y Rollo'. The price is listed as 'S/ 1⁴⁰'. Below the price, there are payment options including 'Hasta 12 cuotas sin interés' and logos for VISA and Mastercard. The seller's location is 'Lima'. A blue 'Comprar' button is visible at the bottom right.

Anexo N°23 Cotización del piñón de cadena



The screenshot shows a product listing on Alibaba.com. The main image is a stainless steel chain sprocket. The listing title is 'MMS material de acero inoxidable del piñón de cadena 06B 30B 08B 40B'. The price is listed as 'USD 4,70'. Below the price, there is a 'Contactar Proveedor' button. The listing also includes a 'Garantía comercial' and a 'Servicio de transporte marítimo de Alibaba.com de China a Estados Unidos'.