

# **UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**LICENCIATURA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**APLICACIÓN DE ÓXIDO DE MANGANESO PARA OBTENER UNIFORMIDAD  
DE COLOR EN LAS TEJAS DE ARCILLA DE PRODUCTOS CARIBE S.A.**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SUSTENTANTE**

**ÁLVARO RAMÍREZ SOTO**

**602140388**

**TUTOR**

**ING. LUIS SALAS ROMERO**

**PUNTARENAS, DICIEMBRE 2017**

## I. ACTA DE APROBACIÓN

Heredia, 01 de marzo de 2018.

**Señores**

**Registro**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Álvaro Ramírez Soto, cédula de identidad 6-0214-0388, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE MANGANESO PARA OBTENER UNIFORMIDAD DE COLOR EN LAS TEJAS DE ARCILLA DE PRODUCTOS CARIBE S.A., el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

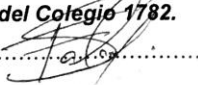
Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,

**Nombre del profesor...Federico Salazar Jiménez.**

**Cédula...1-0914-0803**

**Carné del Colegio 1782.**

**Firma**..........

## II. DEDICATORIA

A mi Dios, por darme su bendición en todas las metas y objetivos propuestos. Él es mi guía y protección divina en cada paso que doy en mi vida.

A todos los miembros que forman esa maravillosa empresa como lo es Productos Caribe S.A. Gracias por su experiencia, apoyo, dedicación y comprensión.

A mi familia, por brindarme su apoyo en todo momento; a mi esposa y mis hijos, por brindarme su paciencia de comprender los días de sacrificio y tiempo dedicado a este plan de estudio.

### **III. AGRADECIMIENTOS**

A la Gerencia de Productos Caribe S.A., por ofrecerme el apoyo, la dedicación en todos los aspectos y por brindarme la confianza en el desarrollo de este proyecto; además, por facilitarme el material y la ayuda para el logro de cada uno de los objetivos.

A Productos Caribe S.A., por permitirme cumplir con el requisito de realizar en sus instalaciones el proyecto para optar el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial.

A los profesores, tutores y a todas aquellas personas que formaron parte en el desarrollo de este proyecto.

#### IV. EPÍGRAFES

“Cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor es la gloria”.

Pierre Corneille

“No basta tener un buen ingenio, lo principal es aplicarlo bien...”

René Descartes

## V. TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I: INTRODUCTORIO</b> .....	<b>2</b>
1.1	INTRODUCCIÓN .....	2
1.2	DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN .....	4
1.2.1	<i>Imagen 1: Ubicación de Productos Caribe en la Ciudad de Esparza</i> .....	4
1.2.1.1	Imagen 2: Plano actual de la empresa Productos Caribe S. A. 2016 .....	5
1.2.2	<i>Misión</i> .....	6
1.2.3	<i>Visión</i> .....	7
1.2.4	<i>Objetivos de la organización</i> .....	7
1.2.4.1	Imagen 3: Organigrama de Productos Caribe.....	9
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	10
1.3.1.1	Gráfico1: Análisis y Proyección Lineal de la Calidad en la Teja Plana Color Tabaco de Productos Caribe S.A. Durante abril de 2017 .....	11
1.3.1.2	Gráfico 2. Análisis de Defectos de Teja Plana Color Tabaco en Productos Caribe Durante abril de 2017	12
1.3.1.3	Diagrama No.1: Diagrama de Ishikawa, Disparidad en el Entintado de Tejas Planas .....	13
1.3.1.4	Cuadro 1: Lluvia de Ideas .....	14
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	15
1.5	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	16
1.5.1	<i>Alcances</i> .....	16
1.5.2	<i>Objetivo General</i> .....	17
1.5.3	<i>Objetivos específicos</i> .....	17
1.6	CANCES EXCLUSIONES Y LIMITACIONES .....	18
1.6.1	<i>Exclusiones</i> .....	18
1.6.2	<i>Limitaciones</i> .....	18
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL .....	21
2.1.1	<i>Lean Manufacturing</i> .....	21
2.1.2	<i>Diagrama de Gantt</i> .....	22
2.1.2.1	Imagen 4: Gráfico de Gantt .....	23
2.1.3	<i>Diagrama De Ishikawa-Diagrama Causa-Efecto</i> .....	24
2.1.3.1	Imagen 5: Diagrama De Ishikawa .....	24
2.1.4	<i>Diagrama De Flujo</i> .....	25

2.1.5	<i>Lluvia de Ideas</i> .....	25
2.1.6	<i>Productividad</i> .....	26
2.1.7	<i>Indicadores de Productividad</i> .....	27
2.1.8	<i>Seis Sigmas</i> .....	27
2.1.8.1	IMAGEN 6: CICLO DE DEMING.....	29
2.1.8.2	IMAGEN 7. OPERACIONALIZACIÓN DEL DMAMC .....	29
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	30
2.3	EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....	32
2.3.1	<i>Análisis Costo - Beneficio</i> .....	32
2.3.2	<i>Valor Actual Neto (VAN)</i> .....	33
2.3.3	IMAGEN 8: FORMULA DE LA VAN.....	34
2.3.4	<i>Retorno sobre la Inversión</i> .....	34
2.3.5	IMAGEN 9: FORMULA DEL RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN .....	35
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES.....	36
2.5	TEORÍAS Y POSTULADOS RELACIONADOS .....	38
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>40</b>
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	40
3.1.1	<i>Tipo de Investigación</i> .....	40
3.1.2	<i>Según el Marco de Referencia</i> .....	41
3.1.3	<i>Dimensión Temporal</i> .....	41
3.1.4	<i>Según la naturaleza del estudio</i> .....	42
3.1.5	<i>Condición en el que se hace el estudio</i> .....	42
3.1.6	<i>Carácter de la Investigación</i> .....	43
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL PROYECTO.....	44
3.2.1	<i>Sujetos y fuentes de investigación</i> .....	44
3.2.2	<i>Sujetos</i> .....	44
3.2.3	<i>Fuentes</i> .....	44
3.2.3.1	Fuentes Primarias .....	45
3.2.3.2	Fuentes Secundarias .....	45
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO .....	47
3.3.1	<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i> .....	47
3.3.1.1	Entrevista.....	47
3.3.1.2	El Cuestionario .....	47

3.3.1.3	La Observación Directa .....	48
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	50
3.4.1	<i>Formulación de Hipótesis</i> .....	50
3.4.2	<i>Operacionalización de las Variables</i> .....	50
3.4.3	<i>Cuadro 2: Definición de Variables</i> .....	51
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS .....	53
3.5.1	<i>Muestra:</i> .....	53
3.5.1.1	Fórmula para tamaño de muestra: .....	53
<b>4</b>	<b>CAPITULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS</b> .....	<b>55</b>
4.1	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	55
4.1.1	<i>Objetivo del Análisis</i> .....	55
4.1.2	<i>Definición del Problema</i> .....	55
4.1.2.1	Diagrama 2: Diagrama de flujo de procesos Productos Caribe S.A. ....	57
4.1.3	<i>Descripción del Proceso Productivo</i> .....	58
4.1.3.1	Procedimiento de Carga de Horno.....	61
4.1.3.2	Procedimiento para el Proceso de Quema de Hornos: .....	62
4.1.3.3	GRÁFICA No 3: Control de Temperaturas para el Proceso de Quema Hornos de Productos Caribe S.A. ....	62
4.1.3.4	Procedimiento para el Proceso de Descarga de Horno.....	63
4.1.3.5	CUADRO 3: Análisis de Tiempos para Carga y Descarga de Hornos .....	64
4.1.3.6	CUADRO 4: Distribución de la Jornada Laboral para la Carga y Descarga de Horno. ....	65
4.1.3.7	Diagrama 3: Diagrama de Proceso de Producto Terminado .....	66
4.1.3.8	Procedimiento para el Proceso de Pintado de Tejas .....	67
4.1.3.9	Diagrama 4: Diagrama del Proceso de Entintado de Tejas .....	68
4.1.3.10	Cuadro 5: Resumen de Tiempos Estimados para Cada Una de las Tareas de Entintado de Tejas ..	69
4.1.3.11	Diagrama 5: Diagrama de Proceso Propuesto .....	71
4.1.4	<i>Ergonomía del puesto de trabajo</i> .....	72
4.1.4.1	Diagrama 6: Diagrama de Ishikawa, análisis ergonómico de pintado de tejas .....	73
4.1.4.2	Diagrama 7: Diagrama Bimanual de la Operación de Entintado de Teja .....	74
4.1.4.3	Diagrama 8: Diagrama de flujo de proceso.....	75
4.2	DISEÑOS DE PUESTOS DE TRABAJO.....	76
4.2.1	<i>Análisis Ergonómico de Proceso de Pintado de la Teja en Productos Caribe En Esparza, Puntarenas</i> .....	76
4.2.2	<i>Diseño de un Puesto de Trabajo</i> .....	77
4.2.3	<i>Descripción de las actividades de acuerdo con el tipo de labor</i> .....	77

4.2.3.1	Zona de trabajo 1: Levantar y Traer las tejas.....	78
4.2.3.2	Zona de trabajo 2: Extensión de teja sobre el suelo .....	80
4.2.3.3	Zona de trabajo 3: Aplicación de Pintura.....	83
4.2.3.4	Zona de trabajo 4: apilar para pinta y recoger teja .....	85
4.2.3.5	Cuadro 9: análisis de riesgo de la zona de trabajo 3. ....	87
4.2.4	<i>Aspectos importantes con respecto al análisis del trabajo</i> .....	88
4.2.5	<i>Cambios por Realizarse en la Labor</i> .....	89
4.2.6	<i>Conclusión análisis ergonómico del puesto de trabajo</i> .....	90
4.3	COSTOS POR MALA CALIDAD .....	90
4.3.1.1	Gráfico 4: Histograma de producción de tejas planas tabaco 2014 .....	91
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>94</b>
5.1	PROPUESTA .....	94
5.1.1	<i>Elaboración y evaluación de la alternativa</i> .....	94
5.2	PROPUESTA DE UN DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ENTINTADO.....	94
5.2.1	<i>Descripción del proyecto</i> .....	94
5.2.1.1	Recursos necesarios.....	95
5.2.1.2	Descripción de las actividades.....	95
5.2.1.3	Beneficios del proyecto .....	95
5.2.1.4	Desarrollo del proyecto. ....	96
5.2.1.5	IMAGEN 27: Vista frontal del diseño.....	97
5.2.1.6	IMAGEN 28: Vista diagonal.....	98
5.2.1.7	IMAGEN 29: vista de las poleas y el motor .....	99
	.....	<b>99</b>
5.2.1.8	Cuadro No: 4 Cálculo de reducción.....	100
5.2.1.9	IMAGEN 30: Vista del tanque de almacenamiento de la solución y la bomba sumergible.....	101
5.2.1.10	IMAGEN 31: Vista del sistema de aspersion y guías de las tejas .....	102
5.2.1.11	IMAGEN 32: Sistema de rodamiento .....	103
5.2.1.12	IMAGEN 32: Altura de la máquina .....	104
5.3	ANÁLISIS DEL FLUJO DE PROCESO MEJORADO .....	105
5.3.1	<i>Diagrama No. 9. Diagrama De Tiempo: Comparación del Tiempo Requerido Antes y Después de la Mejora del Proceso</i> .....	105
5.3.1.1	Diagrama 10: Diagrama de Proceso Propuesto.....	106
5.4	ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD.....	107

5.4.1	<i>Cuadro No.11: Análisis de la Productividad Antes del Proyecto y Después de la Implementación del Proyecto</i> .....	107
5.5	ANÁLISIS DEL AHORRO ECONÓMICO DE MATERIALES .....	108
5.5.1	<i>Cuadro No11: Costos Relacionados con Pintura</i> .....	108
5.6	ANÁLISIS DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	110
5.6.1	<i>Costos de construcción</i> .....	110
5.6.1.1	<i>Cuadro No12: Costos de Fabricación de la Propuesta</i> .....	110
5.6.2	<i>Costo total de construcción</i> .....	112
5.7	ANÁLISIS DE AHORRO DEL RECURSO HUMANO.....	113
5.7.1	<i>Cuadro No13: Análisis de costos de mano de obra para producir teja plana tabaco antes de la implementación del proyecto</i> .....	113
5.7.2	<i>Cuadro No14: Análisis de costos de mano de obra para producir teja plana tabaco después de la implementación del proyecto</i> .....	114
5.8	ANÁLISIS DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	115
5.8.1	<i>Cuadro No15: Análisis de retorno de la inversión de la implementación del proyecto</i> .....	115
5.9	ANÁLISIS DE CALIDAD.....	116
5.9.1	<i>Cuadro 16: Número de defectos por lote durante el mes de octubre de 2017</i> .....	117
5.9.2	<i>Gráfico 5: Carta de control u. análisis de defectos de teja plana tabaco en octubre de 2017 en Productos Caribe</i> .....	118
5.9.3	<i>Gráfico 6: Análisis porcentual de defectos en Productos Caribe en el mes de abril de 2017</i> ..	119
5.9.4	<i>Gráfico 7: Análisis por tipo de defectos en Productos Caribe en abril de 2017</i> .....	120
	<i>FUENTE: PROPIA</i> .....	120
5.9.5	<i>Gráfico 8: Análisis por tipo de defectos en Productos Caribe en octubre de 2017</i> .....	121
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>123</b>
6.1	CONCLUSIONES.....	123
6.2	RECOMENDACIONES .....	126
	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	128
	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	129
	BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA.....	129
	<b>APÉNDICES</b> .....	<b>132</b>
	<i>CUADRO I: Comparación del costo del producto entintado vs el costo de la competencia</i> .....	132
	<i>CUADRO II: Costos de las devoluciones del cliente Dreams las Mareas en La Cruz Guanacaste, en el año 2014, por inconformidad de tonos</i> .....	132

<i>CUADRO III. Número promedio de empleados en Productos Caribe SA del año 2007 al 2016.....</i>	<i>133</i>
<i>CUADRO IV: Resumen de la producción total de Productos Caribe por año, desde 2007 hasta el 2016</i> <i>.....</i>	<i>133</i>
<i>CUADRO V: Representación porcentual de la producción anual por productos en Productos Caribe del</i> <i>2007 al 2016.....</i>	<i>134</i>
<i>CUADRO: VI: Resumen unidades producidas mensualmente por producto durante el año 2016.....</i>	<i>135</i>
<b>GRÁFICOS.....</b>	<b>136</b>
<i>GRÁFICO I. Comparación anual de la producción promedio mensual en unidades en Productos Caribe</i> <i>S.A. del año 2008 al 2016.....</i>	<i>136</i>
<i>GRÁFICO II: Representación porcentual de la producción de teja plana en Productos Caribe S.A. durante</i> <i>el año 2013.....</i>	<i>137</i>
<i>GRÁFICO III: Comparación anual de la producción promedio mensual en unidades en Productos Caribe</i> <i>S.A. del año 2008 al 2016.....</i>	<i>138</i>
<i>.....</i>	<i>139</i>
<b>GLOSARIO Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>140</b>
<i>.....</i>	<i>143</i>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>144</b>
<i>ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ARCILLAS UTILIZADAS EN PRODUCTOS CARIBE S.A..</i>	<i>144</i>
<i>COTIZACIONES .....</i>	<i>145</i>

## **VI. ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

MnO<sub>2</sub>: Bióxido de manganeso.

NaCl: Cloruro de sodio (sal).

VAN: El valor actual neto, cuyo acrónimo es VAN.

P.C.: Productos Caribe.

PEPS: Primero en entrar primero en salir.

PERT: Método que sirve para planificar proyectos en los que hace falta coordinar un gran número de actividades.

Método SLP: Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución, un patrón de procedimientos de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta.

## VII. RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se desarrolla en la planta de Productos Caribe S.A., localizada en Esparza de Puntarenas. Esta planta se dedica a la elaboración de productos a base de arcilla: tejas de diferentes tipos, ladrillos en varias presentaciones, una variedad adoquines, losetas para pisos y enchapes.

Durante los últimos años la empresa ha sufrido los embates de diferentes consecuencias generadas por la globalización, tales como la crisis económica mundial de 2008 y la competencia de productores provenientes de otros países con condiciones sociales y económicas diferentes a las que se tiene en Costa Rica.

La lucha de Productos Caribe por mantenerse en el mercado ha sido dura y los ha llevado a realizar *benchmarking* y a innovar para ser competitivos. Uno de estos grandes desafíos es producir una teja plana color tabaco oscuro, simulando una teja antigua, que es la moda actual.

En el capítulo I se realiza un análisis general de la empresa y las dificultades de Productos Caribe, para producir estas tejas con las características que exige el mercado, pues los resultados no han sido nada alentadores para la empresa. El presente trabajo se presenta como la oportunidad de encontrar la forma correcta y eficiente de producir lo que los clientes esperan. Por tanto, este proyecto se centrará en analizar las condiciones actuales, los procesos y procedimientos establecidos, e investigar cómo se realizan en otros países, para tropicalizarlos y mejorar el proceso actual de Productos Caribe.

En el capítulo II se presentan en el marco teórico las herramientas de ingeniería, necesarias para desarrollar el proyecto, tales como diagramas de Ishikawa, de proceso, de flujos y otros, análisis de gráficos, diagrama de Pareto, ciclo de Deming,

lluvia de ideas, entre otros. La investigación comprende el análisis del proceso, análisis ergonómicos, estudios de métodos y tiempos de producción, análisis de costos de producción, de costos por mala calidad y de productividad. También la presentación, el diseño y la implementación de una propuesta de mejora del proceso, que no afecte ninguno de estos aspectos, más bien que permita la mejora, que garantice la calidad del producto terminado, sin afectar el costo ni las condiciones de trabajo de los colaboradores.

En el capítulo III, se define la metodología por utilizar, basada en el marco de referencia y su dimensión de acuerdo con la naturaleza del proyecto. Se definen las fuentes, las técnicas y la metodología.

En el capítulo IV se lleva a cabo un análisis de la situación actual de la empresa, las condiciones del trabajo, aspectos de calidad, ergonomía, y métodos de trabajo.

En el capítulo V se presenta el diseño e implementación de una propuesta que resulta de la investigación realizada. Con la implementación y las mejoras propuestas, los resultados deben ser positivos en cada uno de los aspectos mencionados; eso, evidentemente llevaran a la empresa a ser competitiva por calidad, costos y productividad.




**VIII. NOTAS ADICIONALES**

ACTA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

**DECLARACIÓN JURADA****DECLARACIÓN JURADA**

Yo Alvaro Ramírez Soto, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 6-0214-0388 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **APLICACIÓN DE OXIDO DE MANGANESO PARA OBTENER UNIFORMIDAD DE COLOR EN LAS TEJAS DE ARCILLA DE PRODUCTOS CARIBE S.A.**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Puntarenas, a los 13 días del mes de diciembre del año dos mil diecisiete.



Firma del estudiante  
Cédula 6-214-388.

## LAS NOTAS DE APROBACIÓN Y CALIFICACIONES DEL TUTOR Y DEL LECTOR

### CARTA DEL TUTOR

Puntarenas, 18 de diciembre de 2017.

**Destinatario**  
**Carrera**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante Alvaro Ramírez Soto, cédula de identidad número 6-0214-0388, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado APLICACIÓN DE OXIDO DE MANGANESO PARA OBTENER UNIFORMIDAD DE COLOR EN LAS TEJAS DE ARCILLA DE PRODUCTOS CARIBE S.A., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	19%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		98%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Luis Salas Romero**  
**Cédula identidad No.1-1014-0116**

## LA NOTA DEL FILÓLOGO

Puntarenas, 10 de marzo de 2018

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Facultad de Ingeniería Industrial

Por este medio hago constar que he revisado y corregido la sintaxis, la morfología y la semántica del texto denominado: "APLICACIÓN DE ÓXIDO DE MANGANESO PARA OBTENER UNIFORMIDAD DE COLOR EN LAS TEJAS DE ARCILLA DE PRODUCTOS CARIBE S.A.", propiedad de ÁLVARO RAMÍREZ SOTO, CÉDULA DE IDENTIDAD 602140388, el cual se ha presentado como requisito para optar por el título de LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Cordialmente,



Lcda. Magdalena Venegas Porras  
Filóloga  
Carné 10785  
Cédula 6-230-1 16

**LA NOTA DE APROBACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO POR PARTE  
DEL RESPONSABLE DE LA ORGANIZACIÓN DONDE SE REALIZÓ**

# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**

# 1 CAPÍTULO I: INTRODUCTORIO

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto corresponde a requisito final para optar por la licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Hispanoamericana, sede de Puntarenas. Es desarrollado en la empresa Productos Caribe S.A, la cual se encuentra ubicada en el cantón de Esparza, provincia Puntarenas, Costa Rica y se dedica a la elaboración de productos fabricados a base de arcilla tales como teja, ladrillos, enchapes y pisos.

Se pretende orientar a Productos Caribe en una mejora del proceso de entintado de tejas planas color tabaco, ya que después de la crisis económica que azotó Estados Unidos y Europa en el año 2008, la industria de la construcción en Costa Rica tuvo repercusiones negativas: En este caso, por tratarse de una industria dedicada a la elaboración de artículos decorativos en la construcción, su afectación fue muy fuerte, situación que obliga a la empresa a buscar nuevas salidas y mercados posteriormente a la crisis.

Para el año 2012 Productos Caribe, mediante la inclusión de personal profesional en áreas como mercadeo, ventas y producción, intenta recobrar los índices de ventas que se traían hasta el año 2007. Sin embargo, la preferencia del mercado ha cambiado por producto importado, el cual provee una diversidad de colores y a precios más bajos; Productos Caribe S.A. queda, por ello, en desventaja competitiva. (Al respecto, ver apéndice, gráfico III. "Comparación anual de la producción promedio mensual en unidades en Productos Caribe S.A. del año 2008 al 2016").

En la actualidad la moda es la teja plana, en diferentes presentaciones y de un color tabaco oscuro, simulando antigüedad. Crear una teja similar, no fue ninguna dificultad. El problema se dio en obtener ese color tabaco de forma uniforme, condición que sí ofrecían otros los proveedores. Después de una investigación y de realizar un benchmarking a través de viajes, compras de producto, entre otros, se obtiene información sobre algunas formas de entintar tejas en diferentes partes del mundo, con el fin de conseguir algunos tonos, específicamente color tabaco.

En Productos Caribe los tonos tabaco se obtienen de dos formas: una es pintándola con algunos tintes, una vez cocida. Sin embargo, la garantía de durabilidad de dicho color está sujeto tanto a la perdurabilidad de los tintes como a las condiciones de climáticas donde se construye; eso podría poner en entredicho la honestidad y la marca de la empresa. Otro aspecto que afecta es el alto costo agregado. Ver (Cuadro I del apéndice, "comparación del costo del producto entintado vs el costo de la competencia").

La otra forma es pasándola por un recipiente con óxido de manganeso y sal, diluido en agua, antes de cocinarla; eso sí le da durabilidad, pero no se logra obtener la uniformidad requerida. En el año 2014 la empresa tuvo pérdidas significativas por devoluciones a causa de la insatisfacción de un cliente, (ver apéndice cuadro II, "Costos de las devoluciones del cliente Dreams las Mareas en La Cruz Guanacaste, en el año 2014, por inconformidad de tonos").

De acuerdo con las líneas de investigación de ingeniería industrial (según guía de estudio), para solucionar el problema en este proyecto se llevará a cabo una investigación de procesos y servicios por cuanto se deberán realizar estudios de procesos de trabajo de operaciones, diseños e implantación de nuevos flujos y mejoras en la optimización de los recursos.

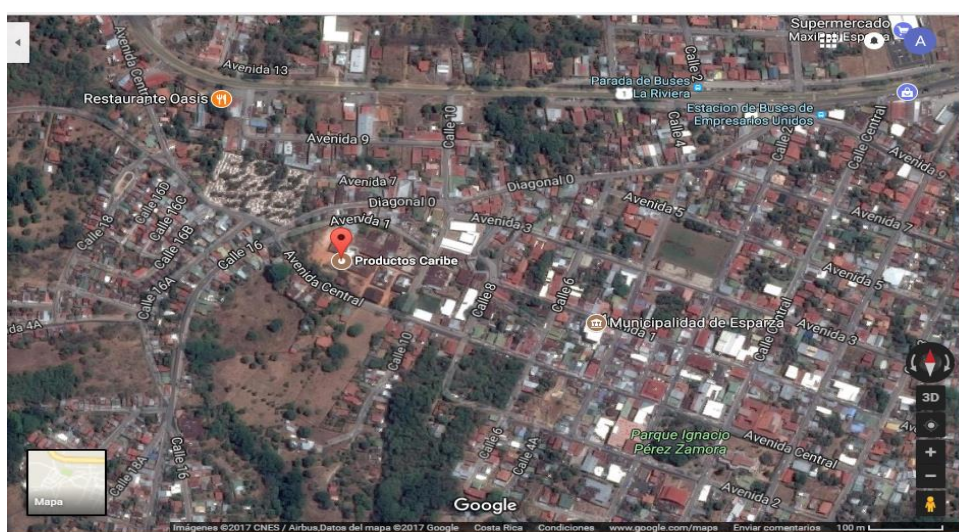
## 1.2 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA ORGANIZACIÓN

Productos Caribe S.A fue fundada en Esparza en 1936 y desde entonces se ha dedicado a fabricar productos de arcilla de la más alta calidad.

En un inicio, la fábrica estuvo dedicada a la elaboración de tubos de alcarraza (arcilla y vitrificada). Estuvo ubicada en la avenida 10, cuando era llamada La Cerámica. La fábrica inicia sus labores en 1936 y luego es trasladada al cantón de Esparza, donde el clima ayudaba bastante a secar el barro o la arcilla de forma rápida.

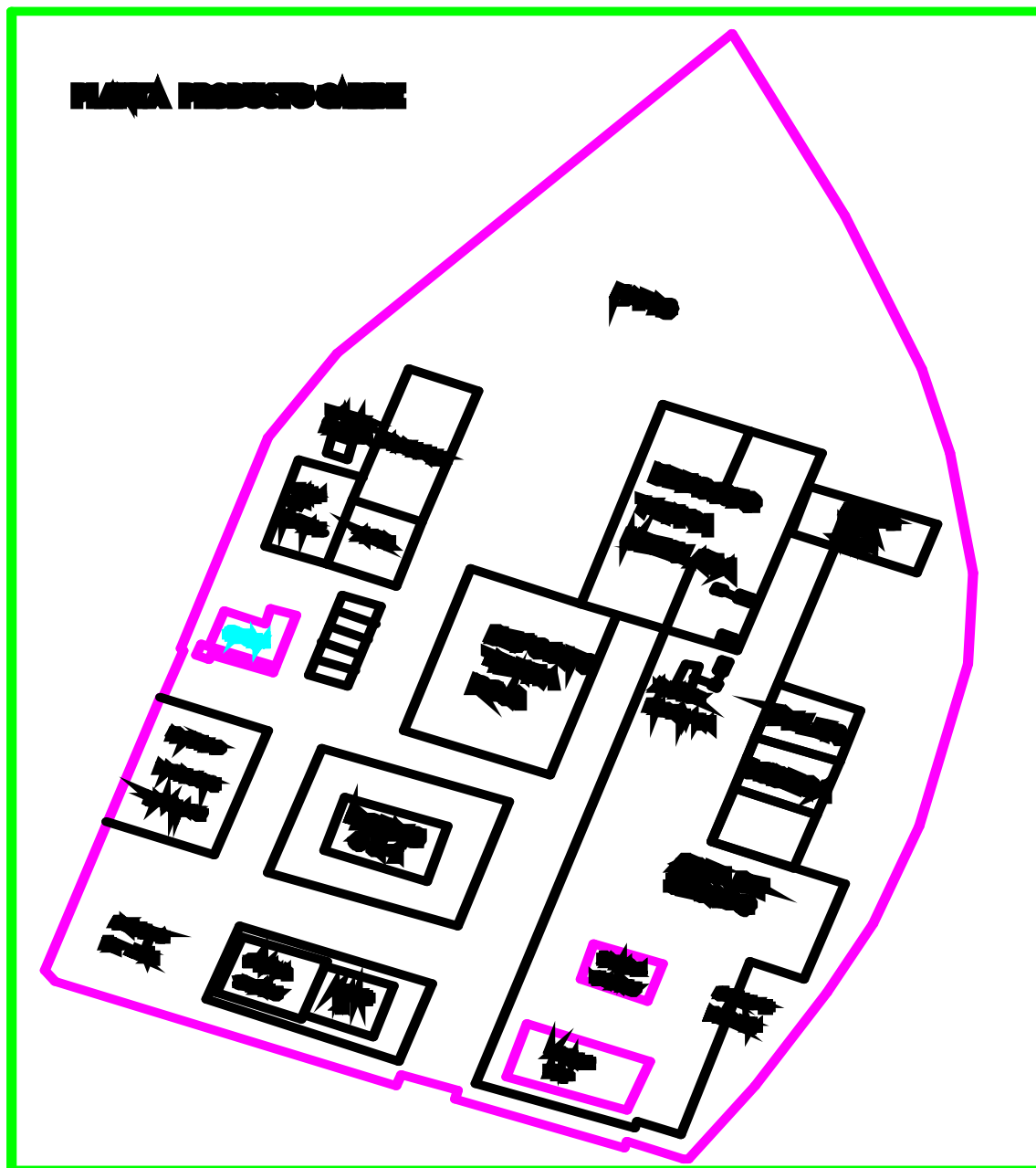
Actualmente Productos Caribe S.A está ubicada en el cantón de Esparza, provincia Puntarenas, Costa Rica Ruta # 657 de Esparza. Entre avenida 1 y avenida central y calle 10, costado oeste del Liceo de Esparza.

### 1.2.1 Imagen 1: Ubicación de Productos Caribe en la Ciudad de Esparza



FUENTE: GOOGLE MAPAS

## 1.2.1.1 Imagen 2: Plano actual de la empresa Productos Caribe S. A. 2016



FUENTE: SISTEMA DE GESTIÓN DE PRODUCTOS CARIBE.

A principios de los años ochenta la empresa se vio obligada a terminar con la fabricación de los tubos de alcarraza, debido a que en el mercado apareció un gran competidor: los tubos de PVC. Este competidor fue una gran amenaza para la producción de la empresa, por lo cual decidieron realizar nuevos productos con la arcilla para intentar sostener la empresa.

En estos últimos años, debido a la integración de equipos modernos, se logra fabricar diversos productos como ladrillos enchapes, la teja en sus diferentes estilos: colonial, imperial, tica y mediterránea, así como losetas rústicas para piso en diferentes tamaños.

Todos estos productos son fabricados a la usanza tradicional del horneado en leña, que, bajo estudios constantes de los laboratorios de la Universidad de Costa Rica, permite garantizar la calidad de los productos en el mercado, nacional como internacional.

### **1.2.2 Misión**

Ser los mejores en nuestro campo.

Producir los artículos de arcilla del más alto nivel.

Mantener la excelencia de la calidad.

Dar servicio especializado a todos nuestros clientes.

**FUENTE: SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL, PRODUCTOS CARIBE S.A**

### 1.2.3 Visión

- Mantener el liderazgo empleando la más alta tecnología existente y los más avanzados conceptos de fabricación.
- Fortalecer el crecimiento de la empresa a través de los más altos niveles de satisfacción al cliente.

FUENTE: SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL, PRODUCTOS CARIBE S.A

### 1.2.4 Objetivos de la organización

Los objetivos de la empresa son:

1- Diseñar estrategias relacionadas con el mejoramiento continuo de los procesos y la producción más limpia, intensificando el esfuerzo en el manejo administrativo y financiero de los recursos con los que se cuenta.

2- Mostar la calidad y el servicio al cliente como ejes de la organización, creando una cultura de orden y aseo acorde con las expectativas del sector acerca de los productos que elabora.

3- Desarrollar estrategias internas que promuevan el sentido de pertenencia y compromiso organizacional en el recurso humano.

4- Orientar la empresa al desarrollo socioeconómico de su entorno local, nacional y regional impactando con la política social a todas las comunidades en donde residen

trabajadores de la empresa, mediante la ejecución de al menos un proyecto por comunidad.

5- Promover políticas de personal basadas en los valores de la responsabilidad total, la solidaridad, la ética, el respeto y la proactividad.

6- Fomentar la excelencia operacional en nuestro personal para lograr los objetivos estratégicos de nuestra organización incentivando un ambiente de trabajo participativo y productivo.

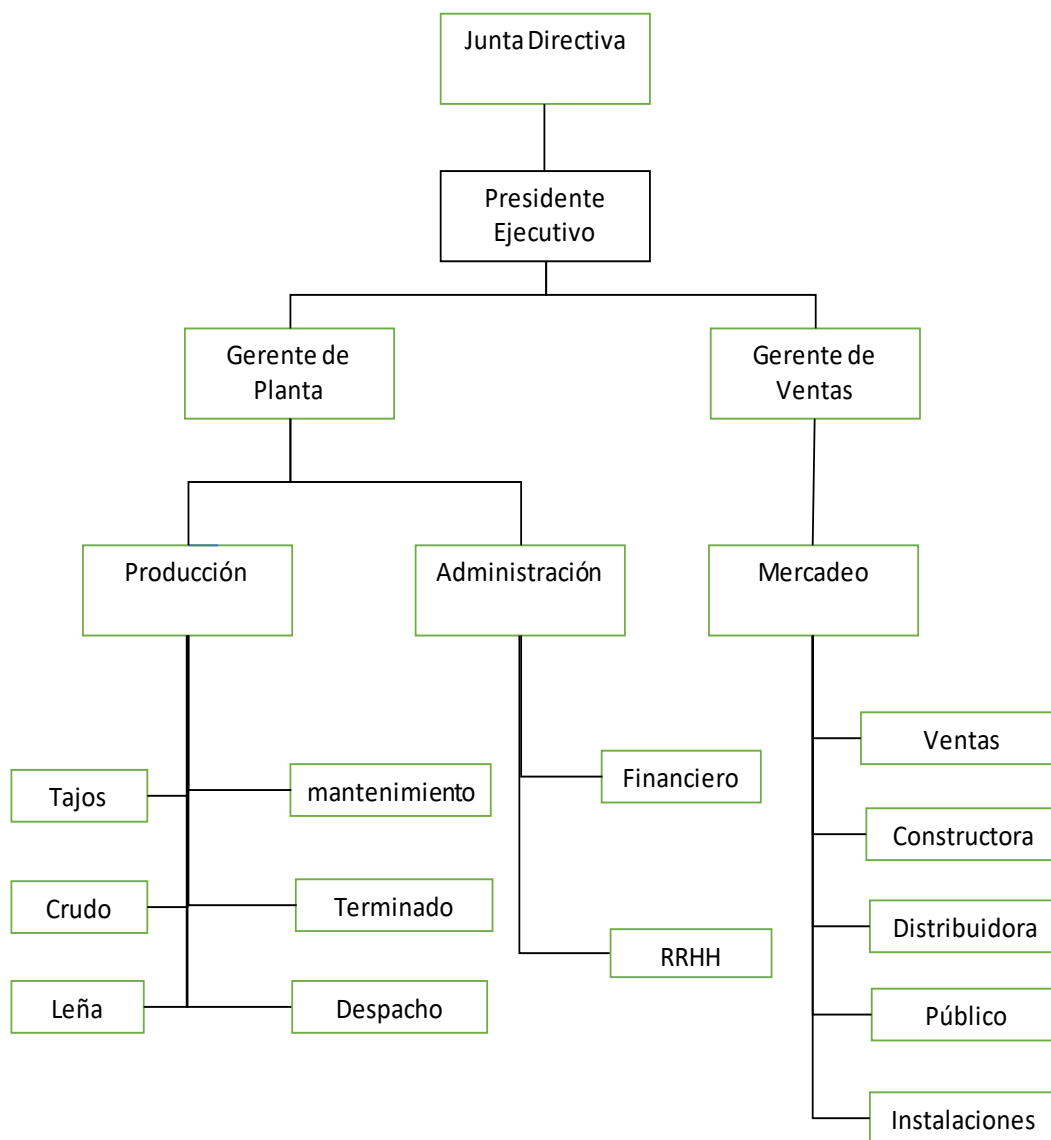
7- Por política interna de la organización la posibilidad de crecimiento personal y laboral es permanente, nuestros colaboradores y sus grupos familiares se benefician de políticas y programas encaminados a mejorar su calidad de vida, mejorando la infraestructura de sus viviendas y apoyando de manera permanente el desarrollo del cantón.

8- Empezar el desarrollo de estrategias que permitan mejorar los márgenes de operación, y la rentabilidad de la empresa.

**FUENTE: SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL, PRODUCTOS CARIBE S.A.**

### 1.2.4.1 Imagen 3: Organigrama de Productos Caribe

Organigrama Gerencial de Productos Caribe S.A. 2017



FUENTE: SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL, PRODUCTOS CARIBE S.A.

### **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La iniciativa de realizar este proyecto se enfoca en diseñar un sistema de mejora continua en el proceso de entintado de tejas color tabaco en la industria Productos Caribe S.A., a fin de cumplir con las exigencias del mercado costarricense en la industria de la construcción.

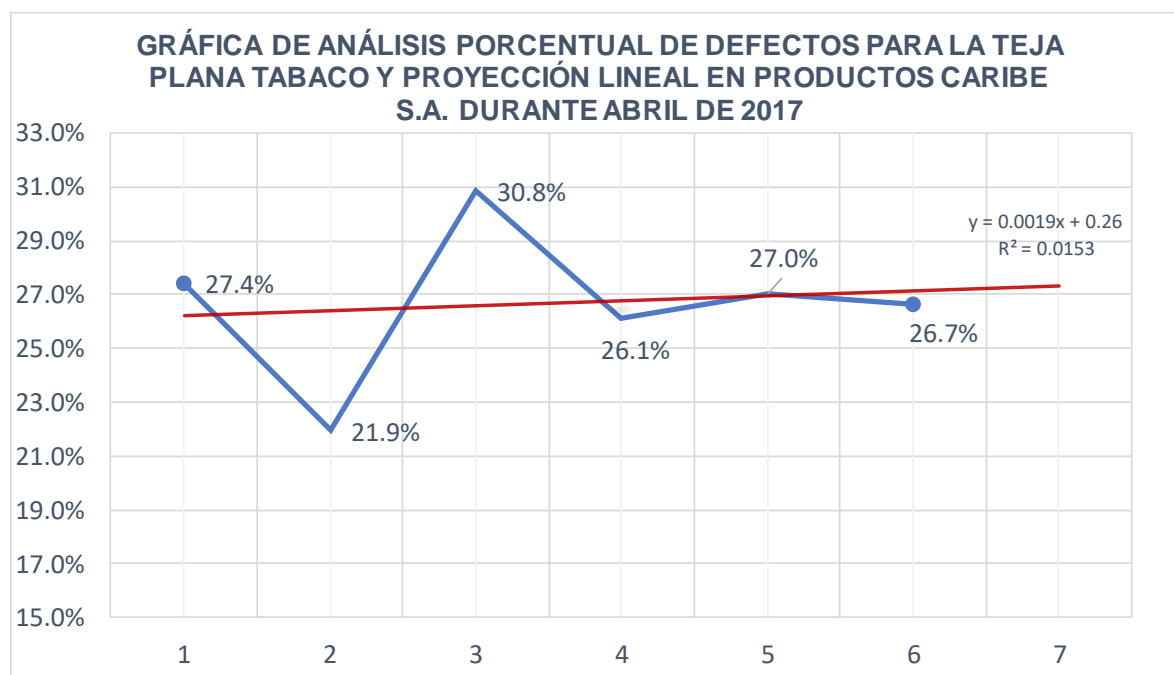
El desarrollo de este proyecto proporciona a la empresa un análisis objetivo de los métodos de trabajo, materias primas, equipos y maquinarias utilizadas, para diseñar un sistema de trabajo integrado con métodos bien estructurados, que contribuyan con la mejora de los procesos y sus procedimientos.

Esto se llevará a cabo mediante una propuesta de mejora en el método de trabajo, que abarcará análisis de costos, diseños de flujos y diseños de puestos de trabajo, con el fin de obtener la aceptación de los clientes, mediante la capacitación del recurso humano, la ejecución del trabajo, garantizando la calidad y el monitoreo permanente.

Durante el estudio se aplicaron herramientas y técnicas necesarias para la ingeniería industrial:

Primero, se identifican, mediante un gráfico, los niveles porcentuales y proyección lineal de la calidad del producto terminado en Productos Caribe S.A.; luego se lleva a cabo en un gráfico de Pareto los problemas que afectan la calidad, concretamente en el acabado final de la teja plana color tabaco.

### 1.3.1.1 Gráfico1: Análisis y Proyección Lineal de la Calidad en la Teja Plana Color Tabaco de Productos Caribe S.A. Durante abril de 2017

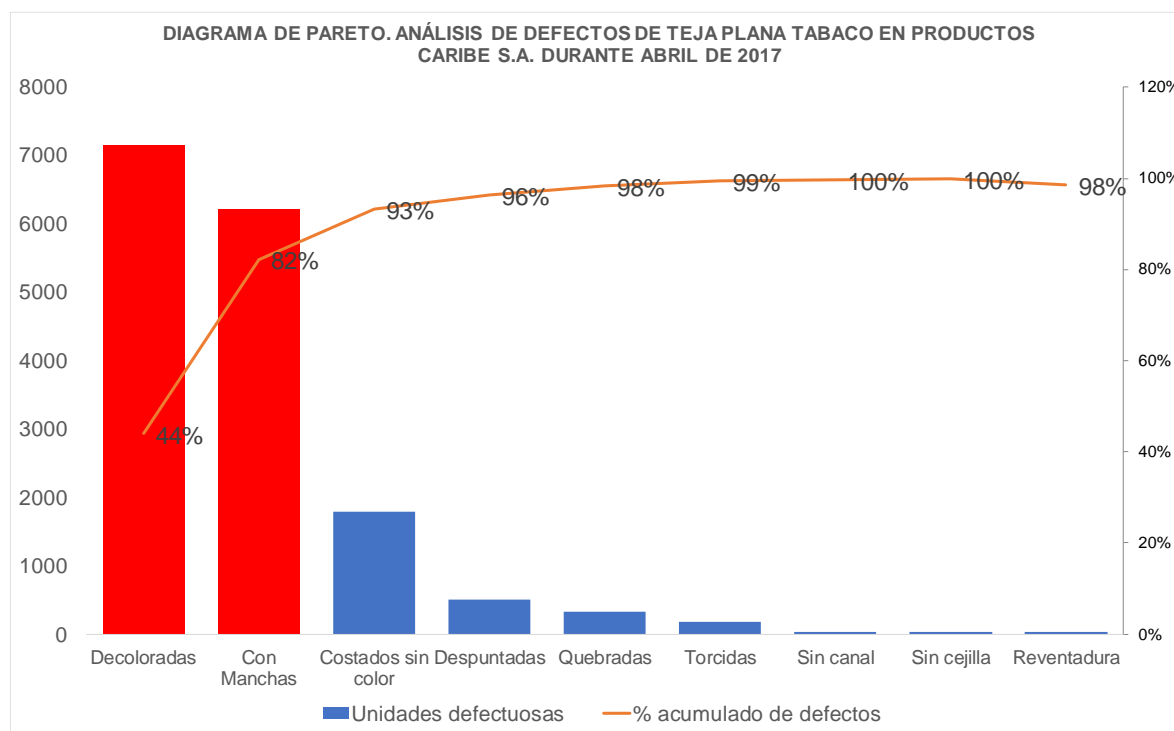


FUENTE: PROPIA

En el gráfico anterior se analizan cinco hornos durante el mes de abril de 2017, donde se muestra que los niveles de defectos en la teja plana tabaco están a un promedio de un 26% de producto defectuoso.

A continuación, se realiza un gráfico de Pareto para identificar las causas que más afectan el proceso de producción en la teja plana color tabaco.

### 1.3.1.2 Gráfico 2. Análisis de Defectos de Teja Plana Color Tabaco en Productos Caribe Durante abril de 2017

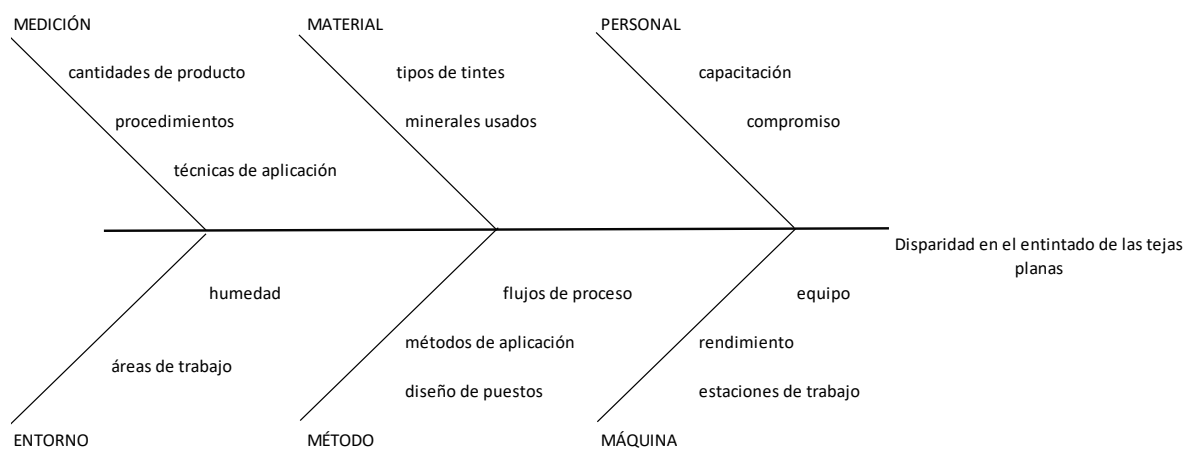


FUENTE: PROPIA

Se analizaron cinco hornos durante el mes de abril de 2017, con el objeto de clarificar las circunstancias más relevantes de defectos en Productos Caribe S.A. Como se observa en el gráfico de Pareto, existen básicamente dos causas que acumulan el 82% del total de los defectos. Si se resuelven estas causas, entonces se estaría resolviendo más del 80% de los defectos.

Dichos problemas se ordenan y representan en un diagrama de causa y efecto, el cual se conoce también como *espina de pescado* o *diagrama de Ishikawa*, donde se muestra el problema determinado (efecto) y sus posibles fuentes de origen (causas). Ver diagrama 1.

### 1.3.1.3 Diagrama No.1: Diagrama de Ishikawa, Disparidad en el Entintado de Tejas Planas



FUENTE: PROPIA.

Si se logra corregir el problema se podrían recuperar los clientes perdidos, con una mayor producción y mejorando los costos operativos. Eso permitiría ser más competitivo, colocando la empresa de nuevo en ventaja debido a varias situaciones que le favorecen ante la industria extranjera, tales como: la cercanía a los clientes, oportunidad de compra en sitio, menores tiempos de entrega, entre otros.

Por tanto, se realiza una lluvia de ideas y entrevistas con el personal involucrado para obtener información que posiblemente no llegue hasta la gerencia. Así, de esta manera, identificando el problema y las posibles causas de este, también se puede

identificar las soluciones y de esta manera comenzar a trabajar en las mejoras del caso.

Considerando que el personal involucrado generalmente es el que más conoce del trabajo, se realiza una lluvia de ideas donde se involucra personal administrativo, supervisión, mantenimiento y operativo.

Abajo se presenta un cuadro que recopila la lluvia de ideas, para ampliar la visión del problema y algunas posibles soluciones que puedan surgir a través del análisis.

#### 1.3.1.4 Cuadro 1: Lluvia de Ideas

LLUVIA DE IDEAS: ANALISIS SOBRE LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA CON LA FALTA DE UNIFORMIDAD EN EL ETINTADO DE TEJA PLANAS

PARTICIPANTE	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Mikol	Existe demasiada manipulación de la teja	Se ocupa algo más práctico	Se debe modernizar, debe existir alguna otra forma de hacer el trabajo.
Gerardo	El trabajo es muy cansado	Organizar mejor el trabajo y sus procedimientos.	Comprar alguna máquina que ayude.
Kevin	Es cansado y por eso todo sale mal.	Se debe quemar elevando la temperatura para que salga mas oscura.	No vender ese producto
Marvin	Es difícil la forma en que se hace, no ayuda a mantener la calidad del producto.	Muy incómodo y poco práctico.	Buscar alguna forma más fácil y menos cansada de realizar el trabajo.
Roberto	La forma en que se hace no es buena	El proceso es muy lento y le falta controles	Investigar de que manera se puede hacer que sea más práctico.
Alex	Muy incómodo el trabajo	El muy duro y cansado deberían vender solo teja quemada	Buscar y comprar algún equipo que facilite y ayude a mejorar la calidad del trabajo y del producto.
Carlos	Una operación complicada. Alguien debe saber como hacerlo más fácil y mejor.	Debería buscarse otra forma de hacerlo	No lo estamos haciendo de la forma correcta. Debe contratar a alguien que nos ayude.

FUENTE: PROPIA

Dentro de las ideas que más se mencionan encontramos básicamente tres. La primera: la forma actual en que se lleva a cabo esta operación es muy difícil y cansada; la otra es que el método de trabajo debería modificarse y por último, que se debería investigar si existe algún equipo, máquina u otra manera más eficiente de realizar el proceso de entintado.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Todos los procesos de la empresa se consideran posibles candidatos para elaborar la investigación. Como primer factor en la decisión se consideró a la gerencia, porque son los que, de manera segura, conocen la empresa y su problema presente. Se eligió el entintado de tejas planas en conjunto con la gerencia, debido que, desde hace aproximadamente 5 años, la empresa viene con problemas en el producto de tejas planas color tabaco. No se obtiene uniformidad en el color, lo cual genera que algunos clientes se molesten, devuelvan el producto y cambien de proveedor. Eso provoca pérdidas y gastos adicionales por transporte, ventas, además de la pérdida de algunos clientes frecuentes. Se debe reducir su producción, lo cual afecta tanto a la empresa como a la parte obrera, según se muestra en el cuadro IV del apéndice ("Resumen de la producción total de Productos Caribe por año, desde 2007 hasta el 2016").

Como se muestra en el apéndice, en el gráfico II ("Representación porcentual de la producción de teja plana en Productos Caribe S.A. durante el año 2013") y en el cuadro V del apéndice, ("Representación porcentual de la producción anual por productos en Productos Caribe del 2007 al 2016") para el año 2013 ya las ventas de teja plana color tabaco alcanzaban el 30% de la producción total de la empresa, condición que no se pudo sostener a causa de los problemas para fabricar este producto, con las condiciones y exigencias de los clientes requieren.

Para satisfacer los clientes que aún quedan y lograr vender, se aplica un tinte al producto terminado; eso lo encarece, sin garantizar la durabilidad del tinte. Tal situación podría, a mediano plazo, crear algunas inconformidades.

Se conoce que en otras latitudes se aplican algunos minerales como óxidos de manganeso y cloruro de sodio, para obtener diferentes tonalidades en los productos de arcilla cuando esta es fundida; se logra, de esa forma, la uniformidad que se requiere en el producto terminado, pero no se conoce cuánto aplican ni cómo. Con respecto a la coloración de teja, Munnig Schmidt (1967), expresa:

**El bióxido de manganeso es uno de los colorantes más antiguos para la arcilla. Desde tiempos remotos se ha venido empleando para dar a la cerámica un color gris, negro o marrón. Aún en la actualidad se adopta el manganeso para tal fin, no solo por su intensidad de color, sino también porque este no se altera con el tiempo, incluso expuesto a la acción de las intemperies. (Pág. 253)**

## **1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.5.1 Alcances**

A través de este proyecto se pretende brindar las mejoras necesarias en el proceso de entintado de tejas en la empresa Productos Caribe, mediante las técnicas de lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso.

Este se considera concluido una vez que se generen las acciones requeridas para llevar a la práctica las herramientas de lean Manufacturing, donde se indicó cómo y dónde se deben aplicar.

Según el área de interés del proyecto, considerando las expectativas de la empresa y además, un breve análisis sobre el enfoque de este, se determina que la métrica básica es el costo por unidad, debido a que, si se reduce el volumen del producto adicionado a la teja y además se realiza de manera uniforme, se podría producir con homogeneidad de color; ello implicaría reducir las devoluciones y a la vez ser más competitivos, con mejora del costo total por unidad.

### **1.5.2 Objetivo General**

Diseñar un método práctico y eficiente para la aplicación de químicos que permita la uniformidad de color en un 100% en los productos de arcilla, para disminuir a 0% las devoluciones a partir del segundo trimestre de 2017.

### **1.5.3 Objetivos específicos**

1. Realizar un análisis operativo de los flujos de procesos y puestos de trabajo de entintado de las tejas de arcilla en Productos Caribe en la actualidad.
2. Determinar las variables que afectan el proceso de entintado de tejas planas, con el propósito de realizar las mejoras posibles.
3. Rediseñar el flujo del proceso mediante algún sistema de automatización, que contribuya en la eficiencia y eficacia en el proceso de entintar las tejas planas fabricadas con arcilla, para la mejora de la calidad, eficiencia y los costos operativos.

4. Preparar a la gerencia un análisis de recuperación de lo invertido en la implementación del proceso automatizado del entintado de tejas en Productos Caribe.

## **1.6 CANCES EXCLUSIONES Y LIMITACIONES**

### **1.6.1 Exclusiones**

El proyecto no incluye la elaboración de manuales de procedimientos, ni el desarrollo de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Tampoco incluye rediseño de procesos anteriores o posteriores al entintado de la teja, ni los flujos de producción que no intervengan en dicho proceso de entintado, los cuales, por sus dimensiones, quedan fuera de esta tesis.

El tema de energía eléctrica no es incluido en este proyecto.

No se abordan aspectos de RRHH, como incapacidades o ausentismo.

### **1.6.2 Limitaciones**

Este proyecto se realizó en Productos Caribe S.A., que cuenta con cinco procesos básicos de producción. Se trabajará en el subproceso de entintado de tejas planas.

El flujo de la producción está dividido en el área de crudo, secado, carga de hornos, quemado y descarga de hornos. La propuesta se realizará para el proceso en la

parte de producción de carga de hornos, donde se lleva a cabo el proceso de entintado.

El acceso al personal del área de producción es limitado debido al tiempo brindado, cuya información es la fuente principal para el estudio.

La empresa no cuenta con información reciente sobre el tema de investigación.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL**

#### **2.1.1 Lean Manufacturing**

Lean manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. (Lizarralde E., 2013)

A continuación, se describen los principales desperdicios de Manufacturing, basados en (Lizarralde E., 2013), pág. 20, 27).

Concepto de despilfarro vs valor añadido: Lean Manufacturing desafía un cambio cultural que consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de valor añadido y despilfarro. Un examen profundo sobre los desperdicios de una empresa debe ser el primer paso para determinar las técnicas más adecuadas, solo así ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas más eficientes.

- a- Despilfarro por exceso de almacenamiento: es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas.
- b- Despilfarro por sobreproducción: es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida.
- c- Despilfarro por tiempo de espera: es el tiempo perdido como resultado de un proceso ineficiente.
- d- Despilfarro por transporte y movimientos innecesarios: es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario.
- e- Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos; significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez.

### **2.1.2 Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt permite determinar la actividad que se realiza, dónde se están utilizando los diferentes recursos y la duración de cada actividad. Esto permite dar al responsable del proyecto una visión general de la situación de este en cada momento.

Los cronogramas de Gantt fueron creados por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, para tratar de resolver la cuestión de la planificación de actividades al distribuirlas en un calendario. De esta manera, se podía visualizar el tiempo de

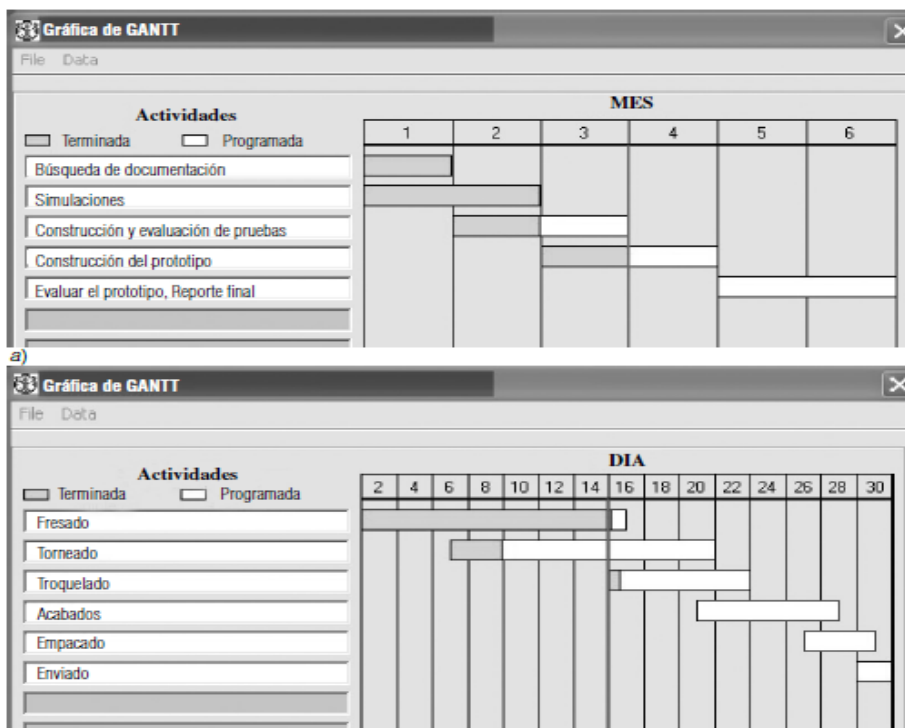
duración de las distintas actividades, con sus fechas de inicio y final y el tiempo total necesario para realizar esa actividad.

Al respecto, Nivel dice:

**El diagrama de Gantt constituyó probablemente la primera técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante los años cuarenta como repuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una mejor manera. (Nivel, B y Freivalds, A., pág18)**

El gráfico es un instrumento fundamental a la hora de la elaboración de un proyecto. Es un simple sistema de coordenadas en el que se colocan en el eje horizontal la escala temporal y en el eje vertical las actividades por realizar.

#### 2.1.2.1 Imagen 4: Gráfico de Gantt

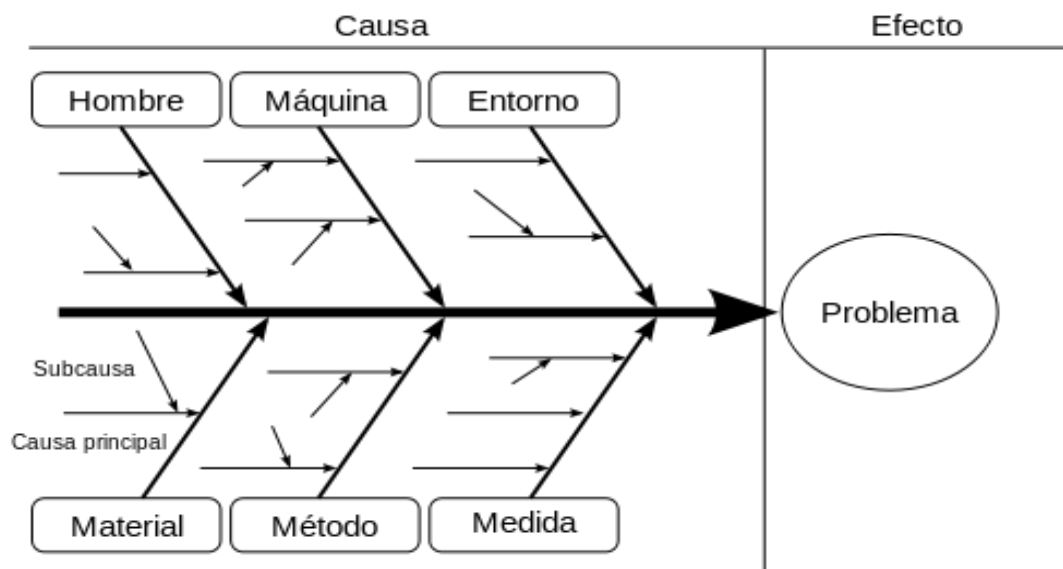


FUENTE: NIEVEL, B Y FREIVALDS, A EN EL LIBRO INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑOS DEL TRABAJO, PÁG 20.

### 2.1.3 Diagrama De Ishikawa-Diagrama Causa-Efecto

El diagrama de Ishikawa consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse, de manera relacional, una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, la cual representa el problema por analizar, que se escribe a su derecha. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943.

#### 2.1.3.1 Imagen 5: Diagrama De Ishikawa



FUENTE: TOMADO DE NIEVEL, B Y FREIVALDS, A EN EL LIBRO INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑOS DEL TRABAJO, PAG.19.

Este diagrama se utilizará para determinar las causas que generan como efecto la variable de tonos en el entintado de la teja plana. Ello, mediante una lluvia de ideas con el personal experto en el proceso de fabricación de tejas.

El primer beneficio de este diagrama es que permite organizar la información en categorías, como: materiales, personas, método, ambiente, procesos, información; sin embargo, esto no está limitado y se puede agregar cualquier otro tipo de factor que se pueda considerar como contribuyente al problema en cuestión.

#### **2.1.4 Diagrama De Flujo**

Es una técnica que permite representar, de manera gráfica y secuencial, las operaciones que se realizan en un proceso, desde su inicio hasta su final. Será utilizado durante el progreso del proyecto con la intención de analizar lo existente y las mejoras que surjan durante el desarrollo de la investigación, de manera que permita visualizar gráficamente estas. Al respecto, Nievel y Freivalds, (2013) señala que: Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamientos a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. (pág. 26)

Esta herramienta es indispensable para comprender el flujo de ejecución de un proceso y al mismo tiempo poder estudiarlo y realizar análisis sobre él, con el fin de brindar oportunidades de mejora en el área de entintado de teja.

#### **2.1.5 Lluvia de Ideas**

Las sesiones de lluvia de ideas son una forma de pensamiento creativo, encaminadas a que todos los miembros de un equipo participen libremente y aporten ideas sobre un *determinado* tema o problema. Es de gran importancia contar con las personas correctas durante una sesión de lluvia de ideas, para que realmente esta sea efectiva.

Para propósitos del presente estudio, esta es una herramienta que va a aplicarse de manera constante, de tal forma que sea un medio creativo para generar ideas que reduzcan el desperdicio, durante el proceso de producción del departamento de moldeo convencional.

### **2.1.6 Productividad**

Actualmente no es competitivo quien no cumple con calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de y muchos otros conceptos que hacen de la productividad un punto de cuidado en los planes a largo y pequeño plazo. Qué tan productiva sea una empresa podría demostrar el tiempo de vida de esta, además de la cantidad de producto fabricado con total de recursos utilizados.

Según Rodríguez (1999):

**Es la relación que existe entre la producción y el uso inteligente de los recursos humanos, materiales y financieros, de tal manera que se logren los objetivos organizacionales, se mejore la calidad de los productos y servicio al cliente, se fomente el desarrollo de los trabajadores y se contribuya con beneficios económicos, ecológicos y morales a la colectividad. (p.25)**

La productividad es, sobre todo, una actitud; busca mejorar continuamente todo lo que existe. Con la mejora del proceso de entintado y homogeneidad de tonos sin perder la calidad y dureza del producto, se persigue encontrar el equilibrio que le permita obtener una mejor productividad a Productos Caribe.

### **2.1.7 Indicadores de Productividad**

Los indicadores de productividad son las variables que ayudan a identificar algún defecto que exista cuando se elabora un producto o servicio. De este modo, se refleja la eficiencia en el uso de los recursos materiales y otros, ya sea cuantitativos o cualitativos.

Para Productos Caribe es fundamental resolver en la teja plana la variable de color tabaco homogénea, sin afectar otras variables como el tiempo de cocimiento de la arcilla y la resistencia del producto final, de forma que garanticen la calidad del producto y la satisfacción del cliente final.

Para ello, se debe crear un indicador de productividad global de la empresa. Este desglose permitirá detectar los puntos más débiles de la empresa y así mejorarlos. Por eso, conocer qué indicadores son los más importantes para monitorizarlos y analizarlos puede tener gran efecto sobre aspectos como la reducción de costos, la dirección de personas, incremento de la rentabilidad y la gestión de los equipos de trabajo.

### **2.1.8 Seis Sigmas**

**...es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes.  
(Herrera R, Fontalvo T., 2011, p2)**

A continuación, se describen los principales objetivos de seis sigmas, según Herrera R, Fontalvo T., (2011, pág. 2- 6). El método seis sigmas, conocido como DMAMC,

se basa en el ciclo de calidad PDCA, propuesto por Deming, en donde las etapas se operacionalizan de la siguiente manera:

Definición del proyecto.

- Medición de la información suministrada por el proceso y los clientes de la organización.
- Análisis de la información, en donde se aplican algunas herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales.
- Mejoramiento, etapa en la cual se proponen las soluciones de los problemas de calidad planteados.
- Control, el cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso.
- La clave para obtener con éxito el DMAMC es que se debe aplicar en forma adecuada:

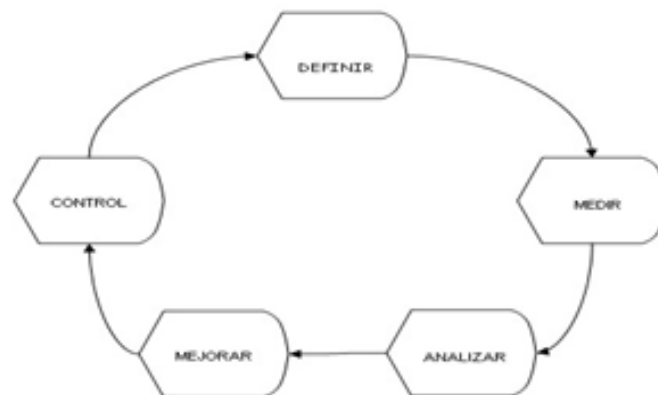
**Primero:** el enfoque debe estar dirigido en las necesidades y los requerimientos de los clientes, que identifiquen los problemas y las causas que atenten contra la calidad del producto, para evitar soluciones apresuradas y decisiones erradas.

**Segundo:** Se deben realizar mediciones de las variables del proceso, utilizando las herramientas estadísticas que conduzcan a soluciones válidas y efectivas.

**Tercero:** Se deben generar los controles a través de un seguimiento que evalúe las diferentes actividades para encaminarse a la solución de un problema.

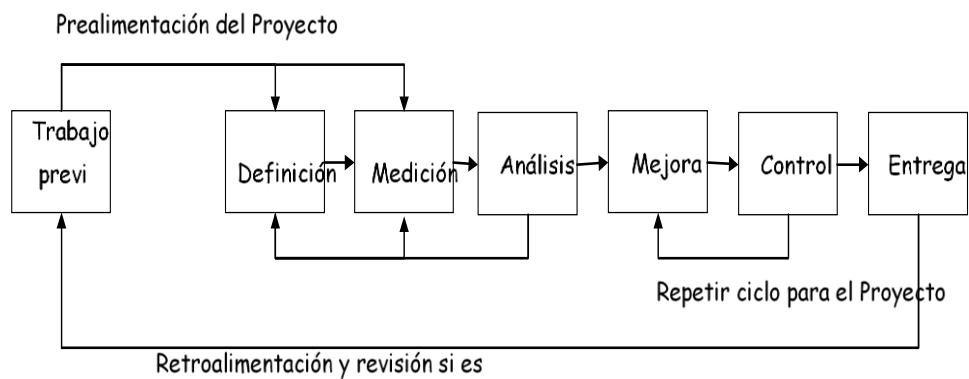
A continuación, se muestran gráficamente los pasos por seguir de acuerdo con el ciclo de Deming:

### 2.1.8.1 IMAGEN 6: CICLO DE DEMING



FUENTE: TOMADO DE TENNANT, G. "SIX SIGMA: CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO Y ADMINISTRACIÓN TOTAL DE LA CALIDAD EN MANUFACTURA Y SERVICIO" (2011, P. 157.)

### 2.1.8.2 IMAGEN 7. OPERACIONALIZACIÓN DEL DMAMC



FUENTE: TOMADO DE TENNANT, G. "SIX SIGMA: CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO Y ADMINISTRACIÓN TOTAL DE LA CALIDAD EN MANUFACTURA Y SERVICIO" (2011, P. 157)

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

Los beneficios que se pueden obtener con la aplicación e implementaciones de herramientas de Lean Manufacturing en el desarrollo del proyecto, pueden contribuir significativamente a combatir los problemas de rendimiento y productividad en el proceso de entintado de tejas. El éxito se ve asegurado aplicando las herramientas, acompañado de una filosofía de sistemas de sugerencias, mejoramiento de la productividad, técnicas de gestión de calidad, orientación al cliente, control estadístico de procesos, benchmarking y mejoramiento de la calidad. (Lizarralde E. (2013))

De acuerdo con los objetivos del proyecto de realizar un análisis de los flujos de procesos de la empresa, rediseñar los flujos mediante un sistema de automatización del proceso de producción de la empresa para mejorar la calidad y reducir los costos de producción, se realiza un estudio para determinar las principales causas de calidad no satisfactorias y altos costos, mediante diagramas de Ishikawa, gráficas de control, y gráficos de Pareto y de flujos del proceso. Además, a lo largo del proyecto se aplicarán herramientas y técnicas necesarias en la ingeniería industrial como el ciclo de PCDA y seis sigmas, mediante el diseño de experimentos como técnica estadística de experimentos de forma, que con el mínimo número de pruebas se consiga extraer información útil para obtener conclusiones que permitan optimizar la configuración de un proceso o producto. Asimismo, se deben aplicar todas las herramientas estadísticas que se ajusten a la información suministrada por el proceso. Para Herrera R, Fontalvo T., (2011, p 36), una selección adecuada del método estadístico permitirá, sin lugar a dudas, obtener mejores beneficios y con ello acceder a un análisis muy cercano a la realidad. A continuación, se detallan cada una de las fases de la gestión de este proyecto:

Primero mediante un proceso de lluvias de ideas y utilizando los diagramas de Ishikawa, (una de las herramientas más utilizadas en Productos Caribe) se valoran las causas más probables que generan un problema. Esta herramienta será de gran ayuda en el presente análisis, por la naturaleza del estudio, aplicada en las diferentes sesiones de trabajo que vayan a desarrollarse. Además, para conocer la estabilidad del proceso se utilizarán gráficas de control, y gráficos de Pareto, para determinar los problemas que afectan la homogeneidad del color en las tejas planas y costos vinculados por la mala calidad, que provocan la disconformidad de los clientes.

Segundo, basándose en los resultados obtenidos, mediante el uso de herramientas como histogramas, aplicadas en el presente estudio, se muestra de una manera gráfica la información que se vaya generando durante el desarrollo de este. Utilizando diagramas de flujo y métodos de economía de tiempos y movimientos, se propondrá un nuevo diseño en el flujo del proceso, que contribuya en la disminución de los problemas, de manera que se garantice el control del proceso y la calidad del producto final. Para ello, es necesario considerar todas las mejoras necesarias, sin incurrir en grandes gastos e inversiones.

Para estas actividades se deben tomar en cuenta las variables que afectan el proceso para la coloración homogénea de la teja, garantizando la dureza, de manera tal que el proceso de fundición no se incremente demasiado y se evite elevar los costos.

Tercero, mediante un concienzudo estudio de necesidades, de costos, gastos, mano de obra, se realiza un análisis de inversión y su recuperación, para demostrar la factibilidad de la transformación del proceso.

## **2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

La importancia de mejorar el proceso actual en el entintado de tejas planas en Productos Caribe, es realmente relevante; la empresa ha ido perdiendo progresivamente clientes muy importantes, a causa de las inconsistencias en el color y se ha incrementado el costo del proceso, con el aumento en los precios del producto final. De ahí la importancia de rediseñar un proceso que no solamente mejore el producto, sino que además mantenga sus características de calidad con los menores costos posibles.

Para ello se utilizarán herramientas de análisis de impacto económico, tales como:

### **2.3.1 Análisis Costo - Beneficio**

Este análisis tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización de este. Permite definir la factibilidad de un proyecto de ser desarrollado.

La utilidad de la presente técnica es la siguiente:

- Para valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto.
- Para seleccionar la opción más beneficiosa de un proyecto.
- Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de realización de un proyecto.

El análisis Costo - Beneficio involucra los siguientes seis pasos:

- Llevar a cabo una lluvia de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada una de sus decisiones.
- Elaborar dos listas, la primera con los requerimientos para implantar el proyecto y la segunda con los beneficios que traerá el nuevo sistema.
- Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos como la mano de obra, serán exactos, mientras que otros deberán ser estimados.
- Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
- Determinar los beneficios en alguna unidad económica para cada decisión.
- Poner las cifras de los costos y beneficios totales en una forma de relación donde los beneficios son el numerador y los costos son el denominador.

$$\frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

- Comparar las relaciones beneficios a costos para las diferentes decisiones propuestas. La mejor solución, en términos financieros, es aquella con la relación más alta.

### **2.3.2 Valor Actual Neto (VAN)**

El valor actual neto, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La

metodología consiste en descontar en el momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. La fórmula que permite calcular el Valor Actual Neto es:

### 2.3.3 IMAGEN 8: FORMULA DE LA VAN

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

FUENTE: ASQ CSSBB PRIMER QUALITY COUNCIL OF INDIANA, CAP. 2, PAG 20 -25.

Donde:

- $V_t$  Representa los flujos de caja en cada periodo t.
- $I_0$  Es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- $n$  Es el número de períodos considerado.

### 2.3.4 Retorno sobre la Inversión

El retorno sobre la inversion es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación con la inversión realizada. Para poder realizar el

cálculo del ROI, se requiere el dato del retorno total de la inversión, se necesita saber el monto de la inversión inicial, para así poder aplicar la siguiente fórmula:

### 2.3.5 IMAGEN 9: FÓRMULA DEL RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN

$$\frac{\text{Retorno de la inversión} - \text{Inversión Inicial}}{\text{Inversión Inicial}} \times 100$$

FUENTE: ASQ CSSBB PRIMER QUALITY COUNCIL OF INDIANA. CAP. 2. PG. 20 -25.

Con la ejecución de la fórmula para el cálculo del ROI, da como resultado poder determinar el porcentaje del beneficio obtenido a raíz de la inversión realizada.

## 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Se determina que, en el proceso manual en la aplicación del óxido de manganeso, no existe un procedimiento claro, es un proceso totalmente artesanal sin control estadístico ni mediciones, que afectan el acabado final.

Para aminorar el problema se encontraron aplicables las herramientas de Lean Manufacturing y Six sigma, en busca de el método idóneo para aplicar el MnO<sub>2</sub> y el NaCl para facilitar el proceso, que genere la suficiente confianza y garantía de calidad requerida dentro del marco de un bajo costo. El asunto no solamente es la aplicación del MnO<sub>2</sub> y el NaCl sino, cuánto y cómo se aplican estos minerales para conseguir el color que se busca.

E. Munnig Schmi señala lo siguiente:

**El bióxido de manganeso es uno de los colorantes más antiguos para la arcilla. Desde tiempos remotos se ha venido empleando para dar a la cerámica un color gris, negro o marrón. Aún en la actualidad se adopta el manganeso para tal fin, no sólo por su intensidad de color, sino también porque éste no se altera con el tiempo, incluso expuesto a la acción de las intemperies. El color y el efecto que pueden obtenerse con el bióxido de manganeso... (p 253)**

No existe registro ni información de cómo hacerlo, sobre todo la forma en que se aplican o mezclan y las proporciones, por lo que se deberá realizar primero una serie de pruebas experimentales.

Al final tan importante es obtener la coloración deseada de manera uniforme, como evitar que el proceso elegido eleve los costos, pues de lo contrario el proceso no

serviría de nada a los propósitos del proyecto. De esta forma, si se agrega una solución acuosa de  $MnO_2$  y  $NaCl$  en el producto a la hora de la carga del horno para obtener el color tabaco, no debería alterar el tiempo de fundición del producto, y si varía en alguna medida el tiempo de fundición, este no debe afectar la resistencia de la teja.

## **2.5 TEORÍAS Y POSTULADOS RELACIONADOS**

Este proyecto es innovador, debido a que en Costa Rica no existe registro de proyectos similares.

En vista de que en Costa Rica únicamente existen dos plantas de productos de acilla en el ámbito de la construcción, es decir que producen artículos destinados a la industria de la construcción y por lo reciente de la fabricación de tejas planas tipo mediterráneas, y además por el poco tiempo que lleva la moda de este producto, todavía nadie se ha enfocado en un proyecto de este tipo.

# **CAPÍTULO III**

## **MARCO**

## **METODOLÓGICO**

## 3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para conocer la metodología de la cual se hará uso en la presente investigación, se definen en esta parte los términos que servirán de guía en la preparación de los instrumentos por utilizar, para recopilar la información. Para Eyssautier de la Mora (2006): La metodología es el conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo. (p. 97)

#### 3.1.1 Tipo de Investigación

Para desarrollar ese proceso de conocer, existen diferentes métodos que permiten investigar todas aquellas actividades que facilitan alcanzar esa realidad por descubrir. A continuación, se detallan cada uno de esos tipos de investigación que pueden desarrollarse. Según la finalidad:

**Teórica:** Es aquella actividad orientada a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación sin un fin práctico e inmediato. Su objetivo es crear un cuerpo de conocimientos teóricos en algún campo de la ciencia.

**Práctica:** Su finalidad es la solución de problemas prácticos, para generar un cambio a un hecho que causa un problema.

**Mixto:** Es una combinación de las dos anteriores, donde podría combinarse un estudio teórico para tomarlo como fuente, para de una manera práctica llegar a la solución de un problema.

En el caso particular del presente estudio, la finalidad está orientada hacia la parte práctica; por medio de diferentes métodos, se tiene como objetivo llegar a proponer soluciones a un problema.

### 3.1.2 Según el Marco de Referencia

**Mega:** A nivel macro el estudio se realizará en la empresa Productos Caribe S.A., la cual se ubica en Esparza, Puntarenas, costado oeste del Liceo de Esparza.

**Macro:** Se realizará en los departamentos de producto terminado.

**Micro:** Específicamente en los procesos de entintado de tejas color tabaco.

### 3.1.3 Dimensión Temporal

**Transversal:** Son estudios que analizan aspectos en un momento específico.

**Longitudinal:** Son investigaciones que estudian un aspecto o problema cuyo impacto es a largo plazo.

Para efectos de este estudio, la dimensión temporal será transversal, pues se realizará en un rango de tiempo determinado, el cual se estima entre 6 y 8 meses del presente año.

### 3.1.4 Según la naturaleza del estudio

**Cuantitativo:** Este tipo de investigación cuantitativa usa la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer los patrones de comportamiento y probar las teorías.

**Cualitativa:** Este tipo de investigación estudia, especialmente, los significados de las acciones humanas y de la vida social, en donde el tratamiento de los datos es cualitativo.

Según la naturaleza del estudio, es de carácter cuantitativo, el cual se basa en datos medibles, sujetos a análisis estadísticos

### 3.1.5 Condición en el que se hace el estudio

**Laboratorio:** las acciones se realizan en un área controlada de laboratorio, lo cual quiere decir que conlleva la acción intencionada de las condiciones de la investigación.

**Trabajo de campo:** Son estudios que se realizan en condiciones naturales y permiten con mayor libertad generalizar los resultados a situaciones afines.

Esta investigación se llevará a cabo por medio de trabajo de campo, en donde y a través de la observación, análisis, control de los procesos, se irá evaluando el proceso y de esa manera se tomarán las decisiones pertinentes.

### 3.1.6 Carácter de la Investigación

El tipo de investigación por realizar señala el nivel de profundidad con el cual el investigador desea abordar el objeto de estudio. La mayoría de las veces, los tipos de investigación se mezclan entre sí para dar como resultado el estudio como tal.

**La Explicativa:** Explica los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer su estructura y los aspectos que intervienen en su dinámica.

**La Descriptiva:** Su principal objetivo es describir una situación. Consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

**La Exploratoria:** Es una investigación que se realiza para obtener un primer conocimiento de una situación para luego realizar una posterior más profunda.

**La Experimental:** La conforman una variedad de actividades metódicas y técnicas realizadas para encontrar la información y datos necesarios sobre el tema por investigar y el problema por resolver. Se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir por qué causa se produce una determinada situación. Lo que la diferencia de los otros tipos de investigación es que el objetivo de estudio depende completamente del investigador, de las decisiones que tome para manejar su experimento. La experimentación es la repetición voluntaria de los fenómenos para verificar su hipótesis.

En este apartado, se define el tipo de investigación por utilizar, para cumplir con los objetivos del tema de estudio es la investigación experimental.

## **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL PROYECTO**

### **3.2.1 Sujetos y fuentes de investigación**

Aquí se identifica cómo se va a obtener la información con respecto al objeto de estudio, el cual está ligado al problema planteado. Se van a definir los sujetos que participan en la investigación, así como las fuentes necesarias para esta.

### **3.2.2 Sujetos**

El investigador, en su condición de sujeto de investigación, expresa las condiciones de conocimiento, además de recibir impresiones, elaborarlas e interrelacionadas, es capaz de producir imágenes, juicios, conceptos e ideas científicas. Es quien logra estructurar modelos, algoritmos y símbolos, como instrumentos de expresión de una realidad.

Los clientes directos afectados, en relación con el presente estudio, son todos los colaboradores, que diariamente desarrollan sus labores en el piso de producción, como los operarios de producción, los técnicos de moldes, personas de mantenimiento; además de estos, también se consideran los puestos de gerencia, los cuales son los más interesados en la ejecución de este estudio.

### **3.2.3 Fuentes**

En esta investigación es necesario contar con fuentes que permitan suministrar la información para desarrollar el diagnóstico, la propuesta de mejora, herramientas

para la elaboración de diagramas, tablas, gráficos y todos los instrumentos necesarios para el proyecto.

Estas fuentes se dividen en dos:

### 3.2.3.1 Fuentes Primarias

Según Sampieri:

Las fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes. Ejemplos de estas son: libros, antologías, artículos de publicaciones periódicas, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, testimonios de expertos, documentos, videocintas en diferentes formatos, foros y páginas en internet, etcétera. (2014.p61)

Las fuentes de información primaria que se utilizaron en la investigación fueron principalmente libros que hablan de Lean Manufacturing y Six Sigma.

La principal fuente primaria son los registros históricos útiles de Productos Caribe, tanto del departamento de producción como de la gerencia administrativa.

### 3.2.3.2 Fuentes Secundarias

Las fuentes secundarias están integradas por compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular. Bounocore (1980) citado por Wigodski en referencias electrónicas 2010, las define como aquellas que “contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados...”. 229 p. Ejemplo de ellas lo serían los resúmenes, obras de referencia (diccionarios o

enciclopedias), un cuadro estadístico elaborado con múltiples fuentes entre otros. Es decir, reprocesan información de primera mano. (Hernández, 1998)

Nuestras fuentes secundarias serán todos los manuales de procedimientos y archivos que existan dentro de Productos Caribe, con respecto al proceso de producción de tejas.

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

#### **3.3.1 Técnicas e instrumentos de investigación**

##### **3.3.1.1 Entrevista**

La entrevista es una conversación, generalmente oral, entre dos personas, de las cuales uno es el entrevistador y el otro el entrevistado.

Ventajas de la entrevista:

- Permite el contacto con personas que no saben leer ni escribir.
- Facilita la labor de persuasión.
- Precisa y aclara preguntas.
- Verifica las respuestas y capta el ambiente natural.
- Se observan opiniones y actitudes.
- Se aprecia el lenguaje no verbal.

##### **3.3.1.2 El Cuestionario**

El cuestionario es un instrumento que consta de una serie de preguntas escritas para ser resuelto sin intervención del investigador. La función básica de un

cuestionario es obtener por medio de la formulación de preguntas adecuadas, las respuestas que suministren los datos necesarios para cumplir con los objetivos de la investigación; para esto la información debe ser: pertinente, válida y confiable.

Ventajas del cuestionario:

- Alcanza un mayor número de entrevistados.
- Permite guardar el anonimato.
- Elimina la presencia del entrevistador que, a veces, resulta molesta para responder.
- Deja en absoluta libertad de expresión y permite al informante consultar datos si lo requiere el instrumento.
- Podría ser contestado al mismo tiempo por muchos interrogados.

Según Barrantes (2005) el cuestionario es:

**Un instrumento que consta de una serie de preguntas escritas para ser resuelto sin intervención del investigador”. El cuestionario es un instrumento útil para medir cambios de opinión o niveles de percepción en lapsos determinados, para indagar uno o variados aspectos de una realidad dada, es decir datos necesarios para cumplir con los objetivos de la investigación o proyecto. (p188)**

### 3.3.1.3 **La Observación Directa**

La observación permite obtener información sobre los acontecimientos tal y como se producen. Es un proceso sistemático por el que un especialista recoge por sí mismo información relacionada con ciertos problemas. Es el producto de la

percepción del que observa; incluye las metas, los prejuicios, el marco de referencia, las aptitudes, además de algún instrumento utilizado para realiza y registrar la observación. Junto a este proceso, está la interpretación que debe hacerse de lo observado.

Según Barrantes (2005):

**Para que las observaciones sistemáticas sean válidas debe llevarse un registro uniforme de la conducta manifiesta. La observación cuantitativa como método de recolectar datos consiste en registrar sistemáticamente, lo que se ve anotando “qué se observó, cómo se observó y cuándo se observó”. (p.179)**

Para el desarrollo del presente proyecto la técnica de investigación que se aplicará es la de observación directa, en su mayoría, se puede combinar con entrevistas para la recolección de la información. La calidad de los instrumentos de medida se evalúa por su validez y por su fiabilidad.

## 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

### 3.4.1 Formulación de Hipótesis

Si se rediseña el proceso de entintado de teja mediante un sistema automatizado de bajo costo, entonces, se mejora la homogeneidad de color en el producto terminado sin incrementar los costos de producción en más de \$0.05 la unidad, manteniendo en lo posible el precio del producto en el mercado.

Si se mejora el proceso de entintado de teja sin afectar la calidad del producto, ni los costos operativos, manteniendo el incremento del entintado por debajo de los \$0.05, entonces la empresa incrementara las ventas de tejas planas color tabaco.

### 3.4.2 Operacionalización de las Variables

Las variables son entradas que definen cuáles van a ser las salidas y/o resultados; la finalidad es identificar las variables sujetas al análisis durante la investigación, la forma en que se medirán y su aporte a la investigación. Las variables en una investigación deben de ser definidas.

Las definiciones que deben brindarse son de tres tipos:

- **La definición conceptual:** Señala lo que se entenderá por esa frase; es una definición.
- **La definición operacional:** Describe los criterios de evaluación y medición.
- **La definición Instrumental:** Trata de aclarar, para cada variable, el medio o instrumento por el cual se recogerá la información.

La tabla 1 de la página siguiente resume la operacionalización de las variables para el presente estudio.

### 3.4.3 Cuadro 2: Definición de Variables

OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN INSTRUMENTAL
Realizar un análisis operativo de los flujos de procesos de entintado de las tejas de arcilla en Productos Caribe en la actualidad.	Fuentes de Desperdicio	Son las variables que más contribuyen a la generación de remanentes, defectos, piezas en el suelo, muestras, otros.	Porcentaje de contribución al desperdicio de cada una de las variables de desperdicio.	Medición y control por medio de herramientas como gráficas de control, gráficos de Pareto y la observación directa realizada por el investigador.
Determinar las variables que afectan el proceso de entintado de tejas planas, con el propósito de realizar las mejoras que sean posibles.	Indicadores de Productividad	Son las herramientas utilizadas para definir de forma detallada los objetivos	Entrevistas, muestreo y observación	Análisis de fallos y efectos.

OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN INSTRUMENTAL
<p>Rediseñar el flujo del proceso mediante algún sistema de automatización, que contribuya en la eficiencia y eficacia en el proceso de entintar las tejas planas fabricadas con arcilla para la mejora de la calidad, eficiencia y los costos operativos.</p>	Proceso	Ejecución de una secuencia de instrucciones	Comunicación e Información	Estudio de tiempos, diagramas de flujo, diagramas de operaciones.
<p>Preparar a la gerencia un análisis de recuperación de lo invertido en la implementación del proceso automatizado del entintado de tejas en Productos Caribe.</p>	Costo-Beneficio	Es la relación de beneficio que se percibe después de una inversión.	B/C	Reportes de contabilidad y manufactura.

FUENTE: PROPIA

### 3.5 METODOLOGÍA PAR LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

#### 3.5.1 Muestra:

Lo primero es determinar el tamaño de la muestra, el cual debe de ser representativo para que tomando en cuenta la variabilidad entre observaciones esté lo más cercano a la realidad del proceso. Para ello, se emplea un método estadístico en el cual se efectúa una cantidad representativa de observaciones preliminares para luego aplicar la fórmula que dará el tamaño final de la muestra para cada tarea.

3.5.1.1 **Fórmula para tamaño de muestra:**

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

FÓRMULA PARA NIVEL DE CONFIANZA DE 95%

Donde:

- n = tamaño de la muestra que se desea determinar
- n = número de observaciones del estudio preliminar
- x = valor de las observaciones

La fórmula utilizada representa un nivel de confianza de 95% y un margen de error de  $\pm 5$  por ciento. Esto quiere decir que habrá confianza de que en los cálculos el 95 por ciento de los casos corresponderán a  $\pm 5$  por ciento del valor real.

**CAPÍTULO IV**

**LÍNEA BASE Y**

**ANÁLISIS DE**

**CAUSA**

## **4 CAPITULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

### **4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **4.1.1 Objetivo del Análisis**

Realizar un análisis de los puestos de trabajo en la actividad de entintado de tejas con la finalidad de conocer si estos afectan negativa o positivamente el proceso; realizar un análisis operativo de los flujos de procesos y puestos de trabajo de entintado de las tejas de arcilla en Productos Caribe en la actualidad.

#### **4.1.2 Definición del Problema**

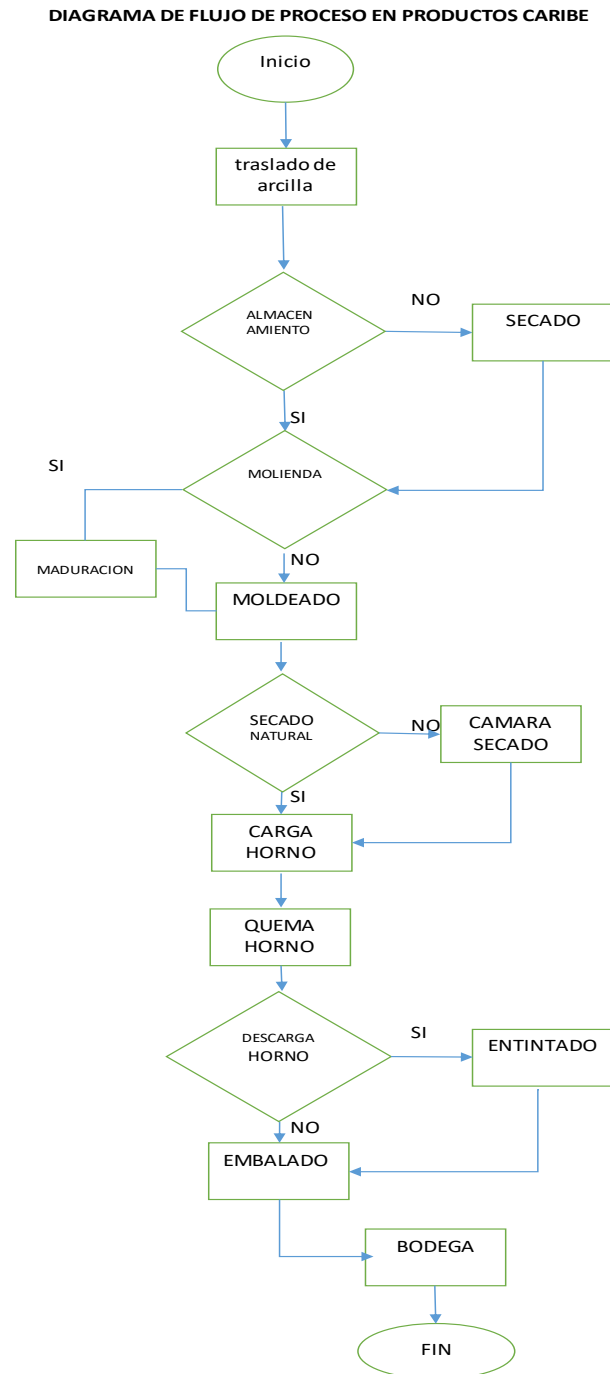
¿Cómo mejorar el proceso de entintado en las tejas planas de arcilla por medio de la implementación de un sistema eficiente que conduzca a la disminución de las devoluciones de producto por parte de clientes disconformes con la calidad y falta de uniformidad en las tejas planas tabaco producidas en Productos Caribe S.A.?

Actualmente la planta está conformada por cuatro procesos, los cuales se describen a continuación:

1. Proceso de molienda
  - a. Secado arcilla
  - b. Mezcla de arcilla
  - c. Molienda arcilla
  - d. Maceración de arcilla

2. Producción en crudo
  - a. Formación de productos
  
3. Proceso de fraguado o secado
  
4. Producto terminado
  - a. Carga de hornos
  - b. Proceso de quema
  - c. Descarga de horno
    - i. Troza
    - ii. Entintado
    - iii. Embalado o despacho.

## 4.1.2.1 Diagrama 2: Diagrama de flujo de procesos Productos Caribe S.A.



FUENTE: SISTEMA DE GESTIÓN DE PRODUCTOS CARIBE

### 4.1.3 Descripción del Proceso Productivo

A continuación, se describe detalladamente el proceso productivo de la planta con el fin de ilustrar más a fondo la operación en general. El proceso productivo es supervisado en puntos estratégicos con el fin de obtener siempre la máxima calidad durante este.

**Materia Prima:** Es la arcilla obtenida directamente de la tierra, que se trae de la cercanía de las minas a la planta de procesado, lo cual permite que el producto siempre esté fresco y bueno para la producción. La materia prima se basa en dos tipos de arcilla: una blanca con azufre como su mayor componente y fósforo, hierro, manganeso, cobre, boro y zinc; y una arcilla roja, la cual está compuesta principalmente de hierro, manganeso y azufre en menores cantidades, también boro fósforo y cobre. (Ver en el anexo 8.3.1 "Análisis químico de suelos S:9158-01 Laboratorios agro análisis de Costa Rica, 19 de junio de 2017").

**Selección:** Se establece la cantidad de arcilla que se va a procesar durante el día, un promedio de 28 TM, luego de realizar un muestreo, el cual consiste en un análisis de laboratorio. Esto con el fin de conocer la plasticidad de cada arcilla.

**Purificación:** Se procede a retirar manualmente las partículas que impidan el proceso; mayores a 5 mm no son aceptadas para el proceso.

**Mezclado:** Se mezcla la arcilla, un 33 % de arcilla blanca y un 67 % de arcilla roja, normalmente, se dicta el control de humedad de la arcilla y se purifica de partículas que no pueden ser molidas como raíces, metales, piedras, entre otros.

**Molino:** Se procede a transportar (moler) la arcilla a una granulometría de 3mm de espesor para así seguir con los siguientes procesos.

**Zaranda:** Aquí la arcilla molida y mezclada se pasa por una zaranda para obtener mayor fineza.

**Maduración:** Se almacena temporalmente la arcilla en unos galerones de almacenamiento en donde debe tener un reposo de al menos tres días con el fin de que se oxigene y homogenice su humedad.

**Dosificación:** Se transporta la arcilla ya madura a la línea de producción para su proceso, mediante un sistema de alimentación automatizado y transportado por medio de bandas controladas desde un panel de control electrónico, por el operador de la extrusora.

**Mezclado con agua y laminación:** Durante el proceso anterior, la arcilla es mezclada con agua esto con el fin de obtener una textura plastificada, luego es comprimida por una laminadora.

**Extrusión:** En este paso se desea llevar a la homogeneización de la arcilla al vacío, para moldearla de acuerdo con la figura que dará forma al producto que se desea producir.

**Cortado:** Se corta el producto y una vez moldeado el material, es dimensionado con exactitud para ser revisado minuciosamente por el supervisor, operador u personal que labora en el sitio.

**Secado:** Los productos permanecen en el área de secado por un periodo de tres a cuatro semanas para un secado natural, en algunos casos y de tres a cuatro días, para posteriormente llevarlo a la cámara de secado donde permanecen por 24 horas hasta que cumpla con el secado requerido; luego se procede a introducir al horno para su debida cocción.

**Carga de hornos:** Una vez que el producto cumpla con el grado de secado requerido para ser llevado a la fundición, se procede a acomodarlo en el horno.

**Horneado:** Aquí se centra en la parte de llevar el producto a niveles que van desde la temperatura ambiente al inicio y hasta 940 °C., por un periodo de 28 horas mediante el un procedimiento controlado que cumple con una curva de ascenso, la cual será mostrada más adelante, cuando se describan los métodos de trabajo para la operación que interesa para este proyecto.

**Descarga de Horno:** Terminado el proceso de quema se deja enfriar por un periodo de aproximadamente 32 horas, y luego se descarga el producto entarimándolo y llevándolo al proceso de entintado.

**Entintado o anejado de teja:** Una vez que sale el producto de teja plana se lleva al área de pintura y se procede a pintar, hasta que quede listo para despachar.

**Despacho:** Aquí es donde está listo el producto, ya sea para entregar al cliente o para almacenarlo en bodega.

Este proyecto se centra en el proceso de entintado de tejas, por tanto, se describe a continuación la operación de pintado para el procedimiento de la carga de horno, la quema de horno, la descarga del horno y el entintado de teja.

#### 4.1.3.1 Procedimiento de Carga de Horno

- Una vez que el producto cumple con el secado requerido, después de haber pasado aproximadamente (variable dependiente del clima y el ambiente) por tres semanas de fraguado, se procede a llevarlo hasta el horno para acomodarlo en estibas, en seis filas de tejas dentro del horno, el cual tiene una capacidad de 12000 unidades.
- En este procedimiento se requieren 8 personas y dura en promedio 6 horas; este se lleva a cabo de la siguiente manera:
- El operador del montacargas traslada la tarima con teja desde el área de secado hasta el horno.
- Cinco colaboradores trasladan manualmente (entre 0 y 24 metros) las tejas desde la tarima hasta dentro del horno, colocándolas en una banca para que sean acomodadas dentro del horno.
- Tres colaboradores las van apilando de forma ordenada de acuerdo con lo estipulado para la carga de horno.

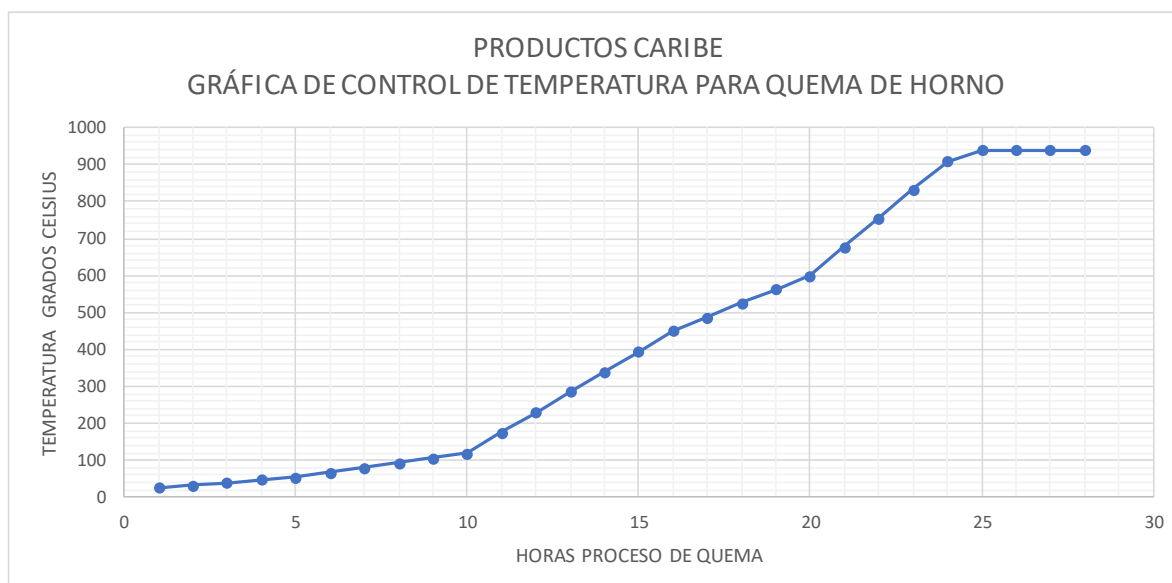
FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

#### 4.1.3.2 Procedimiento para el Proceso de Quema de Hornos:

- 9 horas de precalentamiento de 0 a 120 grados ° c.
- 4 horas de calentamiento de 120 a 450 grados ° c.
- 6 horas de levantamiento para quema de 450 a 600 °c
- 6 horas de quema de 600 a 940 grados °c.
- 5 horas de mantenimiento a 940 grados °c.

FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

#### 4.1.3.3 GRÁFICA No 3: Control de Temperaturas para el Proceso de Quema Hornos de Productos Caribe S.A.



FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

El proceso de quema requiere de un promedio de 60 horas, que incluye 30 horas desde que empieza a calentarse hasta que se funde y se mantiene por un periodo de cuatro horas a 940°C., hasta el enfriamiento. Después del proceso de horneado del producto se debe tener un tiempo prudencial mínimo que es de 32 horas para realizar su respectiva extracción.

#### 4.1.3.4 **Procedimiento para el Proceso de Descarga de Horno**

- Una vez que el horno se ha enfriado se procede a descargarlo.
- En esta parte del proceso todo el personal asignado a la cuadrilla de trabajo colabora, trasladando las tejas desde el horno hasta una tarima.
- Se separan los bloques de tejas compuestos por dos unidades.
- Se entarima apilándolas (cada tarima contiene 528 unidades).
- Una vez completada el operador del montacargas procede a llevarla hasta el área de entintado.

**FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.**

En la siguiente tabla se muestran los tiempos estimados para las cargas y descargas de los hornos.

#### 4.1.3.5 CUADRO 3: Análisis de Tiempos para Carga y Descarga de Hornos

<b>ANÁLISIS DE TIEMPOS PARA LA OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE HORNOS CON TEJA PLANA EN PRODUCTOS CARIBE S.A.</b>					
<b>CAPACIDAD DE HORNO</b>		<b>12000</b>	<b>JORNADA DE TRABAJO</b>		<b>9.5 horas</b>
<b>OPERACIÓN</b>		<b>estandar hrs/unid</b>	<b>horas de trabajo requeridas</b>	<b>personas requeridas teorica</b>	<b>personas requeridas real</b>
<b>CARGA DE HORNO</b>	<b>transportar tejas</b>	0.147	29.4	3.09	3
	<b>acomodar tejas</b>	0.094	18.8	1.98	2
<b>DESCARGA DE HORNO</b>	<b>transportar y apilar tejas</b>	0.120	24	2.53	3
<b>TOTAL REQUERIDOS</b>		<b>0.361</b>	<b>72.2</b>	<b>7.6</b>	<b>8</b>

FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

4.1.3.6 **CUADRO 4: Distribución de la Jornada Laboral para la Carga y Descarga de Horno.**

<b>DISTRIBUCIÓN DE LA JORNADA 9.5 H PARA LA DESCARGA Y CARGA DEL HORNO</b>			
<b>UNIDADES REQUERIDAS</b>	<b>12000</b>	<b>EFICIENCIA 80%</b>	
<b>OPERACIÓN</b>	<b>estandar hrs/unid</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA CADA OPERACIÓN CON 8 PERSONAS</b>	
<b>CARGA DE HORNO</b>	0.241	2892	6.09
<b>DESCARGA DE HORNO</b>	0.120	1440	3.03
<b>TOTAL REQUERIDOS</b>	<b>0.361</b>	<b>4332</b>	<b>9.12</b>

FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

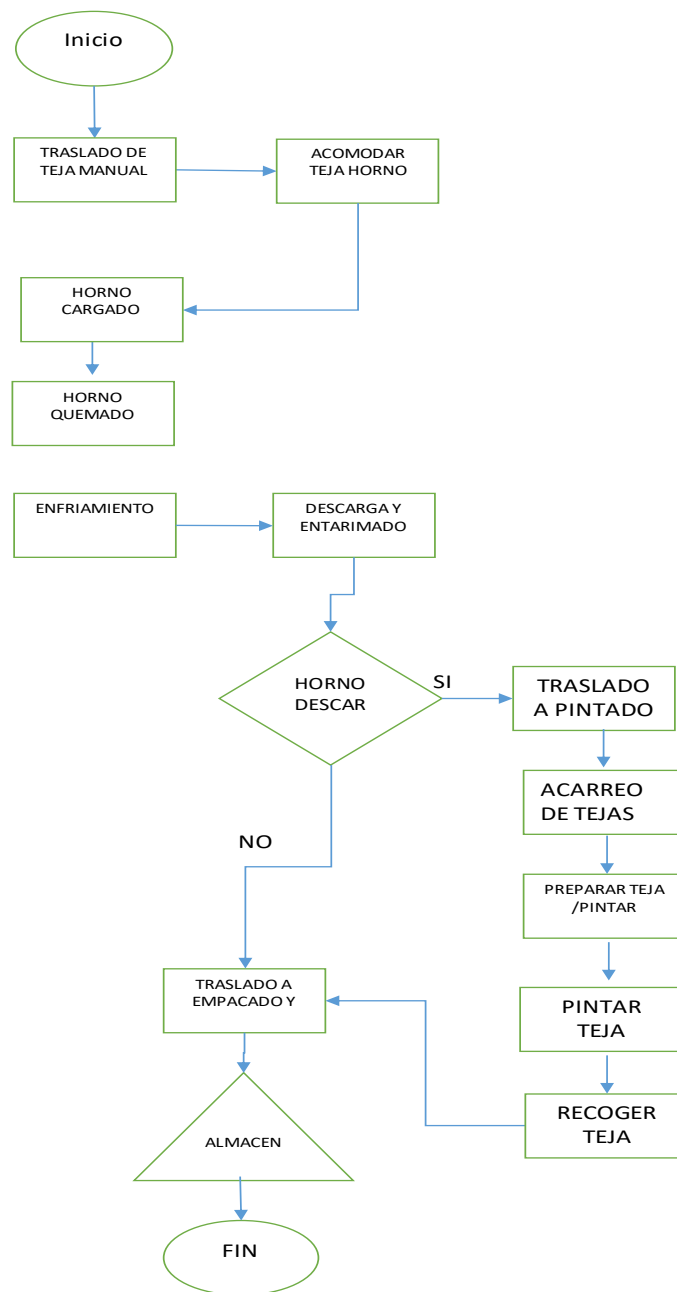
Como se observa, en una jornada de 9.5 horas por día se puede cargar y descargar un horno con 8 colaboradores.

Lo que suma un total de 4320 minutos efectivos (restando el tiempo concedido para desayuno y café, 30 min por persona) al día por descarga y carga de horno, con una producción de 12000 unidades.

Una productividad para esta operación de 0.36 minutos por unidad, o 2.77 unidades por minuto.

A continuación, se presenta el diagrama de proceso para producto terminado desde que se carga el horno hasta que está listo para despacho. Una vez que se descarga el horno, el producto se apila en tarimas y es transportado hasta el área de entintado por medio de un equipo móvil (montacargas).

## 4.1.3.7 Diagrama 3: Diagrama de Proceso de Producto Terminado



FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

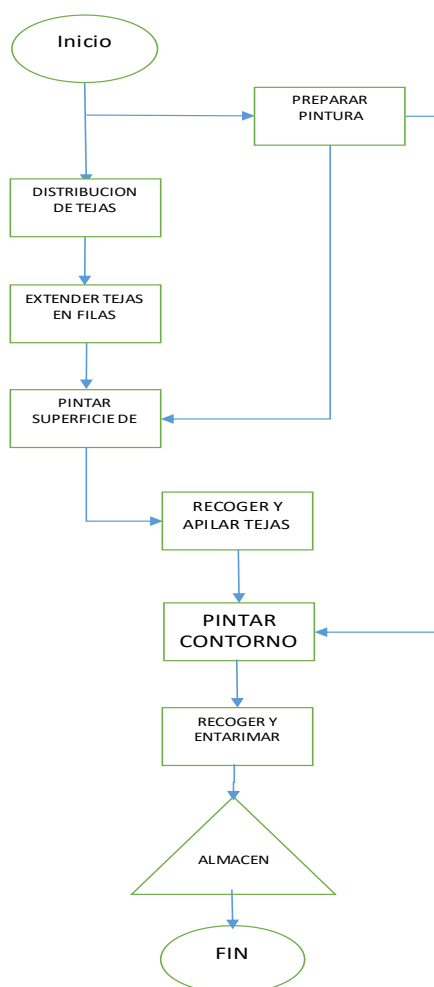
#### 4.1.3.8 Procedimiento para el Proceso de Pintado de Tejas

- El operador de montacargas lleva la tarima con 528 tejas al área de inicio.
- Los colaboradores 1 y 2 toman 8 piezas (peso aproximado de 12 kg) y las trasladan en promedio entre cero y 24 metros para apilarlas en puños de 8 unidades en una fila continua. Tiempo estimado para realizar las operaciones 2 y 7, es de 1.42 minutos. (Ver Cuadro 5: Resumen de Tiempos Estimados para Cada Una de las Tareas de Entintado de Tejas tomado de tiempo y estandarización del sistema de gestión de Productos Caribe S.A.)
- Los colaboradores 3 y 4 distribuyen las piezas colocándolas horizontalmente de 4 hacia la derecha y 4 hacia la izquierda de forma que entre ambas filas quede un espacio de 25 cm aproximadamente que le sirva al pintor para pararse. Tiempo estimado por pieza 0.18 minutos.
- El colaborador 5 va pintando las tejas ya colocadas horizontalmente en la operación 3. Tiempo estimado para pintar una fila de 160 unidades 14.2 minutos.
- Los colaboradores 6 y 7 van recogiendo y apilando en puños de 8 las tejas pintadas. 7 minutos en recoger 160 unidades.
- El colaborador 8 va pintando el contorno de las tejas apiladas ya pintadas. También es el que se encarga de preparar el tinte y de contar el producto, además de llenar el registro de producción.
- Los colaboradores 1 y 2 al regreso, después de realizar la operación 2, recogen las tejas ya pintadas y las trasladan hasta una tarima, apilándolas

en un área determinada para ello (528 unidades por tarima). El tiempo ya está estimado en la operación 2.

- El operador de montacargas retira la tarima y la lleva al sitio de almacenamiento temporal, para que sea despachado cuando el embarque esté completo (un embarque normalmente se compone de 7000 unidades).

#### 4.1.3.9 Diagrama 4: Diagrama del Proceso de Entintado de Tejas



FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

De acuerdo con el libro de Nievel, en el capítulo 10, Estudios de Tiempos, concretamente de la página 342 a la 350, se realiza un estudio mediante el muestreo de ciclos. En el siguiente cuadro se muestran los tiempos estándar estimados por Productos Caribe para cada parte del proceso.

#### 4.1.3.10 Cuadro 5: Resumen de Tiempos Estimados para Cada Una de las Tareas de Entintado de Tejas

OPERACIÓN	MINUTOS /PIEZA	UNIDADES/	PERSONAS REQUERIDAS	
		9.5 HORAS	/6000	
LEVAR Y TRAER TEJA	0.1775	3211	1.9	2
EXTENDER TEJA	0.1900	3000	2.0	2
PINTAR TEJA	0.0888	6423	0.9	1
RECOGER TEJA	0.1870	3048	2.0	2
PINTAR CONTORNO	0.0438	13029	0.5	1
			7.2	8.0

FUENTE: SISTEMA DE GESTION DE PRODUCTOS CARIBE S.A.

Analizando el proceso una vez terminado el horno, se requiere de dos jornadas para pintar el producto. O sea, si se carga el horno un lunes y se da todo el proceso, se estará empezando el quemado a partir del lunes a las 18 horas y se acabará el martes a las 22 horas, más 32 horas de enfriamiento, se empezará a descargar a las 6:00 am del jueves; entonces se terminaría de pintar el viernes a las 16.5 horas. (Ver: Diagrama 9 De Tiempo: Comparación del Tiempo Requerido Antes y Después de la Mejora del Proceso).

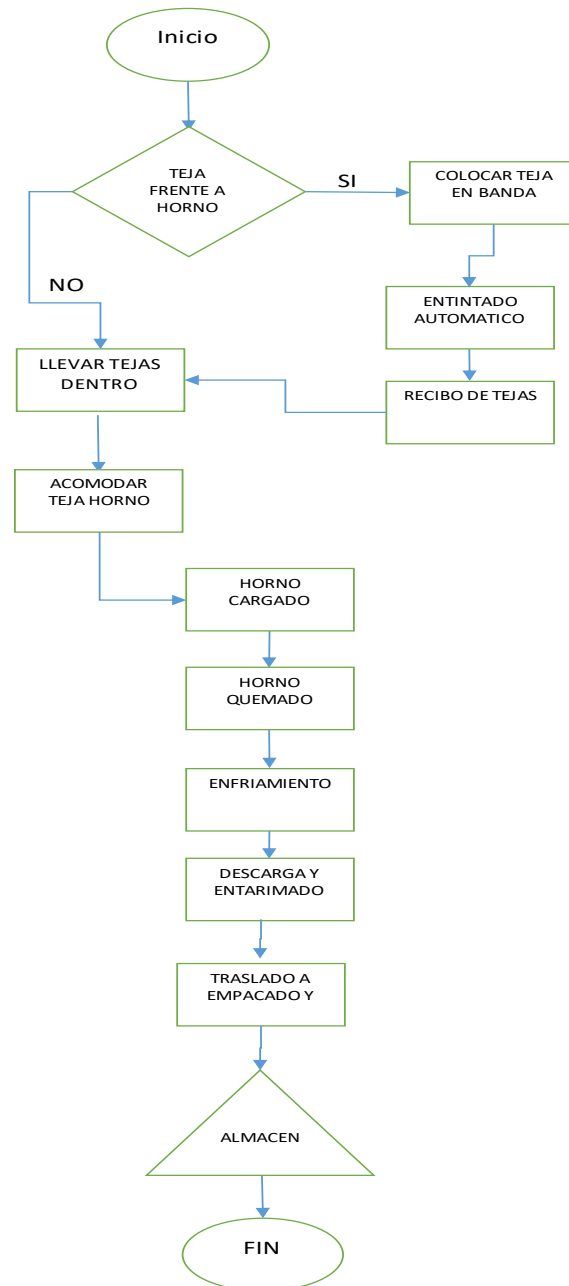
Por esta razón, se recomienda modificar el procedimiento y la estación de trabajo, donde el proceso de entintado se incluya mediante un sistema automático sencillo diseñado por medio de bandas, de forma tal que permita pintar mientras se esté

cargando el horno. Esto ya se hizo en algún momento, pero de forma manual; se desechó porque el proceso era muy lento y el exceso de manipulación mancha el producto, lo que causa muchas disconformidades con los clientes. Por esta razón, se decidió seguir utilizando pintura, lo que eleva el costo y genera riesgos por decoloración.

De hecho, mientras se trabaja en este proyecto, Productos Caribe recibe un reclamo por parte de uno de sus principales clientes, Constructores Técnicos S.A., por decoloraciones parciales en tres de sus construcciones, ubicadas en los proyectos de Montebello, Diamante y Pacífico, ubicados en Playas del Coco y Playa Matapalo. El costo por reparación ascendió a los \$2.000.00.

A continuación, se presenta el diagrama de proceso propuesto. Se llevará a cabo el procedimiento de entintado de tejas durante la carga del horno, antes de que sea quemado; se disminuye en dos jornadas de trabajo para tener a disposición el producto listo para entrega. Además, al ser fundido junto a la arcilla el óxido de manganeso diluido como colorante y aplicado a las tejas, se elimina el riesgo de la decoloración.

## 4.1.3.11 Diagrama 5: Diagrama de Proceso Propuesto



FUENTE: PROPIA

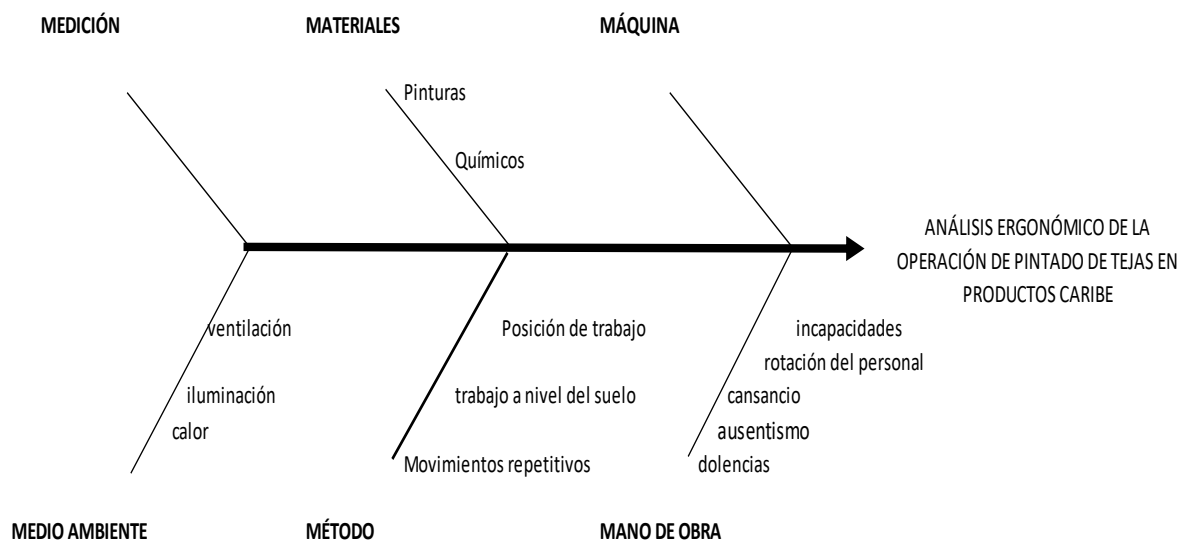
#### 4.1.4 Ergonomía del puesto de trabajo

Determina las condiciones ambientales a las que los trabajadores están sometidos y si estas entrañan algún riesgo de accidente. El estudio ergonómico del puesto requiere analizar las posturas del trabajo más convencionales para que el espacio no introduzca nuevos riesgos. Para este análisis se determinó considerar los siguientes puntos:

1. **Zonas de alcance óptimo o de agarre:** Es la disposición de los elementos que deben utilizar en el área de trabajo, tanto vertical como horizontalmente. Representan las curvas máximas de agarre que delimitan las áreas en las que no se producen esfuerzos ni giros anormales que implique al tiempo dolores o alguna patología.
2. **Altura del plano de trabajo:** Se fija de acuerdo con el tipo de tarea que se realiza y las diferencias individuales. En palabras más sencillas es mantener el antebrazo en posición horizontal o ligeramente inclinado hacia abajo, aunque la precisión que requiere la tarea es una condicionante.
3. **La posición de pie:** Es de gran importancia que el tronco se mantenga erguido frente al plano de trabajo, además de que la posición de pie implica la utilización de gran fuerza muscular o desplazamientos, donde los músculos de la espalda y hombros aplicarían mayor cantidad de fuerza.
4. **La antropometría:** Trata de las dimensiones corporales de la persona que trabaja con respecto a las dimensiones del lugar de trabajo.


A continuación, se muestra un gráfico de Ishikawa realizado con el fin de identificar algunos aspectos que podrían incidir en el buen desarrollo de la operación de entintado de tejas, visto desde la parte ergonómica.

#### 4.1.4.1 Diagrama 6: Diagrama de Ishikawa, análisis ergonómico de pintado de tejas















FUENTE: PROPIA

## 4.1.4.2 Diagrama 7: Diagrama Bimanual de la Operación de Entintado de Teja

Diagrama de Bimanual											
Empresa: Producto del Caribe Ubicación: Operación: Poreceso de es malteado Hecho por: Alvaro Ramirez Soto Operario: Fecha: 10 de agosto de 2017 Página:1 de 1 Método Actual ( ) Propuesta (x)					<b>Disposición de la Actividad (Imagen de la Actividad)</b> 						
Descripción de la Mano Derecha			Símbolo				Descripción de la Mano Izquierda				
Paso	Descripcion		○	→	D	▽	○	→	D	▽	Descripcion
1	Acomodo de tejas	*					*				Acomodo de tejas
2	Llenado de pintura	*					*				Llenado de pintura
3	Pintado de teja	*									
4	Recoger tejas	*					*				Recoger tejas
5	Llenado de pintura	*					*				Llenado de pintura
6	Pinado de contorno	*									
7	Traslado de tejas			*				*			Traslado de tejas
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
<b>Total</b>											
<b>Resumen</b>		<b>Actual</b>				<b>Propuesta</b>				<b>Observaciones:</b>	
○	Operación					6		4			
→	Transporte					1		1			
D	Esperas										
▽	Sostenimiento										
	<b>Totales</b>					7		5			

FUENTE: PROPIA

## 4.1.4.3 Diagrama 8: Diagrama de flujo de proceso

Diagrama de Flujo de Proceso										
		Actividades	Actual	Propuesta	Economía					
Empresa:	Productos del Caribe		 Operación		4					
Ubicación:	Esparza		 Inspección							
Proceso:	Pintado de tejas		 Transporte		3					
Hecho por:	Alvaro Ramirez Soto		 Almacenamiento		2					
Autorizado:			 Demora		2					
Fecha:	22 de agosto de 217		 Combinada		2					
Página:	1 de 1		Total		13					
Método	Actual ( )	Propuesta ( x )	Distancia							
			Tiempo							
Paso	Descripcion	Tiempo (s)	Simbolo						Distancia (m)	Observacion
										
1	Traslado de teja			*						
2	Almacenamiento							*		
3	Acomodo de tejas		*							
4	Llenado de pintura							*		
5	Pintada de teja		*							
6	Secado				*					
7	Recoger teja		*							
8	Llenado de pintura							*		
9	Pintada de contorno		*							
10	Secado				*					
11	Traslado de teja		*							
12	Almacenamiento de producto terminado							*		
13	Entrega final		*							
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
<b>Total</b>				4	3	2		2	2	

FUENTE: PROPIA

A continuación, se realiza un estudio ergonómico de los puestos de trabajo actual en el área de pintado, con el fin de determinar la situación actual de los puestos y los métodos de trabajo comparándolos con las nuevas posiciones de trabajo que tendrían en el diseño de los nuevos puestos de trabajo. Lo anterior, utilizando las Normas técnicas sobre el diseño de puestos de trabajo:

UNE-EN-ISO11064-1-2001

UNE-EN-ISO7250-1-2010

ISO 15535-2007.

## **4.2 DISEÑOS DE PUESTOS DE TRABAJO**

### **4.2.1 Análisis Ergonómico de Proceso de Pintado de la Teja en Productos Caribe En Esparza, Puntarenas**

Una definición general sobre la ergonomía señala que es el estudio científico de las relaciones entre el hombre y su ambiente de trabajo; el término ambiente es utilizado de manera global, incluyendo equipos, aparatos, herramientas, materiales, métodos de trabajo y la propia organización del trabajo. Al respecto, Nievel,B. y Freivalds,A. en el libro Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseños del trabajo, 12 edición, 2009, dicen:

**“Como parte del desarrollo o del mantenimiento del nuevo método, los principios de diseño del trabajo deben utilizarse con el fin de adaptar la tarea y la estación del trabajo ergonómicamente al operador humano. Desgraciadamente por lo general el diseño del trabajo se olvida cuando se persigue un incremento en la productividad.”**  
(pág.6)

El objetivo principal es la mejora de la calidad de vida del usuario, sea en usos domésticos, sea delante de un equipo de trabajo.

Durante muchos años la ergonomía ha propuesto mejoras a los distintos puestos de trabajo, con la idea de que la persona trabajadora se exponga a menor escala a los accidentes laborales que el propio trabajo le ha generado, y ya sea por desconocimiento o falta de una cultura preventiva, este tipo de acontecimientos ha ido creciendo de una manera desenfrenada. Actualmente la ergonomía ha de tomar en cuenta las capacidades del operario, y después, intenta construir un sistema de trabajo que se base en estas capacidades y ajustar las herramientas al hombre.

#### **4.2.2 Diseño de un Puesto de Trabajo**

No todas las personas son similares físicamente y psíquicamente, al no ser susceptibles de cambio, estas características serán tomadas en cuenta para el diseño de un puesto de trabajo; eso, generalmente no se analiza y provoca, normalmente la inadaptación de la persona, debido a frecuentes molestias de tipo muscular, articulario y cerebral.

#### **4.2.3 Descripción de las actividades de acuerdo con el tipo de labor**

Se establecieron tres zonas de trabajo para dicho análisis, de las cuales se explicará la labor ejecutada por los trabajadores, la cantidad de estos y el análisis correspondiente.

#### 4.2.3.1 Zona de trabajo 1: Levantar y Traer las tejas

Estas tareas la desempeñan dos trabajadores. Se describen a continuación:

La tarea principal es recoger las tejas de las tarimas y trasladarlas a una distancia promedio entre 0 y 22 m, las colocan en el suelo en grupos de 8 tejas en fila, un puño detrás del otro, haciendo maniobras de inclinación no adecuadas; se levantan de nuevo y hacen el mismo proceso, aproximadamente 3 veces por minuto.

A continuación, en las imágenes de la 10 a la 12 se muestra de forma visual cómo se ejecutan estas labores y cada uno de los movimientos y esfuerzos que los colaboradores realizan.

Imagen 10



Imagen 11



Imagen 12



FUENTE: PROPIA

Análisis de las actividades de los trabajadores por trabajo-esfuerzo-efecto. Dentro de las labores que normalmente realiza el trabajador, debe: agarrar, impulsar apretar.

**Tipo de trabajo:** sujeción

**Tipo de efecto:** apriete

**Tipo de esfuerzo:** torsión y aprehensión

**4.2.3.1.1 Cuadro 6: análisis de riesgos para zona de trabajo 1.**

RIESGOS ESPECÍFICOS DE LA TAREA	ASPECTOS POSITIVOS DE LA TAREA
Movimientos repetitivos	Peso dentro de la Norma 25kg
Posturas forzadas	Postura al flexionar rodillas
Fuerza de agarre	

En las imágenes anteriores de la 10 a la 12, se muestra las posiciones que originalmente ejercen para llevar a cabo la tarea, lo cual denota un esfuerzo de torsión del cuerpo no recomendado,

En la imagen 13 de abajo se muestra cuál debería ser la posición correcta para ejercer una tarea, según las normas citadas antes.

Además, en la imagen VI se observa la versión mejorada para realizar la misma tarea, ahora con una postura ergonómica aceptada, que facilita la tarea y mejora la carga de trabajo.

A continuación, se muestra la posición ergonómica correcta para ejercer una tarea.

Imagen 13

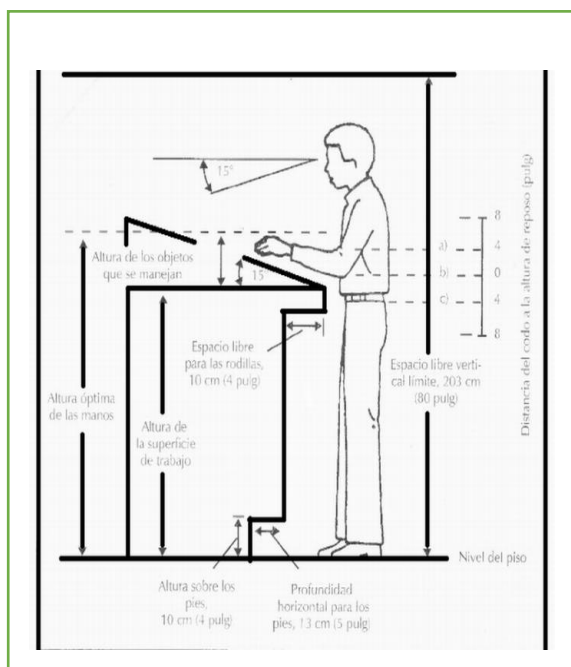


Imagen 14



FUENTE: TOMADO DE NIEVEL, B Y FREIVALDS, A EN EL LIBRO INGENIERIA INDUSTRIAL, MÉTODOS, ESTANDARES Y DISEÑOS DEL TRABAJO, 12 EDICIÓN, 2009, PÁG.145.

#### 4.2.3.2 Zona de trabajo 2: Extensión de teja sobre el suelo

Es el procedimiento realizado después de acuerdo con los grupos hechos por las dos personas que la trasladan y apilan en el suelo; este la va colocando de manera

individual sobre el suelo haciendo filas horizontales de cuatro unidades, una al lado de la otra y así sucesivamente hasta acabar con los grupos ya establecidos a lo largo de cada fila, tal y como se muestran en las imágenes VII y VIII de abajo.

Imagen 15



Imagen 16



FUENTE: PROPIA

El análisis de las actividades de los trabajadores por trabajo-esfuerzo-efecto. Dentro de las labores que normalmente realiza el trabajador se encuentran: agarrar e impulsar apretar.

**Tipo de trabajo:** marcación, deslizar

**Tipo de efecto:** de percusión

**Tipo de esfuerzo:** torsión, empuje y aprehensión

#### 4.2.3.2.1 Cuadro 7: Análisis de riesgo zona de trabajo 2

Riesgos específicos de la tarea	Aspectos positivos de la tarea
Movimientos repetitivos	Extensión de brazo 80cm, ángulos de 60 grados
Posturas forzadas	Tiempo de descansos
Cambio de posición al agacharse	

Esta tarea se lleva a cabo con un sobreesfuerzo, pues para ello la persona que ejerce el trabajo debe inclinarse por largos periodos de tiempo, lo que ergonómicamente no es recomendado pues podría traerle problemas musculares variados como lumbar, dolores de pantorrilla, muslos, entre otros.

Dentro de la propuesta esta posición es eliminada; la teja es transportada a través del sistema por una banda, mientras es pintada con un sistema de aspersion, el cual fue diseñado para que realice esta tarea de forma automática.

En las imágenes 17 y 18, respectivamente, se muestra visualmente cómo se llevará a cabo esta operación con la nueva propuesta.

Imagen 17

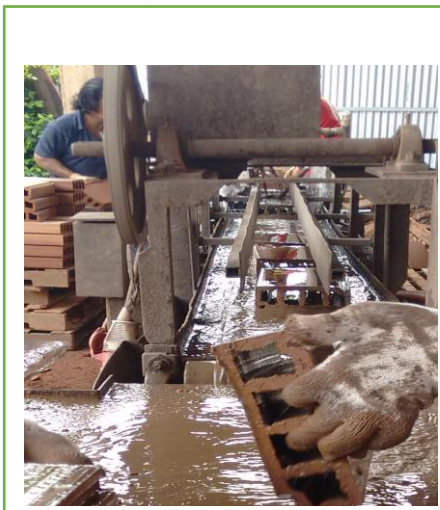


Imagen 18



FUENTE: PROPIA

#### 4.2.3.3 Zona de trabajo 3: Aplicación de Pintura

Tarea realizada por dos personas: una se desplaza a lo largo de las filas ya extendidas sobre el suelo pintándolas de derecha a izquierda en una posición agachada y caminando hacia atrás y la segunda persona va pintando los costados de las tejas que ya se recogieron y se apilaron en puños de 12.

Imagen 19

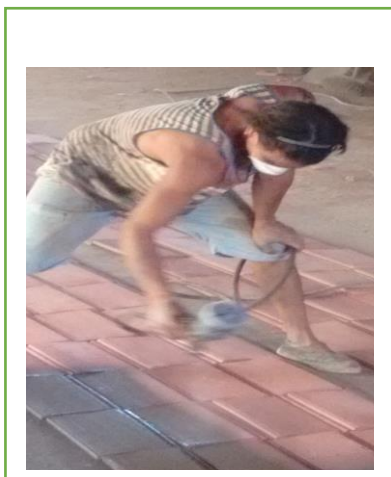


Imagen 20



FUENTE: PROPIA

Análisis de las actividades de los trabajadores por trabajo-esfuerzo-efecto. Dentro de las labores que normalmente realiza el trabajador se encuentra: agarrar, impulsar.

**Tipo de trabajo:** montaje y sujeción

**Tipo de efecto:** apriete y de percusión

**Tipo de esfuerzo:** torsión, empuje

#### **4.2.3.3.1 Cuadro 8: análisis de riesgo de zona de trabajo 3.**

<b>Riesgos específicos de la tarea</b>	<b>Aspectos positivos de la tarea</b>
Movimientos repetitivos(agachar)	Cambio de posturas que implica el desplazamiento
Posturas forzadas	Tiempo de descansos
Manipulación Manual 5000 tejas promedio en la jornada	

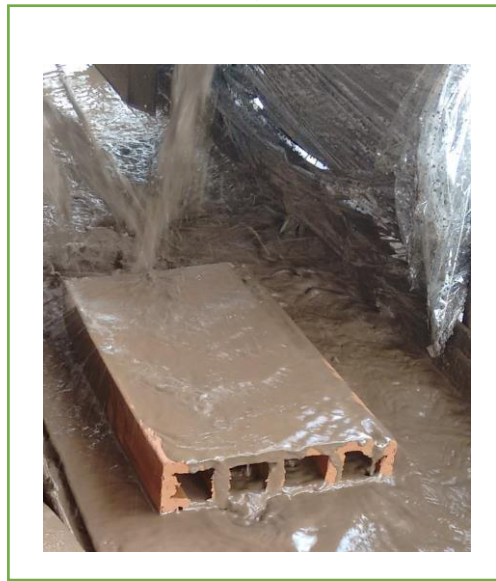
En la imagen 19 y 20 se muestran las posiciones para realizar estas tareas, de manera incorrecta, pues quien las realiza se ve obligado a mantenerse inclinado por espacios de tiempo relativamente largos, situación que podría conllevar problemas lumbares entre otros, además de la salpicadura del tinte. Esta tarea se elimina, ya que el pintado se realizará de forma automática, mediante un sistema de aspersión,

con lo cual se eliminan las salpicaduras y la exposición a los productos utilizados, tal y como se muestra en la imagen 21 y 22.

Imagen 21



Imagen 22



FUENTE: PROPIA

#### 4.2.3.4 Zona de trabajo 4: apilar para pinta y recoger teja

Procedimiento realizado de acuerdo con los grupos hechos por las dos personas que recogen del suelo y van apilando en puños aproximadamente de veinte unidades cada uno, para que sean pintados los contornos.

Mientras uno de los colaboradores va colocando sobre el suelo haciendo puños de veinte unidades, el otro va recogiendo y trasladando en puños de ocho unidades hasta la zona de entarimado, una vez que están pintados los contornos de las tejas.

Posteriormente las coloca en la tarima correspondiente, de 528 unidades cada una.

En las imágenes 23 y 24 se muestran las posiciones actuales y la forma en que se realizan las tareas actualmente.

Imagen 23

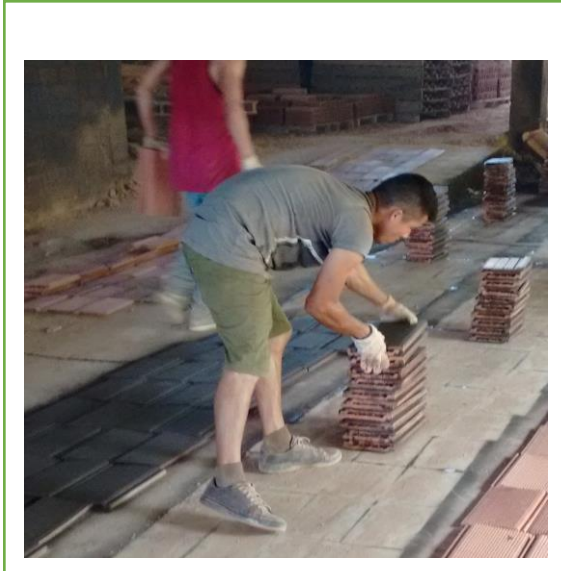
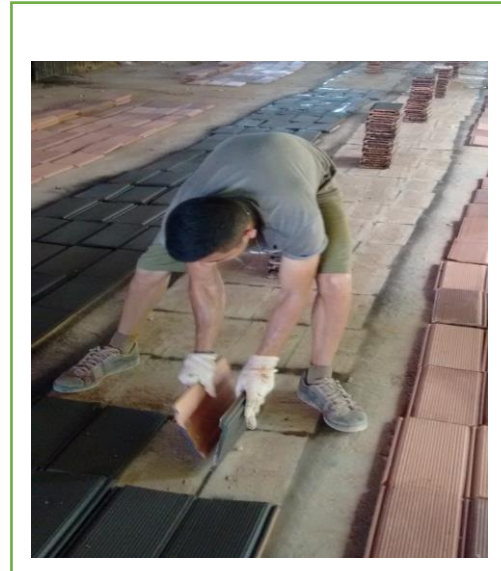


Imagen 24



FUENTE: PROPIA

Análisis de las actividades de los trabajadores por trabajo-esfuerzo-efecto. Dentro de las labores que normalmente realiza el trabajador se encuentra: agarrar e impulsar apretar.

**Tipo de trabajo:** marcación, deslizar

**Tipo de efecto:** de percusión

**Tipo de esfuerzo:** torsión, empuje y aprehensión

#### 4.2.3.5 Cuadro 9: análisis de riesgo de la zona de trabajo 3.

Riesgos específicos de la tarea	Aspectos positivos de la tarea
Movimientos repetitivos	Extensión de brazo 80cm, ángulos de 60 grados
Posturas forzadas	Tiempo de descansos
Cambio de posición al agacharse	

Esta tarea se lleva a cabo con un sobreesfuerzo, pues para ello la persona que la ejerce debe inclinarse y enderezarse de forma repetida continuamente, lo que ergonómicamente no es recomendado, debido a que podría traerle problemas musculares de índole lumbar, entre otros.

La posición recomendada es mostrada en las imágenes 25 y 26; en la siguiente página, donde de acuerdo a lo indicado en las normas mencionadas al inicio del análisis se eleva la altura de la teja a 90 cm de altura.

Imagen 25



Imagen 26



FUENTE: PROPIA

#### 4.2.4 Aspectos importantes con respecto al análisis del trabajo

**Pesos:** Cualquiera de las normas consultadas indica que el peso levantado por una persona sería de 25 kg como peso máximo, en el trabajo, por una cantidad de veces al día.

Dentro de los aspectos importantes que se presentan, está que la media de peso levantado por cualquiera de los trabajadores ronda los 12 kg cuando se realiza el levantamiento en forma de grupos, al trasladarlo a la zona de añejamiento. Es importante mencionar que el peso de cada una de las tejas ronda los 1,5 kg; uno de los detalles por mejorar es la cantidad de veces que se realiza por minuto, pues ronda las 6 veces. Aunque esto no está fuera de los parámetros normales, las pausas de trabajo y ejercicios de estiramiento son importantes para fortalecer los músculos de la espalda, brazos y piernas.

**Posturas Incorrectas:** La utilización de posturas incorrectas es normal en el desarrollo de esta labor, desde el traslado y la descarga de las tejas; se incluye el área de añejamiento donde la persona responsable de esa labor realiza posturas forzadas de espalda.

**Efectividad / Enfermedades Laborales:** En cuanto a las enfermedades laborales actualmente se ha presentado, en promedio, entre 2 y 3 personas afectadas semanalmente a nivel lumbar por este tipo de posturas; desgraciadamente, aunque se mejoren algunas posturas y se rote al personal, el trabajo se realiza a nivel de piso, lo cual hace que estas no disminuyan.

#### **4.2.5 Cambios por Realizarse en la Labor**

Es de gran importancia que la empresa aplique medidas inmediatas para disminuir la cantidad de personas afectadas por problemas lumbares, lo cual es una de las causas más comunes de accidentabilidad o de ausentismo laboral; por tanto, se recomiendan los siguientes aspectos por tomar en cuenta y así mejorar la productividad en el trabajo.

Utilización de ayudas mecánicas. Es de gran importancia, de acuerdo con la cantidad de veces que los trabajadores realizan los traslados y los levantamientos, la utilización de ayudas mecánicas, pues estas permiten al trabajador ser más efectivo en su trabajo.

Rotación de puestos. Se deben realizar rotaciones de puestos, pues de esta forma el trabajador repartirá su carga de trabajo aprendiendo diferentes oficios, siendo más útil y disminuyendo los tiempos de espera.

Mejorar los sistemas productivos, la incorporación de nuevas herramientas al proceso productivo será de gran beneficio a la empresa y al mismo trabajador. Actualmente la labor se hace de forma manual y se genera una cierta cantidad de producto terminado; con la inclusión de un sistema mecanizado la producción podría aumentar y la cantidad de accidentes laborales bajaría considerablemente.

#### **4.2.6 Conclusión análisis ergonómico del puesto de trabajo**

Evidentemente el método de trabajo actual no es el mejor; por ello, si se mejora el puesto de trabajo, la posición de los trabajadores y la forma en que se realiza la tarea, además de eliminar las dolencias causadas por las malas posturas, el personal podría mejorar su eficiencia, como consecuencia de una mayor satisfacción del colaborador, lo que implica mejorar la calidad del trabajo. Todo esto traerá mayor productividad y un mejoramiento en el indicador de calidad, que al final es lo que busca toda organización.

### **4.3 COSTOS POR MALA CALIDAD**

Para este año 2017 una de las metas de la empresa Productos Caribe, es lograr una reducción a cero devoluciones en tejas planas por problemas de tonalidades y mejorar el indicador de desperdicio de la planta, en comparación con el año anterior.

Esto por el elevado costo que representó, según el análisis para la empresa en el año anterior, que sumó \$36.200.00. El proyecto se enfoca en las áreas del producto terminado y el proceso de entintado.

Una de las primeras tareas dentro del diagnóstico, fue analizar los datos contables en términos de desperdicio, causados al tener que pintar las tejas por las

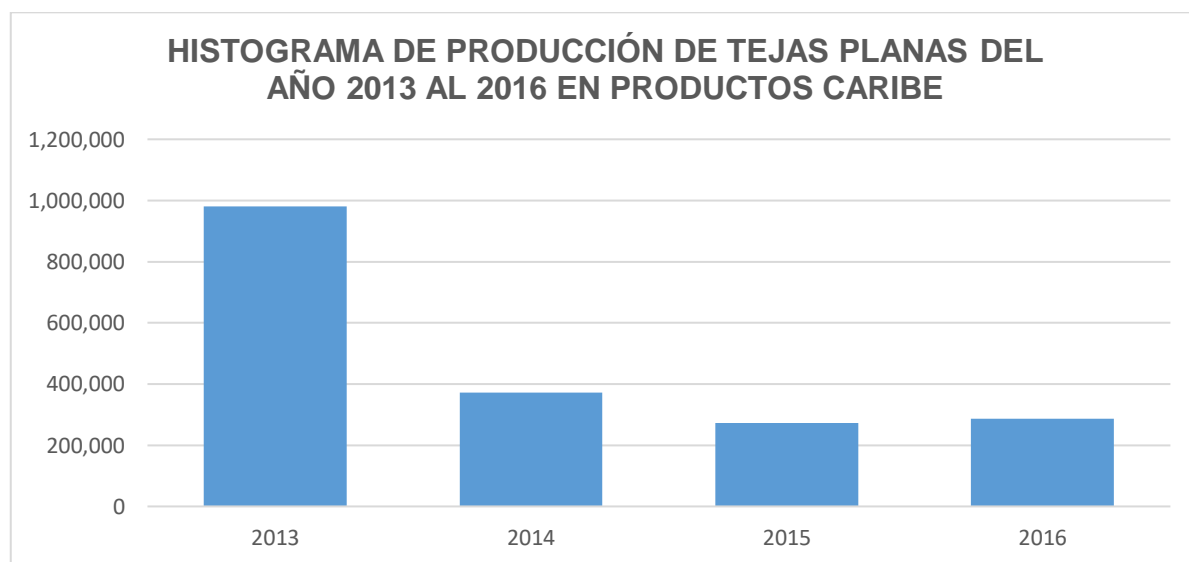
devoluciones, con la finalidad de tener un panorama claro acerca del comportamiento que hubo el año anterior.

En lo que va de este año hubo varios reclamos y devoluciones; el último fue por Constructores Técnicos, esta vez por declaración de las tejas, el cual tuvo un costo de \$ 2.000.

A continuación, se muestra el comportamiento en términos de desperdicio, al dejar de producir por faltas de ventas.

Se muestra el historial del 2014 al 2016, por los problemas de calidad en el acabado final del producto en relación con el año 2013.

#### 4.3.1.1 Gráfico 4: Histograma de producción de tejas planas tabaco 2014



FUENTE: CREACIÓN PROPIA

Como lo muestra el gráfico anterior, se describe la producción anual de teja plana color tabaco hasta el año 2013 y se comparan los siguientes periodos, para realizar un análisis equivalente en dinero, correspondiente a la pérdida de producción y lo que esto representa al dejar de vender.

La diferencia en términos de dinero dice que en promedio se dejaron de vender \$492.101.16 anuales, (\$2.460.505.81 en tres años) con respecto al comportamiento que se venía dando hasta el año 2013.

**CAPÍTULO V**

**DISEÑO E**

**IMPLEMENTACIÓN DE**

**LA SOLUCIÓN**

## **5 CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

### **5.1 PROPUESTA**

En este capítulo se presenta una alternativa para la solución de los problemas diagnosticados. Por medio del análisis y propuesta se desarrollará un proyecto que busca eliminar los desperdicios identificados, hacer el proceso más eficiente y enfocado hacia un desempeño de excelencia y calidad.

#### **5.1.1 Elaboración y evaluación de la alternativa**

En respuesta al proceso de diagnóstico y tomando como referencia la lluvia de ideas, el diagrama de Ishikawa y las acciones que se generaron en el análisis ergonómico, se despliega la propuesta por realizar, a fin de lograr una disminución sistemática del costo de pintado, una mejora sustancial en el método de trabajo y consecuentemente, del ambiente laboral para los colaboradores.

### **5.2 PROPUESTA DE UN DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ENTINTADO**

#### **5.2.1 Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar y dibujar un sistema automático de entintado de tejas planas; esto con el objeto de fabricarlo en el taller de la planta de Productos Caribe.

Este sistema debe proponer mejoras al proceso de entintado de tejas, de forma tal que sea más eficiente, más económico y además que garantice una mejora de las condiciones de trabajo de los colaboradores.

#### 5.2.1.1 Recursos necesarios

- Grupos de trabajo.
- Sala de reuniones.
- Ordenador y software.
- Tiempo para diseñar la propuesta.

#### 5.2.1.2 Descripción de las actividades

Se realizan reuniones para abordar con los colaboradores involucrados, la gerencia y personal de mantenimiento, el tema de mejora y el análisis de la causa raíz o “PDCA”.

Se escuchan sugerencias, recomendaciones y se acuerda una propuesta. Se debe realizar un dibujo de la propuesta de mejora, se presentará para su aprobación al grupo antes mencionado y se procederá a fabricar para implementarlo.

#### 5.2.1.3 Beneficios del proyecto

Brindar una opción de mejora al proceso de producción.

Ofrecer una opción de mejora en la calidad del producto final.

Brindar un mejor ambiente ergonómico de trabajo.

#### 5.2.1.4 **Desarrollo del proyecto.**

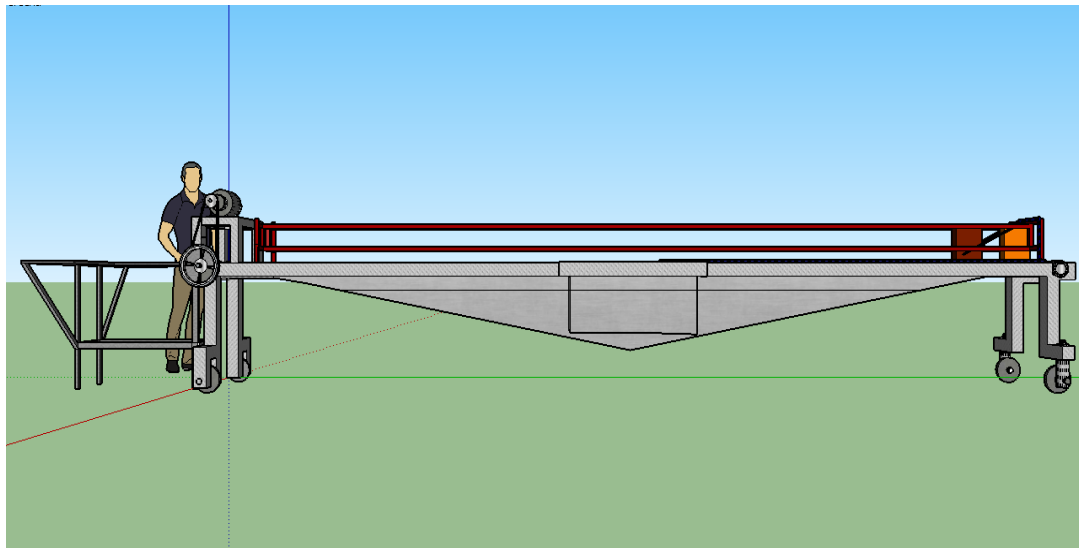
Este proyecto debe considerar varios aspectos de importancia para que sea aprobado:

- a. Que el costo no supere los €5.000.000.00. Debe realizarse un diseño eficiente y recuperable a no más de seis meses.
- b. Que el material utilizado sea seguro. Los materiales utilizados deben ser lo suficientemente resistentes, no deben crear riesgos de trabajos en los colaboradores.
- c. Que el personal no trabaje a nivel del piso; debe estar de pie y de forma ergonómica aceptable.
- d. Que mejore la calidad del acabado final del producto. Desde el principio se busca mejorar el acabado final del producto, por tanto, cualquier mejora que se realice debe cumplir con esta característica.
- e. Que elimine los riesgos de salud e inseguridad laboral a los colaboradores. Aprovechando la oportunidad, se deben mejorar las actuales condiciones de trabajo y garantizar la calidad de estas para los colaboradores.

- f. Que mejore la productividad. Para que un proyecto sea rentable, se debe diseñar de manera que mejore al menos la productividad en un 20%.
- g. Deben bajar los costos adicionados; uno de los grandes problemas encontrados es que la competencia maneja precios promedios de \$0.72 y Productos Caribe sobrepasa este precio, por tanto, se debe bajar al menos en \$0.02 el precio de la competencia.

Con estos términos, tomando en cuenta todos los estudios y basado en los resultados que arrojan las herramientas ingenieriles utilizadas, se realizó el siguiente diseño:

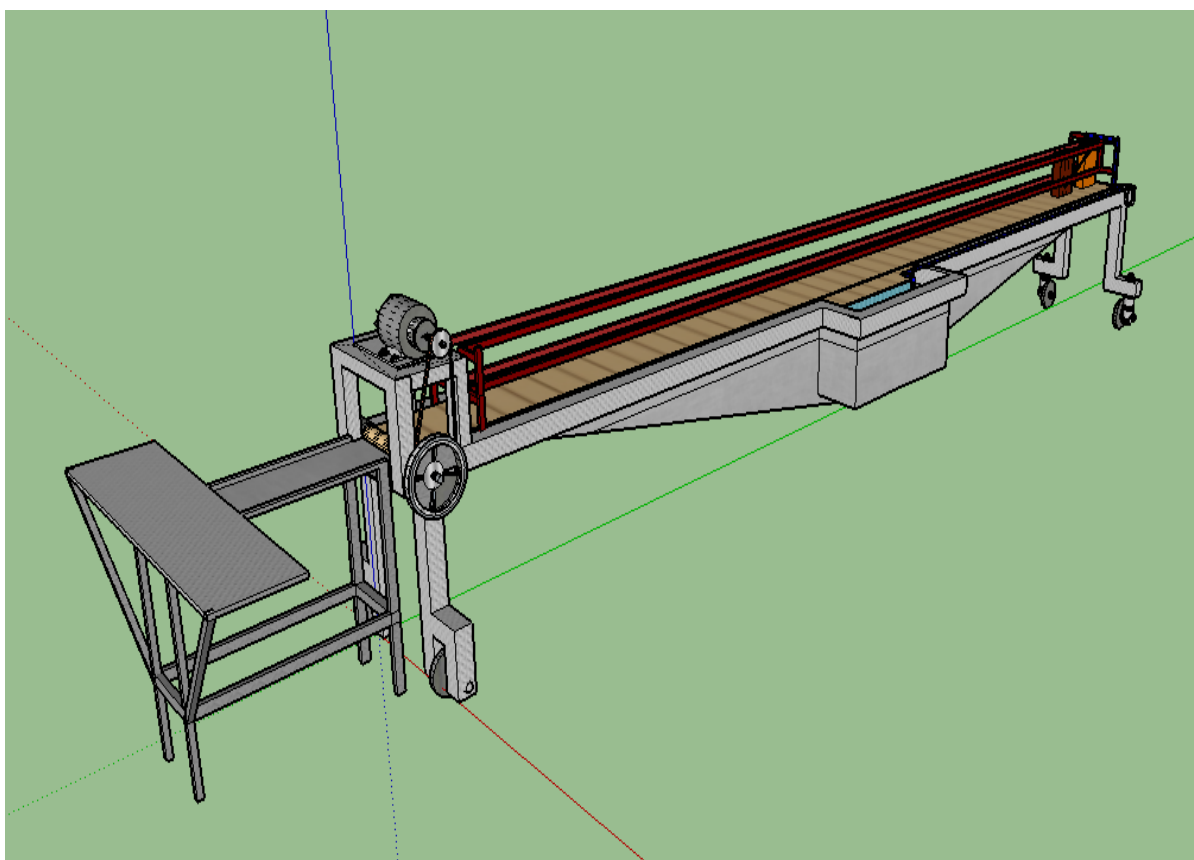
#### 5.2.1.5 IMAGEN 27: Vista frontal del diseño



FUENTE: CREACIÓN PROPIA

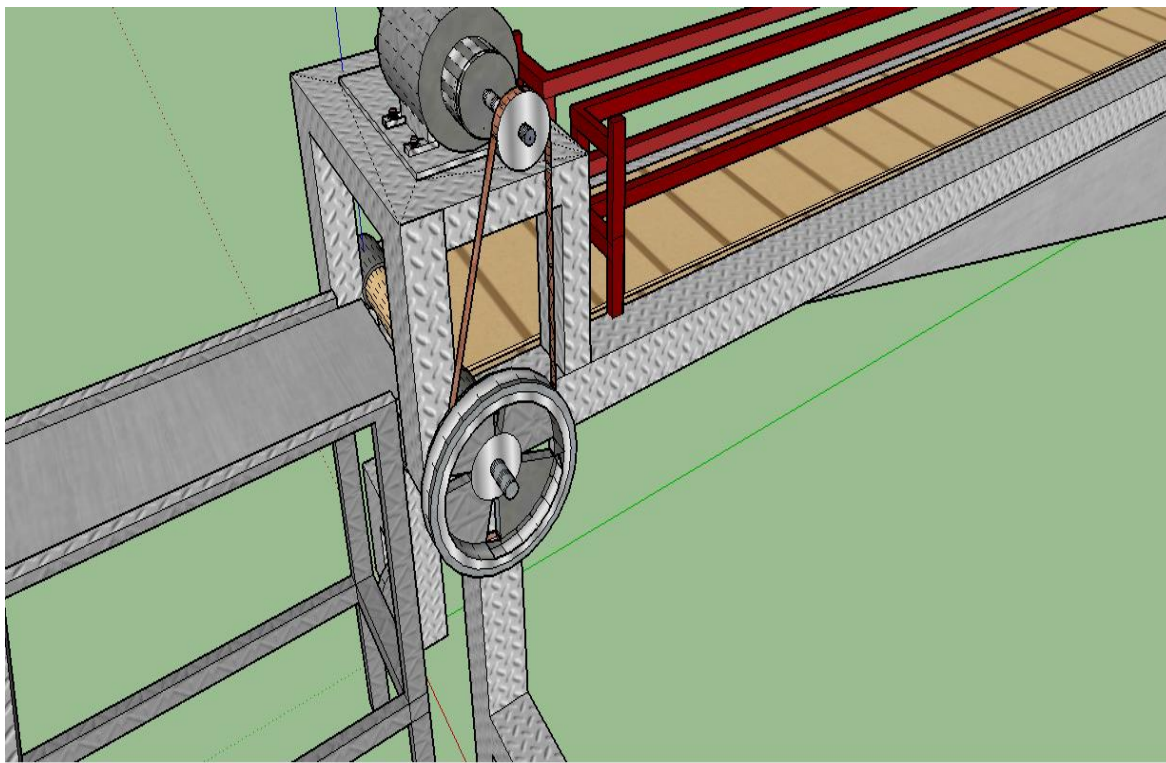
El sistema diseñado está fabricado con los siguientes materiales: para la estructura principal, tubo estructural cuadrado galvanizado de 10cm x 10cm x 0.158 cm de grueso; para las paredes láminas de acero de 0.64 cm grosor. Está compuesto por una banda transportadora, la cual es movida por un motor de 1 hp, sobre una bandeja de acero que tiene como objetivo trasladar la teja desde el inicio donde se le aplica la solución hecha a base de MnO<sub>2</sub> hasta una mesa de ayuda colocada al final.

#### 5.2.1.6 IMAGEN 28: Vista diagonal



FUENTE: CREACIÓN PROPIA

### 5.2.1.7 IMAGEN 29: vista de las poleas y el motor



FUENTE: CREACIÓN PROPIA

Para reducir la velocidad, se diseñó un sistema de reducción mediante poleas. A continuación, en el cuadro N° 4, se muestra el cálculo de reducción.

## 5.2.1.8 Cuadro No: 4 Cálculo de reducción

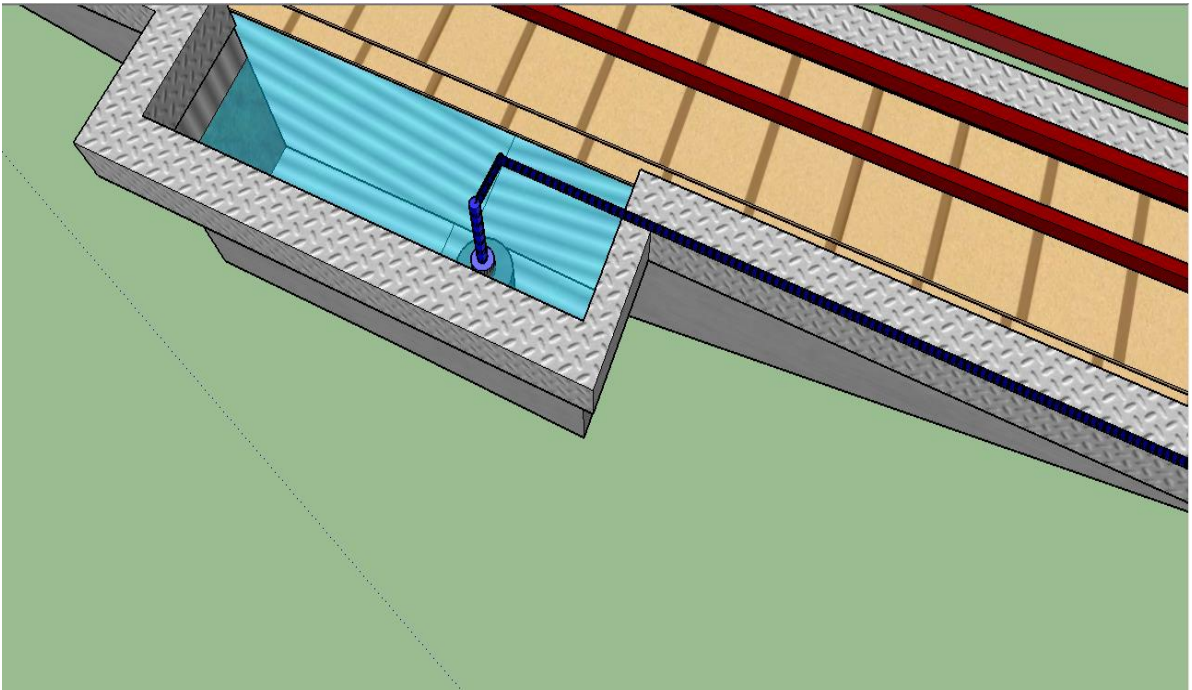
## CÁLCULOS DE REDUCCIÓN DE POLEAS

VELOCIDAD MOTOR		1700 RPM	
DIÁMETRO		CIRCUNSFERENCIA	PRIMERA REDUCCIÓN
		( $\pi$ *DIAMETRO)	
DIÁMETRO POLEA 1 REDUCCIÓN A	46.2 cm	145 cm	281 RPM
DIÁMETRO POLEA 2 REDUCCIÓN A	7.6 cm	24 cm	SEGUNDA REDUCCIÓN
DIÁMETRO POLEA 1 REDUCCIÓN B	46.2 cm	145 cm	
DIÁMETRO POLEA 2 REDUCCIÓN B	7.62 cm	24 cm	
DIÁMETRO TAMBOR	30 cm	94 cm	46.3 RPM
	CIRCUNSFERENCIA	TIEMPO DE TRANSICIÓN DE LA BANDA	
LARGO DE BANDA	700 CM	9.64	SEGUNDOS

FUENTE: CREACIÓN PROPIA

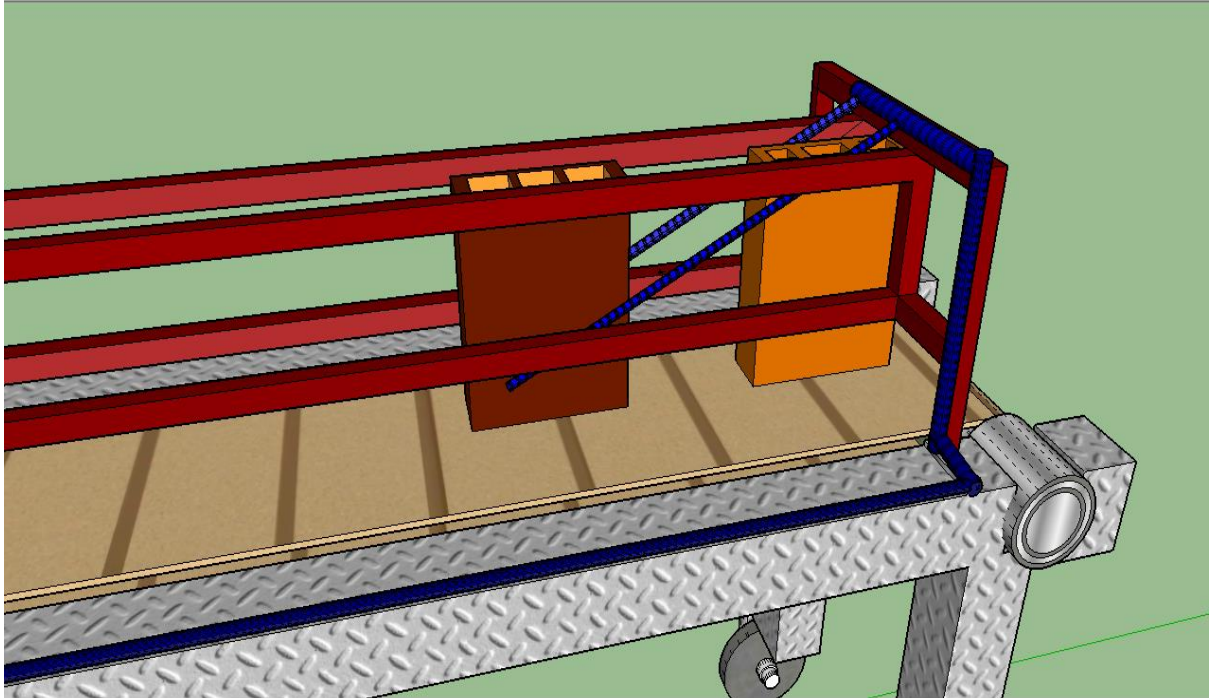
De esta forma se logra que la teja dure más de 9 segundos en trasladarse desde el inicio hasta el final, para que la arcilla absorba el líquido aplicado y se evite que cuando se manipule la teja se marquen las manos y se manche. Esto, pues según las pruebas realizadas, en promedio la arcilla tarda aproximadamente 5 s para absorber la mezcla. Se dan 4 segundos de tolerancia para asegurar que no haya humedad en el momento de tomarla.

5.2.1.9 **IMAGEN 30: Vista del tanque de almacenamiento de la solución y la bomba sumergible**



FUENTE: CREACIÓN PROPIA

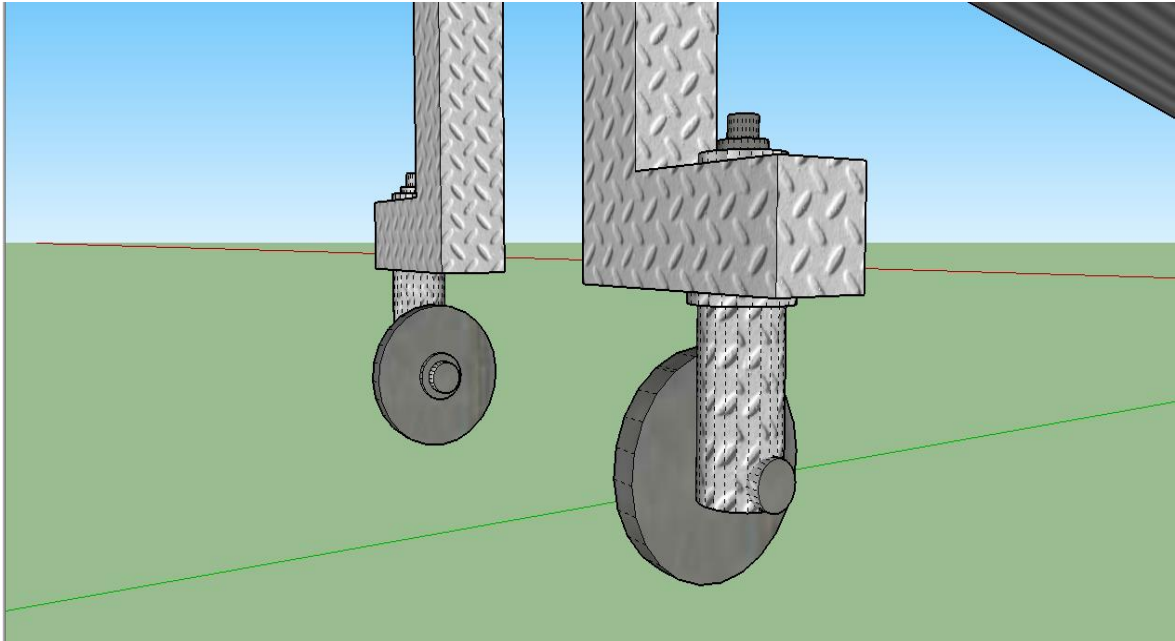
El sistema tiene un tanque de almacenamiento de  $2.04 \text{ m}^3$ , que por medio de una bomba sumergible alimenta la tubería que lleva la solución (mezcla, pintura a base de  $\text{MnO}_2$ ) hasta un sistema de aspersion que se encargará del pintado de las tejas.

**5.2.1.10 IMAGEN 31: Vista del sistema de aspersion y guías de las tejas**

FUENTE: CREACIÓN PROPIA

Tiene un sistema de aspersion alimentado por una bomba, como se mostró en la imagen 20, controlado por varias llaves de paso colocadas en puntos estratégicos para controlar el flujo y la presión de la solución de dióxido de manganeso que se le aplicará a la teja; esta es transportada a través del sistema por una banda con un sistema de guías hechas de tubo cuadrado de 2.54 cm, para que las tejas no se vuelquen.

### 5.2.1.11 IMAGEN 32: Sistema de rodamiento

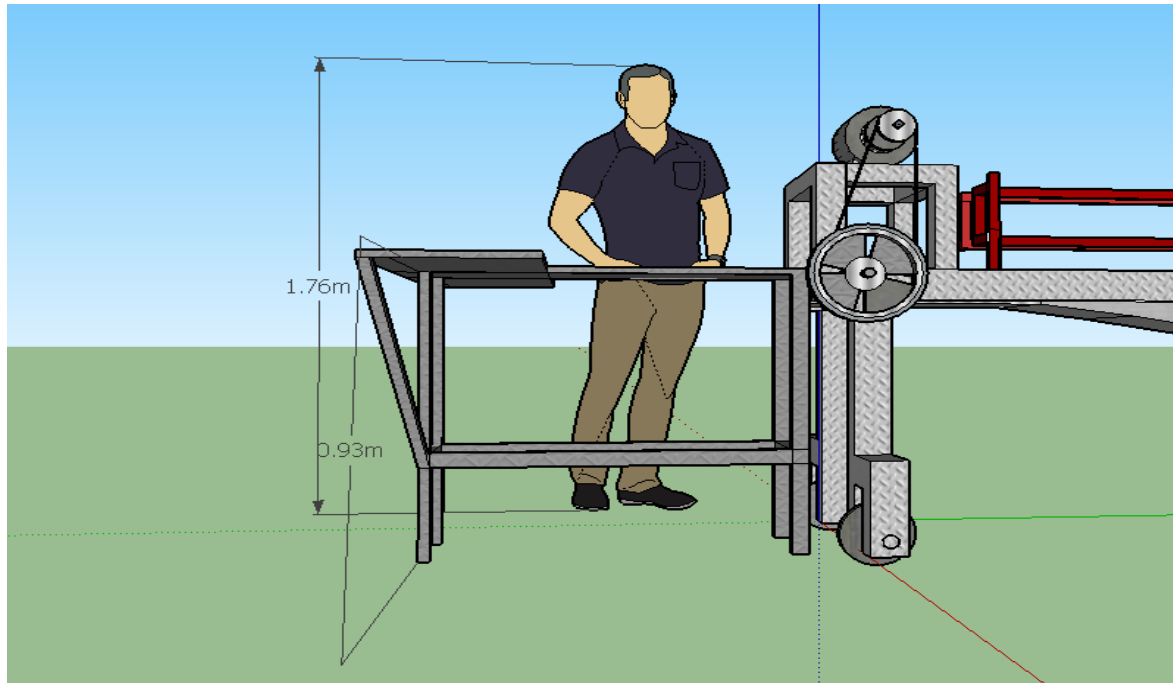


FUENTE: CREACIÓN PROPIA

Además, se le incluyó un sistema de ruedas giratorias de acero de 10 cm de diámetro, con la intención de movilizarla de un horno a otro, lo cual permite trabajar el sistema en cualquiera de los cinco hornos existentes.

El uso de ruedas de acero es para garantizar que estas no se dañen por el peso del sistema.

### 5.2.1.12 IMAGEN 32: Altura de la máquina



FUENTE: CREACIÓN PROPIA

Al final del proceso se coloca una mesa de ayuda, esto con el fin de colocar la teja para que sea trasladada hacia la parte interior del horno, donde será acomodada para iniciar el proceso de quema.

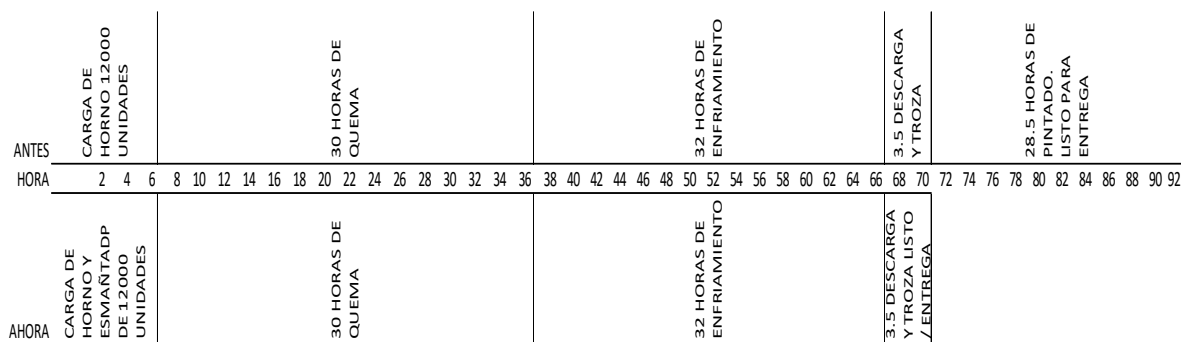
### Conclusiones

Para ejecutar la operación de entintado con el la implementación del nuevo proceso semiautomatizado, con las mejoras en el flujo del proceso, el cambio de los insumos y la modificación del procedimiento, se logra no solo ser más eficientes, sino que, además, se obtiene una operación más productiva, eficaz y económica.

### 5.3 ANÁLISIS DEL FLUJO DE PROCESO MEJORADO

A continuación, se presenta un diagrama de tiempos donde se muestra el número de horas que se requerían anteriormente para obtener 12000 tejas debidamente terminadas y listas para entregas, y el número de horas que se requieren actualmente para realizar la misma tarea con el nuevo sistema de trabajo automatizado.

#### 5.3.1 Diagrama No. 9. Diagrama De Tiempo: Comparación del Tiempo Requerido Antes y Después de la Mejora del Proceso



FUENTE: PROPIA

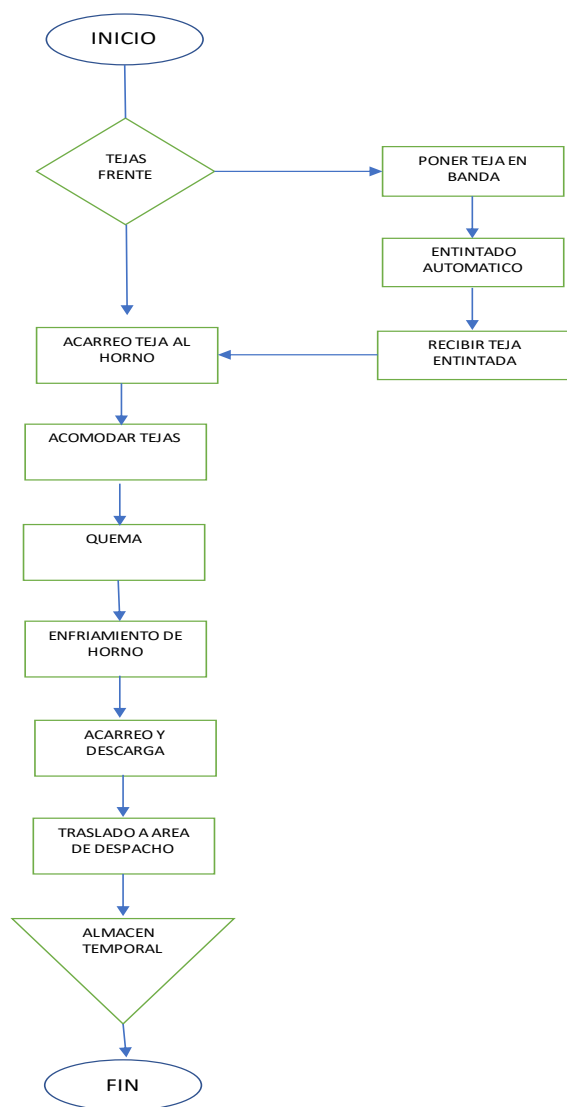
Aquí se muestra cómo el proceso de entintado reduce el tiempo total de acabado en 19 horas.

Anteriormente se cargaba el horno con 12000 unidades en aproximadamente 6 horas, seguido por el proceso de quema de 30 horas. Para enfriamiento son 32 horas y en la descarga y troza 3.5 horas, dos jornadas de 9.5 horas de pintado (19 horas) para cerrar el ciclo de 9 días para entregar el producto al cliente.

Con el nuevo proceso el producto estará listo en 6 días.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de proceso propuesto bajo el nuevo sistema de trabajo diseñado.

### 5.3.1.1 Diagrama 10: Diagrama de Proceso Propuesto



FUENTE: PROPIA

## 5.4 ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD

A continuación, se presenta un análisis de la productividad, mediante un cuadro donde se compara el antes y el ahora.

### 5.4.1 Cuadro No.11: Análisis de la Productividad Antes del Proyecto y Después de la Implementación del Proyecto

	HORAS- HOMBRE	UNIDADES A PRODUCIR	PTPRODUCTIVIDAD	
ANTES	296	12000	40.54	und/hora
AHORA	154	12000	77.92	und/hora
AHORRO	142			
INCREMENTO			37.38	und/hora
				92%

FUENTE: PROPIA

Antes se utilizan 296 horas hombre para producir 12000 unidades, con una productividad de 40.5 unidades por hora-hombre.

Con el nuevo sistema automatizado se requieren 154 horas hombre para producir las mismas 12000 unidades, lo que da una productividad de 77.9 unidades por hora-hombre.

El ahorro es de 142 horas hombre para producir 12000 unidades (ver análisis de ahorro en mano de obra).

El incremento de la productividad es de 37.38 unidades por hora-hombre lo cual significa que la productividad se incrementó en un 92% con el sistema automatizado.

## 5.5 ANÁLISIS DEL AHORRO ECONÓMICO DE MATERIALES

En los últimos dos años, a causa de los problemas presentados por las devoluciones y las disconformidades de los clientes con la calidad del acabado final del producto tal y como se mencionó en el capítulo I, en la descripción del problema, se decidió pintar las tejas con pinturas de alta calidad; sin embargo, siempre existieron algunas variables que se mantenían en cierta incertidumbre dentro de la gerencia.

Una incertidumbre presente siempre fue la durabilidad del color, de la teja pintada, pues como se sabe, ninguna pintura es permanente y existe la posibilidad de que esta se decolore antes de que la teja se vea realmente vieja. También los costos de pintado son muy altos, lo cual incrementa los costos de producción y por tanto los del producto final.

### 5.5.1 Cuadro No11: Costos Relacionados con Pintura

	COSTO	RENDIMIENTO	costo/unidad	tc/575
PINTURA	₡22,000.00 galon	720 unidades	₡30.56 unidad	\$0.053
MgO2	₡3,162.00 kilogramo	800 unidades	₡3.95 unidad	\$0.007

FUENTE: PROPIA

1 galón de pintura cuesta ¢22.049.88 y alcanza para 30m<sup>2</sup>, lo que es lo mismo 720 unidades. O sea, ¢30.62 por unidad en pintura. Unos \$0.05/teja más la mano de obra y otros gastos como producir aire comprimido y utensilios para realizar la operación tales como pistolas de pintar mangueras, otros.

1 kilogramo de óxido de manganeso cuesta ¢3.162.50 y alcanza para 800 unidades, o sea ¢3.95 por unidad. Unos \$0.007/teja.

En este caso, hay un ahorro de ¢26.67 por unidad al pintar con óxido de manganeso.

Por tanto, se tiene que el ahorro en el costo adicionado para teñir, únicamente en material sin incluir la mano de obra, es de un 87% y con la garantía de que la durabilidad del color será la misma que tendrá la teja.

## 5.6 ANÁLISIS DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

### 5.6.1 Costos de construcción

A continuación, se presenta un resumen de los materiales requeridos para la construcción del sistema de entintado de teja plana, y sus costos unitarios y totales; en él ya están incluidos los descuentos y cargas sociales en el caso de la mano de obra. (Ver en anexos, cotizaciones).

En cuanto al tiempo de trabajo invertido para el diseño y el dibujo del proyecto, este se convierte en un aporte a Productos Caribe S.A. por parte del sustentante.

#### 5.6.1.1 Cuadro No12: Costos de Fabricación de la Propuesta

Material	Requerimiento	Precio	Costo Total
Tubo 100mm	3 unid	10.035,36	30.106,08
Tubo 25 mm	5 unid	4.024,08	20.120,4
Soldadura 60/13	10 kg	3.910,00	39.100,00
Lámina acero 3.2mm	4 láminas	78.038,40	312.153,60
Ruedas de acero	4 unid	168.000,00	672.000,00
Motor trifásico 220v	1 unid	110.000,00	110.000,00

<b>Material</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>
Tubo de PVC 50mm	1 unid	2.925,00	2.925,00
Tubo PVC 25 mm	1 unid	2.275,00	2.775,00
Codos PVC 25	4 unid	382,48	1.592,92
Reducción PVC 5 a 25	1 unid	1.044,52	1.044,52
Polea 460 mm	2 unid	30.000.00	60.000.00
Polea 76 m	1 unid	15.000.00	30.000.00
Bomba sumergible	1 unid	95.000.00	95.000.00
Faja B12	2 unid	8.000.00	16.000.00
Tornillos 12.5x152.4mm	4 unid	800,00	3.200,00
Cable eléctrico 10	30 m	379,68	11.390,40
Interruptor trifásico 30 A	1 unid	30.900,00	30.900.00
Enchufe trifásico	1 unid	25.750,00	25.750,00
Toma corriente trifásico	2 unid	28.450,00	28.450,00

<b>Material</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo Total</b>
Banda Trans 40mm	15 m	126.497,75	126.497.75
Muñonera 31.75mm	4unds	11.975,00	47.900,00
Pintura anticorrosiva	3.785 L	22.049,88	22.049,88
Diluyente	2 L	1.218,75	2.437,50
Mano de obra	72 horas (in CCSS)	2.500.00	180.000.00
Costo total de fabricación			☱1,871,391.08

FUENTE: PROPIA

### **5.6.2 Costo total de construcción**

El costo de fabricación es de 1.871.391,08 colones, más 100.000 colones de imprevistos varios. Al final la construcción tiene un costo total de 1.971.391.08 colones.

(Ver 5.8 para análisis de retorno de la inversión).

## 5.7 ANÁLISIS DE AHORRO DEL RECURSO HUMANO

A continuación, se presenta un análisis del costo de la mano de obra para producir 12000 unidades de tejas planas tabaco en la actualidad y se lleva a cabo una comparación con respecto a los costos de mano de obra con la nueva propuesta.

### 5.7.1 Cuadro No13: Análisis de costos de mano de obra para producir teja plana tabaco antes de la implementación del proyecto

TAREA	PERSONAL REQUERIDO	HORAS TOTALES REQUERIDAS	COSTO POR HORAS	COSTO MANO DE OBRA	COSTO POR CARGAS SOCIALES	COSTO TOTAL
Carga horno	7.00	6.50	€1,272.72	€57,908.76	€24,321.68	€82,230.44
Quema	3.00	28.00	€1,929.68	€162,093.12	€68,079.11	€230,172.23
Descarga horno	7.00	3.00	€1,227.72	€25,782.12	€10,828.49	€36,610.61
Pintado	8.00	19.00	€1,227.72	€186,613.44	€78,377.64	€264,991.08
<b>Costo total para 12000 unidades</b>						<b>€614,004.36</b>
<b>Costo por unidad</b>						<b>€51.17</b>

FUENTE: PROPIA

El costo agregado por mano de obra es de ¢51.17 (\$0.10/teja) realizando las labores antes de la mejora.

En el siguiente cuadro se hace un análisis de los costos de mano de obra una vez implementado el nuevo sistema automático de trabajo.

### 5.7.2 Cuadro No14: Análisis de costos de mano de obra para producir teja plana tabaco después de la implementación del proyecto

TAREA	PERSONAL REQUERIDO	HORAS TOTALES REQUERIDAS	COSTO POR HORAS	COSTO MANO DE OBRA	COSTO POR CARGAS SOCIALES	COSTO TOTAL
<b>Carga horno</b>	7.00	6.50	¢1,272.72	¢57,908.76	¢24,321.68	¢82,230.44
<b>Quema</b>	3.00	28.00	¢1,929.68	¢162,093.12	¢68,079.11	¢230,172.23
<b>Descarga horno</b>	7.00	3.00	¢1,227.72	¢25,782.12	¢10,828.49	¢36,610.61
<b>Pintado</b>	4.00	6.50	¢1,227.72	¢31,920.72	¢13,406.70	¢45,327.42
<b>Costo total para 12000 unidades</b>						<b>¢394,340.70</b>
<b>Costo por unidad</b>						<b>¢32.86</b>
<b>Ahorro de mano de obra</b>						<b>¢18.31</b>
						<b>36%</b>

FUENTE: PROPIA

Con el nuevo proceso el costo es de ₡32.86/unidad (\$0.057/teja). El ahorro es de 18.31 colones por unidad (\$0.03/teja), lo cual representa un 36 % de ahorro por concepto de mano de obra, para el proceso de producción de teja plana tabaco en Productos Caribe S.A.

## 5.8 ANÁLISIS DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

A continuación, se realiza un análisis del ahorro que se obtiene por conceptos de mano de obra e insumos, con el objeto de determinar cuántas unidades se requiere producir para cubrir el costo de fabricación del sistema semiautomatizado.

### 5.8.1 Cuadro No15: Análisis de retorno de la inversión de la implementación del proyecto

	<b>AHORRO EN \$/UNIDAD</b>	<b>AHORRO EN ₡/UNIDAD</b>
MANO DE OBRA	\$0.057	₡32.78
INSUMOS	\$0.050	₡28.75
<b>TOTAL</b>	<b>\$0.107</b>	<b>₡61.53</b>
COSTO DE FABRICACION DE SISTEMA AUTOMATIZADO	<b>\$3,428.51</b>	<b>₡1,971,391.08</b>
NUMERO DE TEJAS REQUERIDAS PARA PAGAR EL SISTEMA AUTOMATIZADO	32,042	TEJAS

FUENTE: PROPIA

Para recuperar la inversión se requieren producir un total de 32042 tejas, de acuerdo con la producción promedio mensual durante el año 2016 (ver cuadro VI de anexos

No.8.1.6 resumen de unidades producidas mensualmente por producto durante el año 2016) en un mes se producen 23.866 tejas planas color tabaco.

Por tanto  $32042 \text{ unid} / 23.886 \text{ unid/mes} = 1.34 \text{ mes}$ .

Esto no da un tiempo de recuperación de la inversión de 1.3 meses.

## **5.9 ANÁLISIS DE CALIDAD**

Una vez demostrado que productivamente el proyecto tiene varias ventajas y que se logra la variable de mejora de costos, corresponde ahora probar la variable que inicialmente le da origen al proyecto, la variable de la calidad del producto, concretamente la uniformidad del color de la teja

Lo primero es implementar algunos controles inexistentes dentro del proceso para identificar los parámetros de la calidad del producto final; en este caso, se trabaja el gráfico de control y el gráfico de Pareto, para compararlos con los datos recolectados antes del proyecto.

En este caso, los gráficos de control sirven para analizar el comportamiento de los diferentes procesos y poder prever posibles fallos de producción mediante métodos estadísticos.

Se implementó el gráfico de control U, basado en el número de defectos por unidad de inspección producida.

En el cuadro No 10 que se presenta, se muestran los lotes muestreados y el número de defectos encontrados en cada uno de ellos.

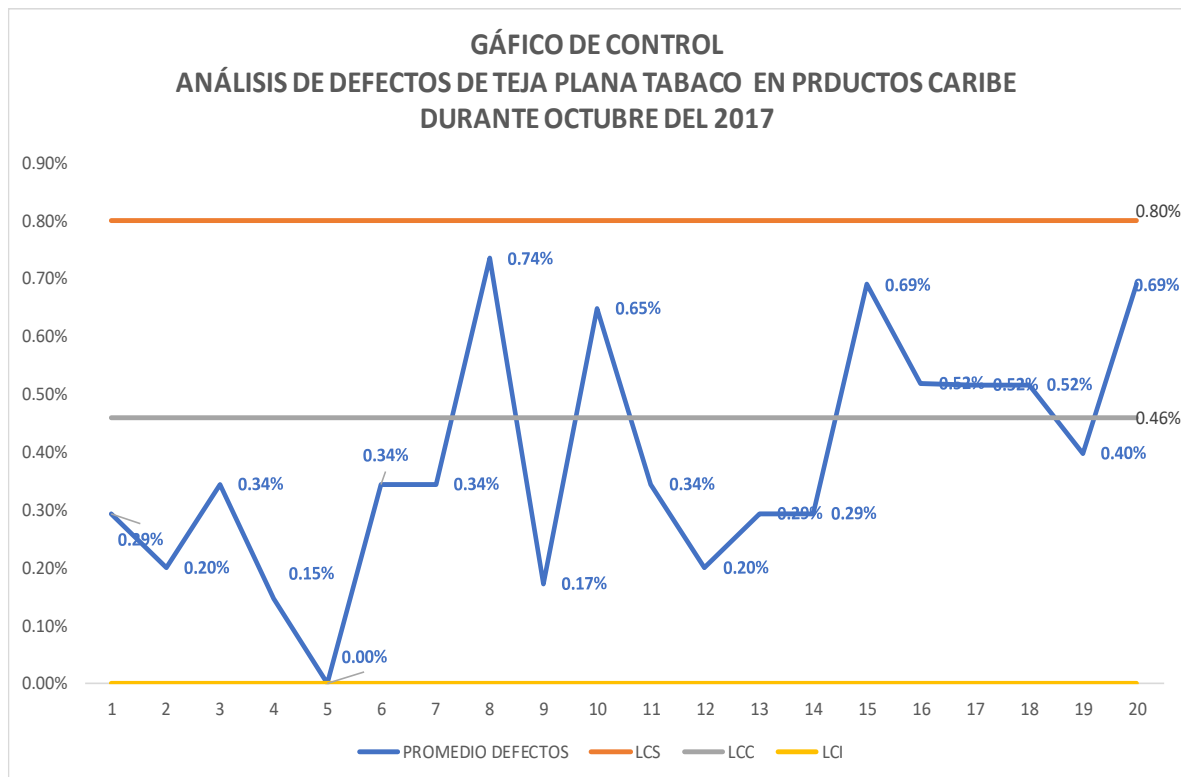
### 5.9.1 Cuadro 16: Número de defectos por lote durante el mes de octubre de 2017

# LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA	NUMERO DE DEFECTOS	PROMEDIO DEFECTOS
1	680	2	0.3%
2	500	1	0.2%
3	580	2	0.3%
4	680	1	0.1%
5	580	0	0.0%
6	580	2	0.3%
7	580	2	0.3%
8	680	5	0.7%
9	580	1	0.2%
10	770	5	0.6%
11	580	2	0.3%
12	500	1	0.2%
13	680	2	0.3%
14	680	2	0.3%
15	580	4	0.7%
16	770	4	0.5%
17	580	3	0.5%
18	580	3	0.5%
19	502	2	0.4%
20	580	4	0.7%
TOTAL	12242	48	0.39%

FUENTE: PROPIA

A continuación, se presenta el gráfico de control, realizado durante octubre de 2017, en el producto de teja plana color tabaco, con el objeto de compararlo con los niveles de calidad antes de iniciar el proyecto.

### 5.9.2 Gráfico 5: Carta de control u. análisis de defectos de teja plana tabaco en octubre de 2017 en Productos Caribe

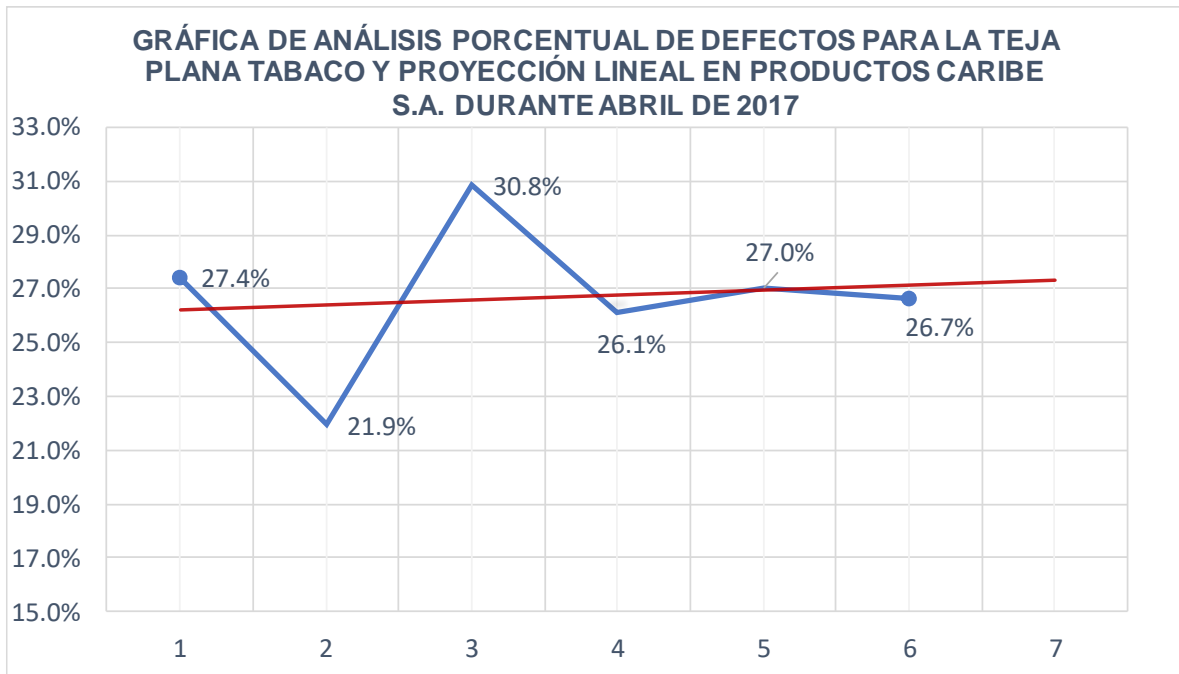


**FUENTE: PROPIA**

El gráfico de control muestra que el promedio de defectos es de 0.45% y que todas las muestras se encuentran dentro de los límites de control, o sea que el proceso está controlado.

### 5.9.3 Gráfico 6: Análisis porcentual de defectos en Productos

#### Caribe en el mes de abril de 2017

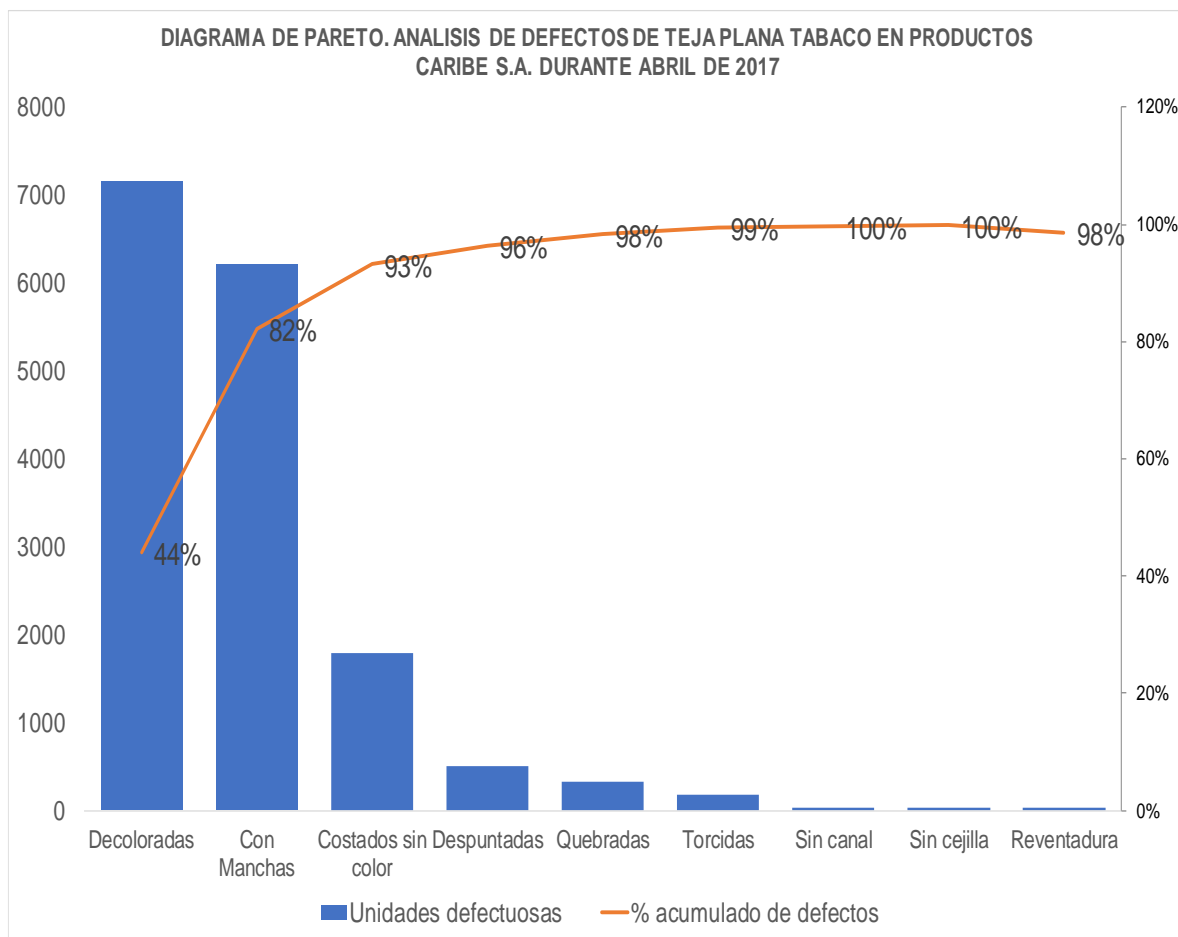


FUENTE: PROPIA

Se observa que el porcentaje de defectos para octubre del 2017, es de un 0.46%, si se compara con el gráfico de No. 6, donde se muestra que la calidad en abril del mismo año era de un 26.7%. Se observa una excelente mejora, donde se demuestra que, mediante la implementación del sistema semiautomatizado en el proceso de entintado de tejas, se eliminan el 98.2% de las no conformidades.

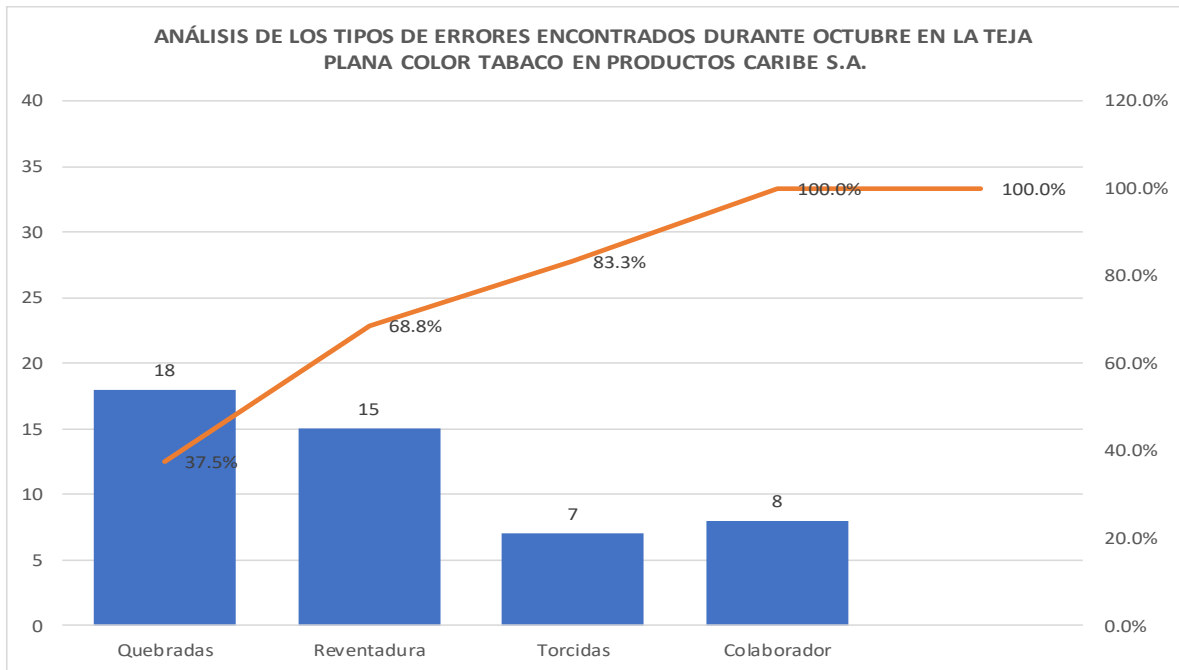
En los siguientes gráficos de Pareto se realizará una comparación para determinar qué tipos de no conformidades se lograron eliminar y cuáles se mantienen o si aparecen algunas que antes no existían.

### 5.9.4 Gráfico 7: Análisis por tipo de defectos en Productos Caribe en abril de 2017



FUENTE: PROPIA

### 5.9.5 Gráfico 8: Análisis por tipo de defectos en Productos Caribe en octubre de 2017



FUENTE: PROPIA

Se eliminan del todo las tres principales no conformidades que se presentaban antes de implementarse el sistema semiautomático para el entintado de tejas planas color tabaco, sean estas: decoloras, manchadas y costados sin color. Además, despuntadas y otros defectos como sin cejilla y sin canal, que posiblemente eran provocados por tanta manipulación; también desaparecieron como efecto colateral de la implementación.

De esta forma, se logra el objetivo principal que al principio era eliminar todo aquel defecto relacionado con el color de la teja.

**CAPÍTULO VI**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## **6 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

Las automatizaciones de los procesos pueden ser muy significativos para cualquier organización, en el caso de Productos Caribe, hay muchos procesos manuales, los cuales pueden ser pesados, repetitivos y extenuantes. Tal situación conlleva consecuencias negativas para la empresa, tales como ausentismo, variación en los procesos, reducción de la calidad, otros.

La mejora en los procesos que agilicen y faciliten las tareas a los operadores presenta una solución para un proceso de ensamble manual. En este caso particular, en la operación de entintado de teja plana color tabaco, la mejora de diferentes factores medibles del proceso, mediante la implementación de una máquina semiautomática fabricada especialmente para eso y siguiendo la metodología de DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), es realmente significativa, con favorecimiento de la empresa y mejoramiento de la calidad del trabajo de los colaboradores.

La implementación del proceso automatizado contribuye con la mejora del flujo del proceso del acabado final del producto para la teja plana color tabaco; este se reduce en 19 horas.

La productividad pasa de 37.38 unidades por hora a 77.92 unidades por hora hombre trabajada; se obtiene un incremento de un 92% en la productividad.

Los costos de materiales utilizados para darle color a la teja son disminuidos de ¢51.17 por unidad a ¢26.67 por unidad.

Los costos de mano de obra se ven favorecidos, pues estos pasan de ¢51.17 a ¢32.81 con un ahorro de ¢18.31 por unidad; porcentualmente un ahorro de 36%.

Si se considera la producción mensual del año 2016 para teja plana, los costos de fabricación e implementación son recuperables en un mes y diez días, esto porque el promedio del año anterior fue de 32.042 tejas, y se requiere producir 23.866 tejas planas color tabaco para cubrir el costo de sistema implementado.

Después de realizada la implementación se obtuvo una reducción en los principales defectos de calidad del producto, que era el objetivo principal; las no conformidades se eliminaron en un 98.5% y se eliminaron al 100% los defectos relacionados con los colores de la teja, que no solamente representaban la mayor parte de los defectos, sino que además generaban una cantidad significativa de reclamos y molestias por parte de los clientes.

Además, se eliminaron otros defectos no relacionados con el color, o entintado, pero probablemente relacionados con la manipulación del producto que se daba en el método antiguo para entintar la teja.

Recapitulando, se logra una mejora en la productividad del 92%, con una recuperación de la inversión de mes y medio, además de un ahorro en el costo agregado por el proceso de entintado de un 36%.

De esta manera, se concluye que, mediante la implementación del sistema de entintado semiautomatizado de forma eficiente, no solo se va a beneficiar Productos Caribe como organización, con mejoras en la calidad, en la productividad, en los

costos, entre otros, sino que, además, también se ven favorecidos los colaboradores mediante procesos ergonómicos menos dañinos, menos agotadores, más prácticos y productivos.

Podría ser una futura oportunidad de trabajo, pues, al satisfacerse las necesidades de los clientes pueden aumentar las ventas y como consecuencia de esto será necesario producir más; eso conllevaría incrementar la mano de obra mediante la creación de nuevas vacantes y con mejora en fuentes de empleo, algo tan necesario en esta zona marginal del país.

## 6.2 RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones para Productos Caribe S.A:

Implementar más controles de calidad en los puntos críticos de todos los procesos.

Generar y analizar los controles con el fin de trabajar para una mejora continua.

Documentar todo lo que corresponde al proceso de producción.

Revisar todos los procesos y analizar cuáles de ellos se podrían mejorar o automatizar, siempre y cuando estos sean rentablemente viables.

Realizar una estandarización completa para cada una de las diferentes operaciones en cada uno de los diferentes procesos.

Darle seguimiento al proceso ahora implementado.

Dar seguimiento a los diferentes clientes para conocer su posición con respecto al producto y al servicio prestado.

Generar un mantenimiento preventivo a fin de evitar el deterioro del sistema implementado.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

Enrique Navarro, J.E., Amorás, J.L. (1985). Tecnología Cerámica. Vol. L. Introducción A La Tecnología Cerámica. Materias Primas Cerámicas. Instituto De Química Técnica. Univ. De Valencia. 155 p.

Eyssautier de la Mora, Maurice (2006). Metodología de la investigación: desarrollo de la inteligencia (5 edición). Cengage Learning Editores. 97págs.

Fraile, F. G. (2003). Seis Sigma. Madrid: Fundación Confederal.

Francesco Tonucci (2016). Los Materiales: La arcilla el color y la madera desde la escuela al hogar. Editorial: Losada. 112 págs.

Galán Emilio y Aparicio Patricia. Materias primas para la industria cerámica. Introducción. Universidad de Sevilla.

Munnig Schmidt E. (1967). La coloración de los ladrillos con bióxido de manganeso. Sociedad. A. I. M. E. de Ámsterdam, Holanda.

Nievel B. y Freivalds A (2013). Estándares y diseño ingeniería industrial métodos del trabajo. Duodécima Edición Editorial McGraw-Hill.

P. Orosco, D. Lavarra, E. Perino, M. Del C. Ruiz Y J. González. (2008). Desferrificación de arcillas de uso en la industria de refractarios. Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (Intequi-Conicet, Facultad De Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis. IX Jornadas Argentinas de Tratamiento de Minerales. San Juan, Argentina.

Sanfeliu T, Cepriá J. (2001). Materias Primas y Métodos de Producción de Materiales Cerámicos. XVI Reunión Científica de la Sociedad Española de Arcillas.

Tennant, G. (2011). Six Sigma: Control Estadístico De Procesos Y Administración Total De La Calidad en Manufactura y Servicio. EUMED.

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

Baptista, P. F. (2006). Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill.

Guía 02 Presentación de proyectos de graduación Código: Prof. INDU-002 Año: 2015 de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana

Sistema de Gestión Empresarial, Productos Caribe S.A.

## **BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA**

[http://www.ehu.eus/sem/seminario\\_pdf/SEMINARIO\\_SEM\\_2\\_031.pdf](http://www.ehu.eus/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_2_031.pdf)

<http://www.chosa.com.mx/blog-ver.php?id=13/como-se-obtiene-el-color-de-latejas-de-barro>

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion2.MateriasPrimasCericas.pdf>

<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/fuentes-primarias-y-secundarias.html>

<https://www.google.co.cr/maps/place/Productos+Caribe/@9.9925371,-84.6717309,850m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8fa036df9ad74c2f:0x25915b7145170241!8m2!3d9.9927277!4d-84.67094?hl=es&hl=es>

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>

# APÉNDICES

## APÉNDICES

### CUADRO I: Comparación del costo del producto entintado vs el costo de la competencia

	COSTO TINTE CUBETA	UNIDADES ESTIMADAS/ CUBETA	COSTO AGREGADO MANO DE OBRA	COSTO AGRAGADO / UNIDAD DE TINTE	COSTO DEL PRODUCTO ACTUAL	COSTO TOTAL + 10% costos fijos	INCREMENTO EN COSTO DE LA TEJA
TEJA PLANA CARIBE	\$199.12	3000	\$0.12	\$0.07	\$0.62	\$0.88	42%
PRECIO COPETENCIA 1						\$1.10	
PRECIO COPETENCIA 2						\$0.86	
PRECIO COPETENCIA 3						\$0.78	

FUENTE: Sistema de gestion de Productos Caribe

### CUADRO II: Costos de las devoluciones del cliente Dreams las Mareas en La Cruz Guanacaste, en el año 2014, por inconformidad de tonos

EMBARQUES DEVUELTOS	UNIDADES/ EMBARQUE	COSTO DE TRANSPORTE	COSTO PRODUCTO	COSTO TOTAL DE DEVOLUCION
5	9000	\$760.00	\$0.72 / UNIDAD	
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$3.800.00</b>	<b>\$32.400.00</b>	<b>\$36.200.00</b>

FUENTE: Sistema de gestion de Productos Caribe

### CUADRO III. Número promedio de empleados en Productos

#### Caribe SA del año 2007 al 2016

NUMERO DE EMPLEADOS EN PRODUCTOS CARIBE POR AÑO Y SECCION										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CRUDO	12	6	6	6	6	7	7	6	6	6
HORNOS	17	9	9	9	9	9	9	5	5	5
QUEMADORES	4	2	2	2	2	4	4	2	2	2
LEÑEROS	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANTENIMIENTO	3	3	3	3	3	4	4	2	2	2
VENTAS	2	2	2	2	2	4	4	1	1	1
ADMINISTRATIVOS	7	7	6	6	6	7	7	3	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>

FUENTE: PROPIA

### CUADRO IV: Resumen de la producción total de Productos Caribe

#### por año, desde 2007 hasta el 2016

AÑO	PRODUCCION TOTAL /AÑO
2007	3,972,990
2008	2,512,612
2009	1,546,422
2010	1,707,925
2011	1,899,034
2012	2,334,050
2013	3,211,141
2014	2,308,180
2015	1,884,459
2016	1,984,964

FUENTE: PROPIA.

**CUADRO V: Representación porcentual de la producción anual por productos en Productos Caribe del 2007 al 2016**

RESUMEN DE PORCENTAJES DE PRODUCCION ANUAL DEL 2007 AL 2016 EN PRODUCTOS CARIBES3												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Imperial	45.48%	39.63%	24.27%	43.84%	45.76%	41.39%	29.22%	36.01%	39.63%	39.63%	38.22%	
Ticas	21.74%	23.31%	61.01%	22.36%	21.74%	22.58%	20.50%	21.60%	23.31%	23.31%	26.16%	
Planas	9.74%	14.43%	8.43%	10.02%	9.61%	13.98%	30.30%	16.42%	14.43%	14.43%	14.61%	
Colonial	8.52%	9.90%	6.07%	8.83%	8.33%	9.59%	8.64%	10.01%	9.90%	9.90%	8.89%	
Loseta 30 x 30	5.13%	4.64%	2.86%	5.09%	5.34%	4.62%	3.80%	4.85%	4.64%	4.64%	4.53%	
Cartabon	3.57%	2.41%	1.47%	4.02%	3.48%	2.33%	1.38%	2.79%	2.41%	2.41%	2.59%	
ladrillo solido	2.19%	2.14%	1.35%	2.41%	2.14%	2.07%	2.03%	2.48%	2.14%	2.14%	2.10%	
Terminal de grada	0.06%	0.09%	14.44%	0.07%	0.06%	0.08%	0.40%	0.08%	0.09%	0.09%	1.60%	
Adoquin Hueso	0.74%	0.96%	0.55%	0.76%	0.70%	0.93%	1.02%	1.02%	0.96%	0.96%	0.86%	
Loseta 7 X 22	0.57%	0.88%	0.52%	0.52%	0.53%	0.85%	0.77%	1.46%	0.88%	0.88%	0.78%	
Cumbrera Plana	0.46%	0.54%	0.34%	0.46%	0.47%	0.52%	0.48%	0.55%	0.54%	0.54%	0.48%	
Adoquin rect	0.46%	0.48%	0.29%	0.44%	0.43%	0.46%	0.47%	0.59%	0.48%	0.48%	0.46%	
loseta 25x25	0.47%	0.32%	0.19%	0.32%	0.54%	0.31%	0.29%	0.39%	0.32%	0.32%	0.35%	
Loseta 10x30	0.03%	0.12%	0.07%	0.03%	0.02%	0.11%	0.57%	1.45%	0.12%	0.12%	0.27%	
Botaguas	0.20%	0.16%	0.11%	0.18%	0.22%	0.15%	0.14%	0.31%	0.16%	0.16%	0.18%	
LOSETA 7X22	0.28%	0.00%	0.00%	0.29%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.09%	
Block	0.17%	0.00%	0.00%	0.17%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	
Rodapie	0.10%	0.00%	0.05%	0.07%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	
PRODUCCION MENSU	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	

FUENTE: PROPIA

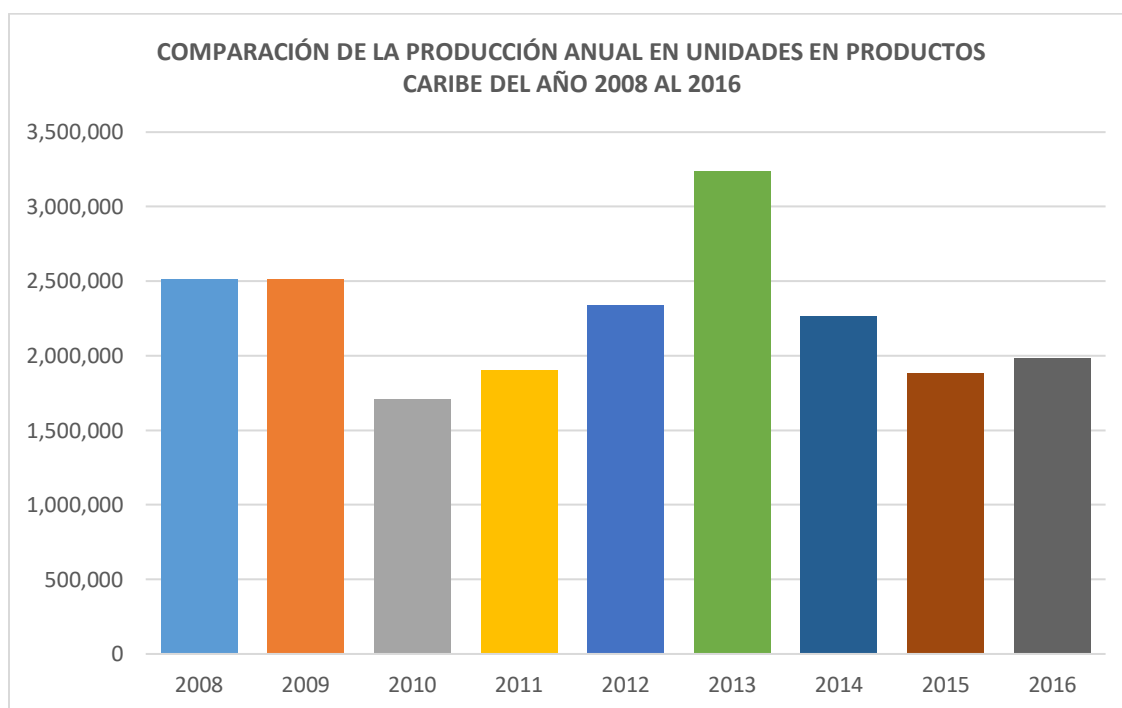
**CUADRO: VI: Resumen unidades producidas mensualmente por producto durante el año 2016**

AÑO 2016	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	PROMEDIO MENSUAL
Imperial	51,882	51,047	78,421	26,999	110,038	106,694	66,317	56,035	68,429	53,633	77,190	39,879	786,564	65,547
Tica	12,051	32,527	49,399	49,080	38,388	37,968	62,100	49,877	41,424	23,869	52,411	13,679	462,773	38,564
Plana	17,799	27,960	15,823	0	18,766	36,532	39,440	64,470	27,599	19,323	9,271	9,407	286,390	23,866
Colonial	7,918	23,351	17,424	25,726	19,945	11,300	24,444	14,914	18,128	20,799	12,527	0	196,476	16,373
Loseta 30 x 30	4,391	20,546	18,161	5,228	3,534	1,888	2,270	10,656	8,334	9,455	4,110	3,622	92,195	7,683
Cartabon	5,744	12,978	14,193	0	3,560	0	0	5,963	5,305	0	0	0	47,743	3,979
ladrillo)	8,806	4,309	9,903	6,204	5,648	0	0	2,877	4,718	0	0	0	42,466	3,539
Adoquin Hueso	6,373	1,841	0	0	0	375	0	8,416	2,126	0	0	0	19,130	1,594
Loseta 7 x 22	0	8,352	0	376	2,819	0	0	460	1,501	3,966	0	0	17,473	1,456
Adoquin Rect.	4,905	3,557	0	0	0	0	0	0	1,058	0	0	0	9,519	793
Cumbrera Plana	1,365	0	1,349	1,992	797	2,910	0	0	1,052	1,172	0	0	10,637	886
Loseta 25 x 25	3,610	2,035	0	0	0	0	0	0	706	0	0	0	6,350	529
Botagua	0	0	0	559	0	1,161	0	0	215	0	1,236	0	3,171	264
Loseta 10x30	0	0	0	0	931	1,158	0	0	261	0	0	0	2,350	196
Terminal Grada	0	0	0	0	0	0	1,229	305	192	0	0	0	1,726	144
<b>TOTAL</b>	<b>124,844</b>	<b>188,503</b>	<b>204,673</b>	<b>116,163</b>	<b>204,424</b>	<b>199,997</b>	<b>195,802</b>	<b>213,972</b>	<b>181,046</b>	<b>132,217</b>	<b>156,744</b>	<b>66,587</b>	<b>1,984,964</b>	<b>165,414</b>

FUENTE: PROPIA

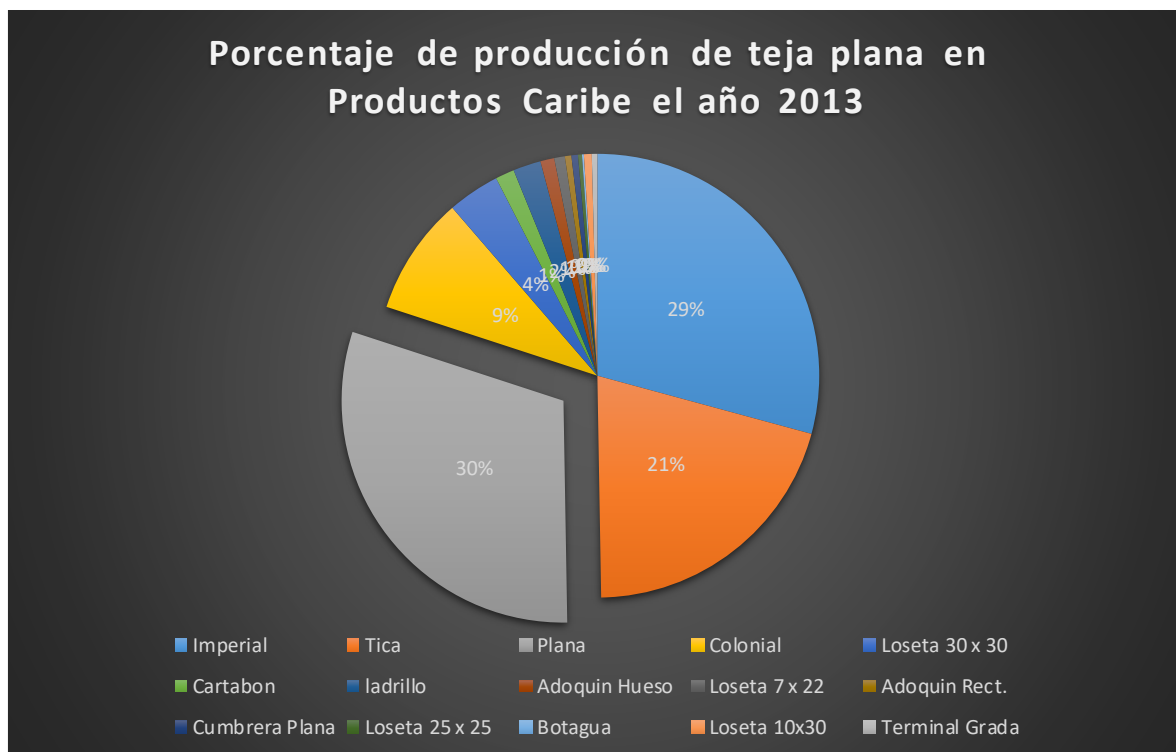
## GRÁFICOS

### GRÁFICO I. Comparación anual de la producción promedio mensual en unidades en Productos Caribe S.A. del año 2008 al 2016



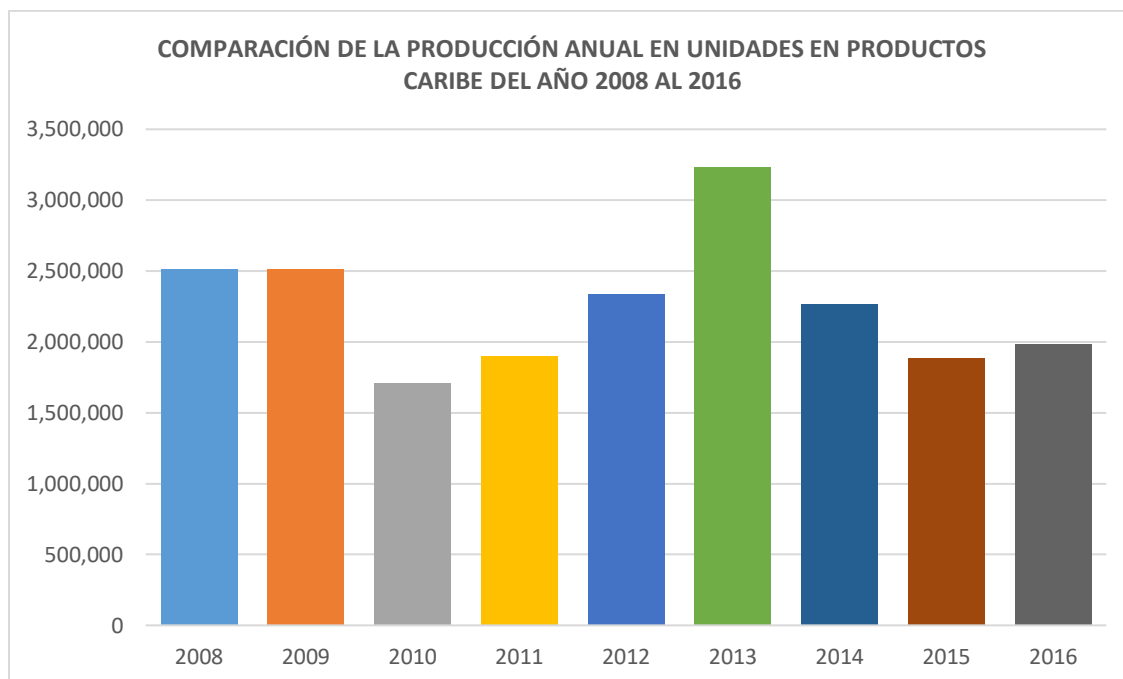
FUENTE: PROPIA

**GRÁFICO II: Representación porcentual de la producción de teja plana en Productos Caribe S.A. durante el año 2013.**



**FUENTE: PROPIA**

**GRÁFICO III: Comparación anual de la producción promedio mensual en unidades en Productos Caribe S.A. del año 2008 al 2016**



FUENTE: PROPIA

# **GLOSARIO Y ABREVIATURAS**

## **GLOSARIO Y ABREVIATURAS**

**Almacenaje:** Guardar y custodiar existencias que no están en proceso de fabricación, ni de transporte. El almacenaje permite acercar las mercaderías a los puntos de consumo.

**Alúmina:** Se presenta en las arcillas no solamente en forma de minerales arcillosos sino también como feldespatos, mica y otros silicatos a lumínicos.

**Arcilla:** La arcilla es un suelo o roca sedimentada constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, procedente de la descomposición de rocas que contiene granito.

**Benchmarking:** Técnica que consiste en comparar procesos u organizaciones similares para efectos de identificar posibles puntos de mejora, o comportamientos competitivos.

**Cortado:** División de una cosa en dos o más partes con un instrumento afilado.

**Cualificación:** Preparación necesaria para el desempeño de una actividad.

**Datos:** Un dato es una representación simbólica de un atributo o variable cuantitativa o cualitativa.

**Despacho:** Establecimiento comercial o parte de él en el que se despacha una mercancía.

**Diagrama de Gantt:** Se emplea para y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo.

**Diseño:** Se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo.

**Distribución en Planta:** Se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios.

**Dosificación:** Establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos.

**Extrusión:** Se hace a temperaturas elevadas, así se evita el trabajo forzado y hacer más fácil el paso del material a través del troquel.

**Flujo:** Movimiento de un fluido.

**Flujograma:** Definir a un dibujo de una sucesión de acciones que forman parte de un sistema concreto.

**Infraestructura:** Conjunto de elementos o servicios considerados como necesarios para q una organización pueda funcionar o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente.

**Maduración:** Es el reposo a aire libre, tiene la finalidad de facilitar el desmenuzamiento de los terrones y la disolución de los nódulos para impedir las aglomeraciones de partículas arcillosas.

**Materia prima:** Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto. Cosa que potencialmente sirve para crear algo.

**Método PERT:** Método que sirve para planificar proyectos en los que hace falta coordinar un gran número de actividades.

**Método SLP:** Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución, un patrón de procedimientos de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta.

**Molienda:** Serie de operaciones tendentes a la reducción de las dimensiones del material que van desde la pre molturación hasta una pulverización.

**Proceso productivo:** Es la secuencia de actividades requeridas para elaborar bienes que realiza el ser humano para satisfacer sus necesidades; esto es, la transformación de materia y energía, en bienes y servicios.

**Sílice:** partículas presentes en las arcillas como cuarzo u otra forma cristalina.

**Stock:** Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.

**Tubos de alcarraza:** Tubo fabricado a base de arcilla, el cual era vitrificado para quitar la porosidad y se utiliza para el desagüe de aguas.

**Zaranda:** Instrumento para cernir que está compuesto por un aro o un marco al cual está asegurado un cuero o un tejido agujereado o una tela metálica fina con el fin de separar lo más fino de la harina o de otras sustancias.

# ANEXOS

## ANEXOS

## ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ARCILLAS UTILIZADAS EN PRODUCTOS CARIBE S.A.

N° Tab.		Identificación de campo	pH	emol+VI					mg/l						
				N	Ca	Mg	Acidez	P	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B	
61087		Tierra Blanca o Referencia	5.13	0.28	1.90	0.16	4.00	2.9	7.5	1.0	0.6	2.1	52.3	0.4	
61088		Santiago Rojo #1	4.81	0.18	1.03	0.26	9.20	3.4	21.3	5.3	0.7	12.4	29.1	0.5	
61089		Santiago #2	4.73	0.22	1.54	0.37	13.80	2.6	45.7	2.8	1.0	106	6.8	1.2	

Metodología: Ovens Modificade: K, P, Fe, Zn, Cu, Mn - KCl IN: Ca, Mg, Acidez - pH en H<sub>2</sub>O

Este informe no podrá ser reproducido en forma parcial o total sin la aprobación de Agronálisis de Costa Rica S.A.

Los resultados de los análisis de este informe se refieren únicamente a la muestra que aquí describe.

EdUARDE GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Químico

AGRONÁLISIS DE COSTA RICA S.A.

AGRONÁLISIS DE COSTA RICA - LABORATORIO QUÍMICO  
Grecia, Alajuela, C.R.  
CALLE AVANCA 3-151-24837  
TELÉFONO: LAB. 2484-0592/ Cel. 8891-4181  
Centro Distribución: edg@agronal.com.cr

Fecha: 19 de junio del 2017  
Fecha de ingreso: 08/06/2017  
Fecha de muestreo:

Cliente: Productos Caribe S.A.  
Provincia: Cartago  
Canton: Diquirio

Finca: Productos Caribe S.A.  
Cultivo: Arcillas

Código AG-103 Versión 01  
Pág. 1 de 1

AGROANÁLISIS DE COSTA RICA S.A.

## COTIZACIONES

<b>Materiales La Pesa, S.A.</b> <span style="float: right;">1</span> <i>Cédula: 3-101-152154 - Teléfono: 26355296 - Fax: 26355097</i> <i>Esparza, Puntarenas, 100 m. este y 50 m. norte del Pali</i>				
<b>Proforma</b>		<b>Proforma:</b> 315148		
Cliente: 1180      PRODUCTOS CARIBE S.A.		<b>Fecha:</b> 18/octubre/2017 <b>Vencimiento:</b> 19/octubre/2017		
<b>Teléfono:</b> 26355246		<b>Referencia:</b>		
		<b>Usuario:</b> olman		
Código	Cantidad Unid.	Descripción	Precio	Total
ME106	3,00	TUBO TUBO ESTR. CUAD. GALV. 50X 50X 1.58MM X 6M(2"X2"	10.035,36	30.106,08
ME06	5,00	TUBO TUBO IND. CUAD.---GALVANIZ.---25x 25x 1.20mm(#18X	4.024,08	20.120,40
4038588190284	10,00	KG. SOLDAD. 6013x 3/32" HILCO PUNTO ROJO X KG	3.910,00	39.100,00
AA431383	4,00	LAM. HIERRO NEGRO 6.35mm x 1.22x 2.44 mts = 1/4"x {4x 8	78.038,40	312.153,60
INCA04	1,00	TUBO TUBO SAN. ECON. DIA 50 ---2" X 6MTS-i	2.925,00	2.925,00
630501	1,00	TUBO TUBO PR. SDR 26 DIA 25---Ø1" X 6mts[]	2.275,00	2.275,00
608300	4,00	UNID CODO PR. LISO 90O. X DIA 25MM--1"x 90° SCH40[]	382,48	1.529,92
615900	1,00	UNID REDUCCION PR. LISA 50x 25mm--2"x 1"[]	1.044,52	1.044,52
190900	30,00	M.L CABLE 10 AWG VIAKON X MTS	379,68	11.390,40
la01sd900	1,00	GAL. SUPER DRY BLANCO #SD900-4 X GALnp	22.049,88	22.049,88
107921	2,00	LTS THINNER CORR. CON ENV. X LITRO...()	1.218,75	2.437,50
<b>Observaciones:</b>			<b>Subtotal:</b>	445.132,30
			<b>Descuento:</b>	22.256,61



Cel. Jor.: 3-851-576798  
 Calle 135, Ave 29A, Escazú San. Pedro  
 Tel: +506 2291-4719 Fax #: +506 2291-4719  
 E-mail: info@bbt.com.cr | info@bbt.com  
 Web Site: www.bbt.com

## Factura

Fecha	Factura No.
01/12/2017	01447

<b>Cliente</b>
PRODUCTOS DEL CARIBE

Ref. Int.	IMP01523
Due Date	12/2017
Términos	Net 15

Cartel	Proforma	Contrato No.	Fecha Solicitud	Lugar de Entrega
	PCA1725-757		5/2/2017	ESPARZA, PUNTARENAS

Item	Cantidad	Descripción	UM	ExenGrav	Costo Unitario	Cargos Imp. I.
001	500	OXIDO DE MANGANESO SACOS DE 25KGS	kg	0	10.00	5.000.000
Autorizado mediante oficio N° 452-1983001874 del 29/03/05 de la O. G. T. D.					SUB-TOTAL	USD 5.000.00
Banco Nacional de Costa Rica Moneda CRC			Banco Nacional de Costa Rica Moneda USD		IMP. VTAS. (13.0%)	USD 650.00
CTA 100-01-123-006879-0 SINPE 151-123-100-100-087-04			CTA 100-02-123-680244-0 SINPE 151-123-100-260-024-48		ADELANTOS	USD -2.900.00
					TOTAL	USD 2.750.00



*Factura*

Agroindustrial JZ Occidente S.A.  
 Céd. Jur: 3-101-664190  
 Tel. 8919-5415 | Fax. 2494-8642  
 E-mail: info@agroindjzoccidente.com

Factura N° **FA - 001744**

Día	Mes	Año
8	8	2017

**Factura de Crédito**

Señores: Productos Caribe S.A.	Orden #	
Dirección: Esparza		

Cantidad	Descripción	Unidad	Precio	Total
1	Banda transportadora vulcanizada de de 2860mm X 350mm	Unidad	€110.175,00	€110.175,00

Sub-Total	€110.175,00
13% I.V.	€14.322,75
Flete	€2.000,00
<b>TOTAL GENERAL:</b>	<b>€126.497,75</b>

Recibo Conforme:			
	Nombre	Cédula	Firma

Alajuela, Grecia.  
 Emitida conforme lo establece la Re. 1197 del 12/08/1997 de la DGT



Agroindustrial JZ Occidente S.A.  
 Céd. Jur: 3-101-664190  
 Tel. 8522-5688 | Fax. 2494-8642  
 E-mail: info@agroindjzoccidente.com

Factura N° **FA - 001648**

Día	Mes	Año
6	6	2017

**Factura de Crédito**

Señores:	Productos Caribe	Orden #	
Dirección:	Esparza		

Cantidad	Descripción	Unidad	Precio	Total
4	Muñonera de pie LCP207-20, 1 1/4"	Unidad	€11.975,00	€47.900,00

Sub-Total	€47.900,00
flete	
13% I.V.	€6.227,00
<b>TOTAL GENERAL:</b>	<b>€54.127,00</b>

Recibo Conforme:	<i>Marrin</i> Nombre	<i>9.040.700</i> Cédula	<i>[Firma]</i> Firma
------------------	-------------------------	----------------------------	-------------------------

Alajuela, Grecia.  
 Emitida conforme lo establece la Re. 1157 del 12/08/1997 de la DGT