



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD  
ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA  
DE LAGO.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

**Autores:**

Achanga Campoverde Wagner Adrian  
Cedeño Alegria Wilmer Dario

**Tutor:**

Ing. Mg. Gabriel Arturo Pazmiño Solys

Latacunga – Ecuador

Marzo - 2021



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, **ACHANGA CAMPOVERDE WAGNER ADRIAN & CEDEÑO ALEGRIA WILMER DARIO** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO**, siendo el **ING. GABRIEL ARTURO PAZMIÑO SOLYS** tutor (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

**Achanga Campoverde Wagner Adrián**

Número de C.I. **2100544812**

.....

**Cedeño Alegría Wilmer Darío**

Número de C.I. **2200120935**



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO”**, de... (ACHANGA CAMPOVERDE WAGNER ADRIAN & CEDEÑO ALEGRIA WILMER DARIO), de la carrera (INGENIERIA INDUSTRIAL), considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 04 de Marzo del 2021

.....  
El Tutor del proyecto de Investigación

**ING. MG. GABRIEL ARTURO PAZMIÑO SOLYS**



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**; por cuanto, el o los postulantes: **ACHANGA CAMPOVERDE WAGNER ADRIAN & CEDEÑO ALEGRIA WILMER DARIO** con el título de Proyecto de titulación: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 04 de Marzo del 2021

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Ing. Diana del Carmen Marín Vélez**

**CC: 1204144503**

---

**Lector 2**

**Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán**

**CC: 0502259368**

---

**Lector 3**

**Ing. Ángel Marcelo Tello Córdor**

**CC: 0501518559**


Lago Agrio, 05 de noviembre de 2020

**Wagner Achanga, Wilmer Cedeño**  
**Estudiantes de Ingeniería Industrial**  
**Estimados Estudiantes:**

### **AVAL DE LA EMPRESA**

En calidad de Gerente general de la empresa Ladrillera de Lago avalo su proyecto investigativo con el título: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO**, como autores los estudiantes **ACHANGA CAMPOVERDE WAGNER ADRIAN** portador de **CI: 2100544812** y **CEDEÑO ALEGRIA WILMER DARIO** portador de **CI: 2200120935** aspirantes al título de Ingeniero Industrial, en la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi cumplen con los aportes que requiere la empresa y autoriza la realización de su investigación en las instalaciones de la empresa.

Sin más que agregar, reciban la bienvenida a nuestra empresa.



Atentamente

**Werner Achanga**  
**Gerente general**

## AGRADECIMIENTOS

*El presente trabajo de tesis agradezco primero a Dios por protegerme durante todo el camino universitario y bendecirme para llegar hasta estas instancias, a mis padres que fueron una parte fundamental en el proceso de titulación, con su apoyo no lo podría haber logrado y darme fuerza para superar todo tipo de obstáculos y dificultades que se me presentaron, y así para que este sueño se haga realidad.*

*A la UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y llegar a ser una profesional.*

*Al docente tutor, ING. M. Sc. PAZMIÑO SOLYS GABRIEL ARTURO, quien me guio durante la realización de este proyecto investigativo.*

*Wagner Adrian Achanga Campoverde*

*Mis agradecimientos primeramente para Dios por permitirme llegar a estas instancias de mi vida, siempre con el apoyo de mis padres mis familiares y amigos que fueron y marcaron esta etapa de mi vida conociendo el tipo de persona que son y haciéndome conocer hasta donde se puede llegar con esfuerzo y dedicación.*

*A esta gran Institución educativa que me acogió cuando yo necesite de ella en especial a la facultad CIYA y a la carrera Ingeniería Industrial a sus docentes que impartieron sus conocimientos durante estos años de aprendizaje.*

*Al docente tutor, ING. M. Sc. PAZMIÑO SOLYS GABRIEL ARTURO, quien me guio durante la realización de este proyecto investigativo.*

*Wilmer Darío Cedeño Alegría*

## DEDICATORIAS

*Dedico este esfuerzo y sacrificio a mis padres, Werner y Corina quienes han sido la guía y el camino para llegar a este punto de mi carrera, han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad la tristeza, con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser una gran profesional.*

*Wagner Adrian Achanga Campoverde*

*Dedico este logro a mis padres, Melsiades y Martha quienes fueron el motor que cada día me impulsaba a seguir adelante, a mis hermanos y familiares que siempre creyeron en mí y de una u otra manera supieron apoyarme en cada uno de los pasos recorridos durante estos años de estudio.*

*Wilmer Darío Cedeño Alegría*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA _____	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN _____	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN _____	iv
AVAL DE LA EMPRESA _____	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AGRADECIMIENTOS _____	vi
DEDICATORIAS _____	vii
ÍNDICE GENERAL _____	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS _____	xi
ÍNDICE DE TABLAS _____	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES _____	xv
RESUMEN _____	xvi
ABSTRACT _____	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN _____	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1. <i>INFORMACIÓN GENERAL</i> _____	1
2. <i>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.</i> _____	2
3. <i>JUSTIFICACIÓN</i> _____	3
4. <i>BENEFICIARIOS</i> _____	4
5. <i>PROBLEMA</i> _____	4
5.1. Planteamiento del problema _____	5
6. <i>OBJETIVOS</i> _____	5
Objetivo general _____	5
Objetivos específicos _____	6
7. <i>ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</i> _____	6
8. <i>FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO</i> _____	7
8.1 Historia del SIX SIGMA. _____	7
8.2 Six Sigma _____	8
8.3 Pasos para implementar el Six Sigma. _____	8
8.4 Principios de Six Sigma _____	9
8.5 Historia del ladrillo _____	9
8.6 El ladrillo de adobe _____	10
8.7 La cocción de ladrillos. _____	11
8.8 Introducción del esmaltado y decoración con ladrillos _____	11
8.9 Uso de hornos para la cocción de ladrillos _____	11
8.10 El ladrillo hueco _____	12



8.11	Ladrillo Macizo Perforado	12
8.12	Ladrillo macizo.	13
8.13	Ladrillo tipo farol	13
8.14	Ladrillo tejar o manual	14
8.15	Producción	14
8.16	Producción Industrial.	14
8.17	Flujograma.	15
8.18	Capacidad de proceso.	15
8.19	Minitab	15
8.20	Gráfica de control por atributos	16
8.21	Para qué sirve un diagrama de flujo.	16
8.22	Simbología del diagrama de flujo.	18
8.23	Diagrama de Ishikawa	19
8.24	Concepto del DPMO.	20
8.25	Significado de oportunidad.	20
8.26	Pasos para determinar el DPMO.	20
8.27	DPMO y Nivel Sigma	20
8.28	VAN	21
8.29	Fórmula del valor actual neto (VAN)	21
8.30	PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)	22
8.31	Fórmula del PRI	22
8.32	Tasa interna de retorno (TIR)	23
8.33	Pasos para calcular la TIR.	23
8.34	Punto de Equilibrio.	24
8.35	Fórmulas para calcular el punto de equilibrio	24
8.36	Relación costo beneficio.	26
8.37	Fórmula Costo/Beneficio	26
9	<i>HIPÓTESIS</i>	26
10	<i>METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL</i>	26
10.1	Métodos y técnicas.	26
10.2	TÉCNICAS	27
10.3	HERRAMIENTAS	27

<b>11</b>	<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)</b>	<b>28</b>
	<b>FASE 1, DEFINIR.</b>	<b>28</b>
11.1	Identificación de cada una de las áreas existentes.	28
	Área de almacenamiento de materia prima.	28
	Área de producción.	28
	Área de secado	29
	Área de quemado	29
	Área de ventas	30
11.2	Esquemas gráficos de los procesos	30
	<b>FASE 2, MEDIR.</b>	<b>32</b>
11.3	Determinación de fallos y defectos.	32
	Cálculo del tamaño de muestra de aceptación.	32
	Toma de muestras en hoja de registro.	33
	Ladrillo macizo perforado	37
11.4	Calculo de la capacidad de producción.	49
11.5	Herramientas Six Sigma.	53
	Cálculo de la desviación estándar de los defectos.	55
	Ponderación SIX SIGMA.	57
	<b>FASE 3, ANALIZAR</b>	<b>60</b>
	<b>FASE 4, MEJORAR.</b>	<b>67</b>
11.6	Desarrollo de la metodología para la mejora de los procesos	67
	Plan de capacitación al personal de trabajo de la “Ladrillera de Lago”	67
	Plan de mejoras en las maquinarias.	77
	Plan de mejoras en relación de ventas del producto.	77
11.7	Impactos de las mejoras propuestas.	78
	<b>FASE 5, CONTROLAR.</b>	<b>79</b>
11.8	Determinación de unidades mínimas requeridas.	83
11.9	Herramientas de factibilidad.	84
	Cálculo del VAN.	84
	Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (PRI).	87
	Cálculo del TIR.	88
	Relación Beneficio - Costo.	88
	Comprobación de la hipótesis	90
<b>12</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.</b>	<b>91</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>92</b>
<b>14</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>93</b>
<b>15</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>94</b>
<b>16</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>97</b>
	Datos de las personas que desarrollaron el proyecto de investigación.	97
	Gráficos creados en el software Google Sketchup 2020.	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Ladrillos usados en la prehistoria _____	10
Gráfico 2.	El ladrillo de adobe. _____	10
Gráfico 3.	Ladrillo hueco fabricado por la Ladrillera de Lago. _____	12
Gráfico 4.	Ladrillo Macizo Perforado fabricado por la Ladrillera de Lago _____	13
Gráfico 5.	Ladrillo macizo fabricado por la Ladrillera de Lago _____	13
Gráfico 6.	Ladrillo farol fabricado por la Ladrillera de Lago _____	14
Gráfico 7.	Simbología del diagrama de flujo. _____	18
Gráfico 8.	Diagrama de Ishikawa _____	19
Gráfico 9.	El punto de equilibrio gráficamente _____	25
Gráfico 10.	Área de almacenamiento de Ladrillera de Lago. _____	28
Gráfico 11.	Área de producción de Ladrillera de Lago. _____	29
Gráfico 12.	Área de secado de Ladrillera de Lago _____	29
Gráfico 13.	Área de quemado de Ladrillera de Lago. _____	30
Gráfico 14.	Área de ventas de Ladrillera de Lago. _____	30
Gráfico 15.	Flujograma de Procesos de la Ladrillera de Lago _____	31
Gráfico 16.	Control proporcional de defectos en ladrillos macizos. _____	37
Gráfico 17.	Control proporcional de defectos en ladrillos macizos. _____	41
Gráfico 18.	Control proporcional de defectos en ladrillos 3 Huecos. _____	45
Gráfico 19.	Control proporcional de defectos en Ladrillos Farol. _____	49
Gráfico 20.	Ingreso de datos en las celdas de MINITAB. _____	50
Gráfico 21.	Herramienta de Distribución Normal. _____	51
Gráfico 22.	Datos a llenar de la distribución normal. _____	51
Gráfico 23.	Datos de objetivo para capacidad. _____	52
Gráfico 24.	Informe de Capacidad del Proceso. _____	52
Gráfico 25.	Desviación estándar de los defectos. _____	57
Gráfico 26.	Conversión de procesos, niveles SIGMA. _____	58
Gráfico 27.	Diagrama de Ishikawa desarrollado en los procesos de la empresa. _____	61
Gráfico 28.	Producto mal dimensionado de Ladrillera de Lago. _____	62
Gráfico 29.	Ladrillo con defecto de compactación. _____	62
Gráfico 30.	Ladrillos con defectos en el Labrado. _____	63
Gráfico 31.	Ladrillos con defectos en el tamaño. _____	63

Gráfico 32.	Manipulación del producto en Ladrillera de Lago.	63
Gráfico 33.	Cantidad de productos defectuosos.	64
Gráfico 34.	Condiciones del Motor Mitsubishi.	64
Gráfico 35.	Condiciones del Motor HINO KY.	65
Gráfico 36.	Condiciones de la banda transportadora.	65
Gráfico 37.	Punto de equilibrio de los productos.	84
Gráfico 38.	Vista Superior de la empresa “Ladrillera de Lago”	99
Gráfico 39.	Vista Lateral Derecha de la empresa en 3D.	99
Gráfico 40.	Vista Lateral Izquierda de la empresa en 3D.	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Beneficiarios directos.	4
Tabla 2.	Beneficiarios indirectos.	4
Tabla 3.	Actividades relacionadas con los objetivos planteados.	6
Tabla 4.	Técnicas y herramientas a utilizar en la investigación.	27
Tabla 5.	Resumen de flujograma de la Ladrillera de Lago	32
Tabla 6.	Calculo del tamaño de la muestra.	33
Tabla 7.	Hoja de registro de defectos en ladrillos macizos, según sus atributos.	34
Tabla 8.	Control proporcional de defectos en ladrillos macizos.	36
Tabla 9.	Límites de control proporcional en ladrillos macizos.	36
Tabla 10.	Hoja de registro de defectos en ladrillos macizos perforados.	38
Tabla 11.	Control proporcional de defectos en ladrillos macizos perforados.	40
Tabla 12.	Límites de control proporcional en ladrillos macizos perforados.	40
Tabla 13.	Hoja de registro de defectos en ladrillos 3 Huecos.	42
Tabla 14.	Control proporcional de defectos en ladrillos 3 Huecos.	44
Tabla 15.	Límites de control proporcional en ladrillos 3 Huecos.	44
Tabla 16.	Hoja de registro de defectos en ladrillo farol.	45
Tabla 17.	Control proporcional de defectos en Ladrillos Farol.	48
Tabla 18.	Límites de control proporcional en Ladrillos Farol.	48
Tabla 19.	Muestras con mediciones tomadas en los ladrillos macizos.	50
Tabla 20.	Valores de Cp y clase de un proceso.	53
Tabla 21.	Defectos en las muestras de ladrillos.	54
Tabla 22.	Defectos por millón presentados, tabla de resumen de muestras.	55
Tabla 23.	Calculo de la desviación estándar de los defectos.	56
Tabla 24.	Cálculo de nivel SIGMA, cada ladrillo.	59
Tabla 25.	Cálculo de nivel SIGMA, cada ladrillo.	59
Tabla 26.	Criterios de jerarquías de fallos.	66
Tabla 27.	Personal de la empresa Ladrillera de Lago.	68
Tabla 28.	Plan de capacitación del personal administrativo y de ventas.	69
Tabla 29.	Plan de capacitación al personal de almacenamiento.	70
Tabla 30.	Plan de capacitación al encargado de producción.	71
Tabla 31.	Plan de capacitación en mantenimiento para producción.	72

Tabla 32.	Plan de capacitación al personal de producción, secado y quemado.	73
Tabla 33.	Plan de capacitación de trabajo en equipo de todo el personal.	74
Tabla 34.	Plan de capacitación en riesgos laborales para el todo el personal.	75
Tabla 35.	Propuesta de cronograma para las capacitaciones en la empresa.	76
Tabla 36.	Propuesta de mantenimiento en las maquinarias.	77
Tabla 37.	Plan de mejoras en ventas de la empresa “Ladrillera de Lago”	78
Tabla 38.	Tabla de control de pedidos de clientes.	79
Tabla 39.	Tabla de control de defectos en producción.	80
Tabla 40.	Tabla de reportes en las maquinarias, mantenimiento.	81
Tabla 41.	Tabla de registro de movimientos del producto.	82
Tabla 42.	Tabla de control de los niveles de satisfacción del cliente.	82
Tabla 43.	Costos fijos de la empresa.	83
Tabla 44.	Costos Variables.	83
Tabla 45.	Resumen de costos de las propuestas de capacitación.	85
Tabla 46.	Flujo de caja estimado con las mejoras de los procesos.	86
Tabla 47.	Periodo de recuperación de la inversión.	87
Tabla 48.	Calculo de la TIR, herramienta Excel.	88
Tabla 49.	Relación Beneficio/Costos.	89
Tabla 50.	Comprobación de la hipótesis	90
Tabla 51.	Presupuesto del proyecto.	91

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Fórmula de DPMO _____	20
Ecuación 2.	Fórmula del DPO. _____	21
Ecuación 3.	Fórmula YIELD. _____	21
Ecuación 4.	Fórmula del valor actual neto (VAN) _____	21
Ecuación 5.	Fórmula del PRI _____	22
Ecuación 6.	Fórmula del TIR _____	23
Ecuación 7.	Fórmulas para calcular el punto de equilibrio _____	24
Ecuación 8.	Fórmula del PEV _____	25
Ecuación 9.	Fórmula Costo/Beneficio _____	26

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TÍTULO:** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO.

**Autores:**

Achanga Campoverde Wagner Adrián  
Cedeño Alegría Wilmer Darío

**RESUMEN**

El proyecto que se desarrollará, titulado como: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO” se desarrolla en base a la idea que se presenta en la mayoría de las empresas, en mejorar sus procesos y esto a su vez mejorar el producto que se ofrece. Una de las herramientas que ofrecen un tipo de mejora, en los procesos de la empresa, es la metodología SIX SIGMA, la cual brinda la identificación de fallos en los procesos productivos y los analiza en busca de mejorar los procedimientos. Esta metodología es un poco ambiciosa en sus resultados, buscando obtener calidad en el producto hasta niveles de perfección altos, proponiendo en su más alto nivel, una cifra de 3.4 errores por millón de oportunidades. La idea de utilizar la herramienta SIX SIGMA, permitirá a los trabajadores de la empresa obtener conocimientos en el manejo de los procesos, guiándose en las propuestas de mejoras continuas y realizando una estimación o valoración de capacidades que se proponen adquirir, esperando también obtener un aumento de producción y de la calidad del producto.

**Palabras claves:** Mejoramiento de productividad, metodología, six sigma, ladrillos de arcilla.



# **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES- INDUSTRIAL ENGINEERING DEGREE**

**THEME:** PROPOSAL TO IMPROVE PRODUCTIVITY FOCUSED ON THE SIX SIGMA METHODOLOGY AT "LADRILLERA DE LAGO."

**Authors:** Achanga Campoverde Wagner Adrián  
Cedeño Alegría Wilmer Darío

### **ABSTRACT**

The project "PROPOSAL TO IMPROVE PRODUCTIVITY FOCUSED ON THE SIX SIGMA METHODOLOGY AT LA BRILLERA DE LAGO" aimed to present in most companies to improve their processes, and this, in turn, enhances the product that is offered. One of the tools that offer a type of improvement in company processes is the SIX SIGMA methodology, which identifies failures in production processes and analyzes them to improve procedures. This methodology is somewhat ambitious in its results, seeking to obtain quality in the product up to high perfection levels, proposing at its highest level a figure of 3.4 errors per million opportunities. The idea of using the SIX SIGMA tool will allow the company's workers to obtain knowledge in the management of the processes. They are guided by the proposals for continuous improvements and carrying out an estimation or assessment of the capacities they propose to acquire, hoping to obtain increased production and product quality.

**Keywords:** Productivity improvement, methodology, six sigma, clay bricks.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; ACHANGA CAMPOVERDE WAGNER ADRIÁN y CEDEÑO ALEGRÍA WILMER DARÍO**, cuyo título versa **“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO.”** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

**Lic. Mayra Clemencia Noroña Heredia Mg.**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0501955470**

18030279 Firmado  
35 VICTOR digitalmente por  
HUGO 1803027935  
ROMERO VICTOR HUGO  
GARCIA ROMERO GARCIA  
09:46:16 -05'00'

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA LADRILLERA DE LAGO.

**Fecha de inicio:**

25 DE MAYO DEL 2020

**Fecha de finalización:**

FEBRERO 2021

**Lugar de ejecución:**

LAGO AGRIO

**Facultad que auspicia:**

CIYA

**Carrera que auspicia:**

INGENIERIA INDUSTRIAL

**Proyecto de investigación vinculado:**

NO APLICA

**Equipo de Trabajo:**

ACHANGA CAMPOVERDE WAGNER ADRIAN

CEDEÑO ALEGRIA WILMER DARIO

**Área de Conocimiento:**

PRODUCCIÓN.

**Línea de investigación:**

PROCESOS INDUSTRIALES.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

- Producción para el desarrollo sostenible.
- Administración y gestión de la producción.
- Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos.
- Investigación de operaciones y de tecnología.

**2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

El presente trabajo de investigación, trata sobre el desarrollo del proceso de elaboración de ladrillos de arcilla en la empresa “Ladrillera de Lago”, ubicado en la provincia de Sucumbíos, cantón Lago Agrio, parroquia San Isidro, la misma que busca mejorar la calidad del ladrillo y de los procesos productivos.

Con el transcurso del tiempo los propietarios de la empresa ladrillera, ha visto la necesidad de mejorar sus productos a través de la implementación de nuevas técnicas y maquinarias, los mismos que permitirán mejorar el control de su producción para así poder disminuir la carga de trabajo y generar más utilidades para a empresa.

La finalidad del proyecto es mejorar la calidad del producto utilizando metodologías como la que utilizaremos, presentando los beneficios que nos ofrece el “SIX SIGMA”, para poder satisfacer la demanda del mismo en la zona y provincias aledañas ya que el ladrillo tiene mayor resistencia por ser un producto que se lo quema a más de 700° y posee más propiedades a la del bloque tradicional, y da un mayor realce a las construcciones y por tal motivo los clientes lo prefirieren con una buena calidad.

Se desea plantear una propuesta que sea viable y que beneficie a la empresa en la fabricación de ladrillos y asegure la calidad desde el inicio hasta el final del proceso productivo.

Finalmente se adoptará la comprobación de la mejora que se propone, la cual ayudará a tener un buen manejo del producto y así reducir los desperdicios y tiempo de cada uno de los procesos de fabricación de ladrillos, evitando el esfuerzo físico, reduciendo la fatiga a través de una buena distribución de la planta de producción y mejorando el tiempo utilizado en cada uno de los procesos de fabricación que se requiere en los ladrillos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Debido a la necesidad presentada en la mayoría de las empresas e instituciones en su afán de mejorar sus procesos y con eso también, la calidad de su producto, siempre existirá la demanda de realizar mejoras. Una de estas empresas tiene como nombre “Ladrillera de Lago”. La cual es una empresa que, por su corto recorrido en la fabricación de ladrillos, su producción viene teniendo varios problemas en el acabado y optimización de recursos, la empresa por el momento trabaja bajo pedidos y depende de varios factores como es el clima, la calidad del ladrillo, el tiempo de entrega, las medidas en los cuales está teniendo inconvenientes, ya que una gran cantidad de ladrillos salen con defectos que aún no se conoce sus causas.

Una vez presentado los motivos que nos llevaron a realizar este proyecto, se pretende desarrollar una propuesta de mejoramiento de la producción con el objetivo de conocer, medir y analizar las causas principales por los que la producción está teniendo este tipo de problemas que derivan en pérdidas para la empresa tanto en el ámbito económico como competitivo, ya que empresas con mayor experiencia tienen una producción más eficiente colocando su costo de producción por debajo del que tiene la empresa LADRILLERA DE LAGO, al finalizar este proyecto de investigación se espera como resultado, una mejora en la productividad y en la optimización de recursos que resultaran en ganancias para la empresa.

El principal beneficiario de este proyecto va a ser la empresa Ladrillera de Lago, tanto el propietario como los trabajadores que prestaran ayuda en la realización de los estudios pertinentes, otro de los beneficiarios indirectos va a ser la comunidad al poseer fuentes de trabajo y los habitantes consumidores de ladrillos artesanales de la provincia.

Actualmente se sienten la necesidad de realizar mejoras en el proceso que requiere para la fabricación de ladrillos, de forma más técnica y no empírica como se lo realizaba y lo realizan los productores pequeños e informales, debido a que existen nuevas e innovadoras técnicas de elaboración que hacen que la elaboración de ladrillo tenga una mejor calidad y que la producción de ladrillo sea más eficiente y continua, para tener control de su producto y brindar un buen servicio a los consumidores.

## 4. BENEFICIARIOS

El principal beneficiario de este proyecto es la empresa Ladrillera de Lago, la cual es una empresa familiar con 6 integrantes y sus 10 trabajadores y como beneficiarios indirectos vendrían a ser los clientes llegando a un total de 104 clientes.

**Tabla 1. Beneficiarios directos.**

<b>LADRILLERA DE LAGO</b>	
<b>Grupo</b>	<b>Población</b>
<b>Hombres</b>	14
<b>Mujeres</b>	2
<b>Total</b>	<b>16</b>

**Fuente:** Investigación de campo (Ladrillera de Lago)

**Elaborado por:** Achanga Wagner; Cedeño Wilmer

**Tabla 2. Beneficiarios indirectos.**

<b>PROVINCIA SUCUMBIOS Y ALEDAÑAS</b>	
<b>Grupo</b>	<b>Población</b>
<b>Hombres</b>	75
<b>Mujeres</b>	29
<b>Total</b>	<b>104</b>

**Fuente:** Investigación de campo (Ladrillera de Lago)

**Elaborado por:** Achanga Wagner; Cedeño Wilmer

## 5. PROBLEMA

Desde la prehistoria el ser humano ha usado arcilla y barro para la elaboración de artículos artísticos del hogar, religiosos y para la construcción. Tal es el caso del ladrillo, una pieza muy empleada para realizar edificaciones a nivel mundial. El ladrillo de adobe o arcilla fue uno de los primeros en emplearse, y era moldeado con las manos, con una especie de masa a la que se le daba forma y posteriormente se secaba bajo el sol.

Con el paso de los años, el trabajo con barro se ha desarrollado, producto de la inclusión de nuevas técnicas de elaboración, materiales y normas estéticas. De igual manera, el uso del

horno en sus diferentes modalidades, la utilización de la arcilla paso a industrializarse mejorando las cualidades del ladrillo.

La Ladrillera de Lago es una empresa familiar que comienza sus actividades en el año 2018, siendo una empresa pequeña, esta empieza con la elaboración de 4 tipos de ladrillo entre ellos se encuentran el macizo, macizo perforado, ladrillo hueco y ladrillo farol de 6 agujeros. Por lo cual la empresa no tiene una gran experiencia en la elaboración de ladrillos, ya que para su elaboración se necesita producto de buena calidad y cantidades exactas de material para su durabilidad y resistencia y al no tener experiencia ni un método eficiente de trabajo, por este motivo en la empresa existe una gran cantidad de desperdicios y un mal manejo de los materiales, los cuales conlleva que la empresa tenga una baja producción y su costo de producción se eleve lo cual la empresa competidora llevan una ventaja a la de fijar el precio de venta.

El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que no agrega valor al producto.

Ante esta realidad se propone plantear una propuesta para mejorar la productividad en la Ladrillera de Lago y disminuir los productos de mala calidad, para así poder tener competitividad y brindar un buen producto hacia los clientes.

### **5.1. Planteamiento del problema**

El problema está basado en una baja producción y desperdicio de material en la producción de ladrillo ya que no ha existido un análisis dentro de la empresa que permita conocer cuáles son las causas que originan estos problemas.

## **6. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Diseñar una propuesta de mejoramiento por medio de la metodología SIX SIGMA que permita el potenciamiento de los procesos y la calidad del producto en la empresa “Ladrillera de Lago”.

### Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los procesos de producción de ladrillos para la identificación de su problemática.
- Diseñar una propuesta de mejoramiento de productividad, utilizando la herramienta Six Sigma.
- Realizar un estudio de factibilidad vinculado al mejoramiento de los procesos.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 3. Actividades relacionadas con los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los procesos de producción de ladrillos para la identificación de su problemática.	Identificación de cada una de las áreas existentes en la producción de ladrillos.	Listado de áreas productivas.	Imágenes descriptivas.
	Realización de esquemas gráficos de procesos.	Esquemas gráficos de procedimientos.	Flujograma de los procesos.
	Observación de fallos y defectos.	Registro de falla potenciales.	Tablas registro de defectos por atributos, control P.
Diseñar una propuesta de mejoramiento de productividad, utilizando la herramienta Six Sigma.	Calculo de la capacidad de los procesos.	Desarrollo del cálculo.	Establecimiento de clase del proceso.
	Utilización de herramientas Six Sigma.	Valoración del nivel Six sigma	Tablas DPO. Tabla YIELD. Nivel Sigma.
	Desarrollo de la metodología para la mejora de	Estimación del mejoramiento de los procesos	Tablas de propuestas de mejoramiento.



	procesos.	productivos.	
Realizar un estudio de factibilidad vinculado al mejoramiento de los procesos.	Impactos de las mejoras propuestas.	Toma de decisión.	Descripción y análisis de los resultados obtenidos.
	Determinación de unidades mínimas a producir.	Número de unidades mínimas.	Gráfico de punto de equilibrio.
	Establecimiento de criterios de factibilidad.	Desarrollo de cálculos.	Gráficos del VAN, PRI, TIR, B/C.

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO

A continuación, se detallarán los argumentos científico técnico de la implementación del Six sigma los mismos que nos ayudarán con el conocimiento para poder realizar la presente investigación.

### 8.1 Historia del SIX SIGMA.

En Motorola fue donde empezó el six sigma. Mike Harry, ingeniero muy hábil, experto, lleno de confianza y conocedor de la estadística, se propuso estudiar las variaciones de los diversos procesos de Motorola. Pronto descubrió que las variaciones excesivas en un proceso causaban poca satisfacción de los clientes y falta de efectividad para satisfacer sus requisitos. Si bien el concepto de variación se puede expresar en forma estadística, no tiene por qué ser complicado (Eckes, 2004, pág. 20).

La historia de Six Sigma se inicia en Motorola cuando el ingeniero Mikel Harry comienza a influenciar a la organización para que se estudie la variación en los procesos (se enfocó en los conceptos de Deming), como una manera de mejorar los mismos. Estas variaciones son lo que estadísticamente se conoce como desviación estándar (alrededor de la media), la cual se representa por la letra griega sigma ( $\sigma$ ) (Maria, 2018, pág. 2).

Según **W. Edwards Deming** “Calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente” (Rosey, 2013).

## 8.2 Six Sigma

Esta metodología presenta la importancia de reducir la variación, los defectos y los errores en todos los procesos a través de una organización para así lograr aumentar la cuota de mercado, minimizar los costos e incrementar los márgenes de ganancia. Se pone énfasis a la explicación de una estrategia sobresaliente y de los elementos para implementar la Metodología (Definir el proceso, Medirlo, Analizar sus datos, mejorarlo y Controlarlo) para la reducción de la variabilidad y el logro de Seis Sigma (Fermín Gómez Fraile, 2003, pág. 42).

En pocas palabras, Six Sigma es un método basado en datos que examina los procesos repetitivos de las empresas y tiene por objetivo llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección. Es más, se propone una cifra: 3.4 errores o defectos por millón de oportunidades. Y se distingue de otros métodos en el hecho de que corrige los problemas antes que se presenten (ESAN, 2019).

Six Sigma constituye un modelo de gestión de calidad que también se conoce como DMAIC, siglas de las palabras en inglés: define, measure, analyze, improve y control. En español: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. (ESAN, 2019).

## 8.3 Pasos para implementar el Six Sigma.

El principal propósito del Six sigma es lograr la satisfacción de los clientes, en ese orden se enfoca en comprender sus necesidades, recolectar información, y por medio de un análisis estadístico encontrar oportunidades de mejora, una mejora consistente (LOPEZ, 2019).

Una vez implementado y logrado Six sigma el control de calidad se hace innecesario, dado que estamos hablando de procesos con los más altos niveles de desempeño, dado que Six sigma permite (LOPEZ, 2019).

- Asegurar la calidad en cada puesto de trabajo (control innecesario).
- Formar personas capaces de mejorar la calidad.
- Asegura la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios.
- Diseñar y desarrollar procesos, productos y servicios capaces (LOPEZ, 2019).

## 8.4 Principios de Six Sigma

Quizá una de las características más relevantes de Six sigma y que se contrasta fuertemente en la práctica, sea aquella de que la calidad se asegura en los procesos y no en las inspecciones. En ese orden la calidad se genera y se controla en los procesos; además de esta, Six sigma tiene otros principios, por ejemplo (LOPEZ, 2019):

- Debe capacitarse a todo el personal en Six sigma.
- La aplicación de Six sigma tiene un enfoque proactivo.
- Six sigma es una metodología sistemática y de herramientas estructuradas.
- Debe trabajarse desde las características críticas hasta asegurar todas las variables de los procesos (AMEF) (LOPEZ, 2019).

A continuación, las 5 fases que se aplican en esta metodología.

1. **Definir:** se procede a definir el proceso o los procesos, que serán objeto de evaluación por parte de la dirección de la empresa. También se define el equipo de trabajo que realizará el proyecto. Finalmente, se definen los objetivos de mejora (ESAN, 2019).
2. **Medir:** es importante entender el estado actual del problema o defecto por el que atraviesa el proceso objeto de mejora. Cada parte del proceso es clasificada y evaluada, identificándose las variables relacionadas con el mismo y se procede a medirlas (ESAN, 2019).
3. **Analizar:** se analizan e interpretan los resultados de la medición, contrastando la situación actual con el historial del proceso. Es aquí donde podemos averiguar las causas del problema (ESAN, 2019).
4. **Mejorar:** se realizan las acciones que se consideren necesarias para mejorar el proceso (ESAN, 2019).
5. **Control:** se aplican las medidas necesarias que garanticen la eficacia y continuidad del proceso, el mismo que será adecuado a los nuevos objetivos (ESAN, 2019).

## 8.5 Historia del ladrillo

Para conocer los orígenes del ladrillo, debes saber que la arquitectura nació en Oriente Medio. Lugar en que, paradójicamente, se carecía de materia prima adecuada para ello, como la piedra o la madera (CurioSfera Historias, 2020).

Fue allí donde, sin embargo, surgieron las primeras viviendas hace 10.000 años. Allí surgió la vida agrícola y la vida sedentaria (CurioSfera Historias, 2020). Ver gráfico 1.

**Gráfico 1. Ladrillos usados en la prehistoria**



**Fuente:** (CurioSfera Historias, 2020)

Se pensó entonces en construir viviendas permanentes, y al carecerse de piedra y madera se echó mano de otro tipo de materiales. Mesopotamia, lugar entre los ríos Tigris y Éufrates, era rica en valles fluviales abundantes en barro: allí nació el adobe o ladrillo sin cocer (CurioSfera Historias, 2020).

### **8.6 El ladrillo de adobe**

Los primeros ladrillos fueron de arcilla secada al sol, llamados adobe. Una de sus principales características era su fácil manejabilidad ya que podían colocarse con una sola mano. Al comienzo se fabricaban extrayendo barro del suelo, después lo mezclaban con agua y más tarde lo amasaban hasta darle una forma más o menos rectangular para luego secarlo al sol (SUMA, 2020). Ver gráfico 2.

**Gráfico 2. El ladrillo de adobe.**



**Fuente:** (Lanzadigital, 2016)

### **8.7 La cocción de ladrillos.**

El ladrillo cocido empezó a utilizarse hacia 3.500 a. C. Al cocerlos conseguían una resistencia parecida a la piedra, con la ventaja de que al ladrillo se le podía dar forma antes de cocerlo. Moldear ladrillos era más rápido y barato que tallar piedras. El ladrillo cocido pasó a ser un producto muypreciado. Al comienzo, debido a su coste, solo era utilizado para la construcción de templos y palacios. Los ladrillos cocidos podían llegar a costar 30 veces más que los de barro. Miles de años después, los ladrillos se empiezan a fabricar en serie con la utilización de hornos industriales (SUMA, 2020).

### **8.8 Introducción del esmaltado y decoración con ladrillos**

El imperio persa, que tuvo su apogeo en los siglos VI a. C. introdujo la técnica del esmaltado y sus ceramistas lograban obtener ladrillos decorativos para adornar los muros de edificios de gran importancia. En la técnica del ladrillo esmaltado los persas no utilizaban arcilla, sino arena y cal, que sometían a una primera cocción, tras la cual dibujaban el contorno de las figuras con esmalte azul y realizaban una nueva cocción; finalmente rellenaban el interior de las figuras con el color o colores elegidos y cocían los ladrillos por última vez. Estos ladrillos se caracterizaban por lograr brillos y colores llamativos, como rojo, azul y negro. Posteriormente surgió el arte mudéjar, en el cual el ladrillo ha sido considerado el material por excelencia, utilizándose tanto con fines decorativos como constructivos. Es un estilo artístico que se desarrolla en los reinos cristianos de la península ibérica, pero que incorpora influencias, elementos o materiales de estilo hispano-musulmán (SUMA, 2020).

### **8.9 Uso de hornos para la cocción de ladrillos**

Llegando a la Edad Contemporánea, la utilización de hornos revolucionó la producción de ladrillos en serie. Uno de los hornos más importantes de la historia tomó el nombre de su inventor, Friedrich Hoffman, arquitecto alemán, fabricante de materiales de construcción en Berlín y ganador de un premio por su desarrollo tecnológico en la Exposición Universal de 1867 (SUMA, 2020).

En los hornos ordinarios, la cocción se interrumpía mientras se enfriaban los ladrillos cocidos y se retiraban para reemplazarlos por otros. Con el horno Hoffman en cambio, se efectuaba simultáneamente la cocción, la introducción y la extracción de los materiales, lográndose además un ahorro de combustible considerable (SUMA, 2020).

### 8.10 El ladrillo hueco

El ladrillo hueco fue introducido en nuestro país a fines de los años 20 del siglo pasado. La característica de sus orificios pasantes en su interior, en sentido longitudinal, le permite reducir el material y el peso del ladrillo, facilitando su colocación y reduciendo su coste. Asimismo, las celdas de aire en su interior mejoran la performance de aislación termo acústica. Desde entonces, los fabricantes desarrollaron múltiples tipos de ladrillos huecos en diferentes medidas para distintas aplicaciones constructivas: ladrillos portantes, ladrillos de doble muro, ladrillos de cerramiento y ladrillos de techo (SUMA, 2020). Ver gráfico 3.

**Gráfico 3.** Ladrillo hueco fabricado por la Ladrillera de Lago.



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W

### 8.11 Ladrillo Macizo Perforado

Para que un ladrillo sea considerado perforado tiene que tener un mínimo del 10% de su superficie hueca, en menos proporción sería ladrillo macizo.

Su característica principal es la resistencia del tabique ya que el mortero penetra en las perforaciones verticales.

También es conocido como ladrillo liviano. Se utiliza en la albañilería interior y exterior con revestimiento (Ag, 2017). Ver gráfico 4.

**Gráfico 4. Ladrillo Macizo Perforado fabricado por la Ladrillera de Lago**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

### **8.12 Ladrillo macizo.**

Aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas (QUICHIMBO, 2010). Ver gráfico 5.

**Gráfico 5. Ladrillo macizo fabricado por la Ladrillera de Lago**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

### **8.13 Ladrillo tipo farol**

Los ladrillos tipo farol son realizados con la mezcla de arcilla y arena que luego de pasar por la maquina estructura salen 6 o 3 huecos dependiendo el molde elegido y con rayas en sus costados. Ver gráfico 6.

**Gráfico 6. Ladrillo farol fabricado por la Ladrillera de Lago**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

#### **8.14 Ladrillo tejar o manual**

Simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales (QUICHIMBO, 2010).

#### **8.15 Producción**

La definición generalmente aceptada de lo que se entiende por producción, desde el punto de vista económico, hace referencia a la idea de que la producción es todo tipo de proceso que incrementa la adecuación de los bienes para satisfacer las necesidades humanas. Este concepto abarca no solo el sentido estricto correspondiente al punto de vista técnico, sino también, con mayor amplitud, todo lo que facilita su utilización en cuanto al tiempo o al espacio (Fernández Tugores, 1987; Gravelle y Rees, 1992) (Sanchez, 2007, pág. 65).

Producción es, de manera general, el proceso de fabricar, elaborar u obtener productos o servicios. Como tal, la palabra proviene del latín *productiō, productiōnis*, que significa ‘generar’, ‘crear’ (Significados.com, 2013).

En este sentido, la producción forma parte de la actividad económica en general, y tiene la capacidad de generar un valor agregado tanto en los bienes como en los servicios, en especial cuando se les suma una nueva utilidad o mejoramiento, según sea el caso (Significados.com, 2013).

#### **8.16 Producción Industrial.**

Como producción industrial se designa aquella que se sirve de una serie de procesos, métodos y técnicas de tratamiento, transformación o modificación de las materias primas, con



intervención de mano de obra calificada y mediante el uso de maquinaria y tecnología, para la fabricación de un determinado bien o producto (Significados.com, 2013).

### **8.17 Flujograma.**

Es frecuente recoger en un flujograma la interrelación de las distintas funciones de un ciclo, pero de eso trataremos en el capítulo VII. La finalidad de estos flujogramas es contribuir a que con un golpe de vista se comprenda en el proceso observando qué función es proveedor o cliente de otra (Fernández, 2003, pág. 105).

Un flujograma o diagrama de flujo consiste en una figura o gráfico que representa una serie de procesos o un grupo de actividades por medio de símbolos.

Por tanto, la principal utilidad de un flujograma es que muestra de un solo vistazo un proceso que puede ser complejo.

De esta forma, cada persona implicada en él sabe cuál es su labor. Con esto se consigue incrementar la eficiencia y reducir las posibles incidencias (Economipedia, 2021).

### **8.18 Capacidad de proceso.**

El análisis de la capacidad de proceso es un paso básico dentro de cualquier programa de control de calidad. Su objetivo es tratar de analizar hasta qué punto pueden resultar conformes al proyecto los artículos producidos mediante un proceso. Este análisis proporciona una estimación de mayor nivel de calidad que puede lograr el proceso tal como se preparó (Bertrand L. Hansen, 1990, pág. 199).

**C<sub>p</sub>** quiere decir “Capacidad del Proceso” (Process Capability).

La “capacidad” a la que nos referimos es la que tiene el proceso para producir piezas de acuerdo con las especificaciones, es decir, dentro de los límites de tolerancia establecidos.

Para evaluar la capacidad de un proceso es necesario contar con suficientes muestras, por lo que el cálculo del **C<sub>p</sub>** se encuadra dentro de un estudio estadístico (Guerrero, 2017).

### **8.19 Minitab**

Herramienta estadística de fácil manejo, muy enfocada al análisis de datos y mejora de productos y servicios para implementar proyectos de control de calidad y Six Sigma (seis sigma). (addlink software científico, 2020).

Minitab Statistical Software es el único paquete que ofrece todos los métodos estadísticos adecuados:

- Estadística básica y avanzada
- Regresión y ANOVA
- SPC
- DOE - Diseño de experimentos
- Gage R&R
- Minitab Análisis de fiabilidad
- Tamaño de muestra y capacidad
- Series temporales y predicción
- Potente importación, exportación y manipulación de datos
- Lenguaje de macros (addlink software científico, 2020).

### **8.20 Gráfica de control por atributos**

Los diagramas de control por atributos constituyen la herramienta esencial utilizada para controlar características de calidad cualitativa, esto es, características no cuantificables numéricamente (Pablo Juan Verdoy, 2006, pág. 143).

Piensa en una característica de calidad basada en atributos como el cumplimiento con respecto a una especificación. Lo hacemos con variables discretas (Betancourt, 2016).

- **Gráfico p:** En él medimos el porcentaje de defectos por muestra. Por ejemplo si tenemos una muestra de 100 productos y 10 de ellos tienen al menos un defecto, hay una fracción defectuosa de 0,1. Este valor se ubica en el gráfico sobre el eje y (Betancourt, 2016).

### **8.21 Para qué sirve un diagrama de flujo.**


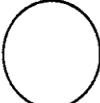


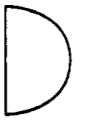
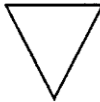
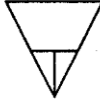

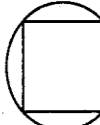
Cualquier organización por pequeña que sea tendrás varios procesos. Un diagrama de flujo ayudará a visualizar y mejorar estos procesos y en definitiva a llevar una mejor gestión empresarial.

Pero no cabe duda que si un diagrama de flujo es útil en una pequeña empresa imagínate lo esencial en que se puede convertir dentro de una organización con más 50 o 100 empleados.

Las organizaciones, entre más grandes, más complejos serán sus procesos y es aquí donde un diagrama de flujo representa una ayuda importantísima al reflejar visualmente y resumir una cantidad importante de pasos por las cuales se desarrolla cada uno de sus procesos (IVE Consultores, S/N).

## 8.22 Simbología del diagrama de flujo.

Gráfico 7. Simbología del diagrama de flujo.

ORIGEN		Para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
OPERACIÓN		Hay una operación cada vez que una forma o documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características, cuando se une o engrapa o cuando se desune o desengrapa, cuando se prepara para otra operación, transporte o almacenamiento.
INSPECCIÓN		Hay una inspección cada vez que una forma o documento es examinado para identificarlo o para verificar su cantidad, calidad o características. El resultado de esta inspección puede ser: a) Corregir inmediatamente los errores. b) Rechazar la forma o documento. c) Devolverlo para que el error sea corregido. d) Comparar con otro documento.
TRANSPORTE		Hay un transporte cada vez que una forma o documento se mueve, excepto cuando dicho movimiento es parte de una operación o de una inspección.
DEMORA		Ocurre una demora a una forma o documento cuando las condiciones de trabajo no permiten o requieren la ejecución de la siguiente acción planeada.
ALMACENAMIENTO		Ocurre un almacenamiento cuando una forma o documento es guardado o protegido contra un traslado no autorizado; cuando es archivado permanentemente.
ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ocurre una forma o documento se archiva o guarda transitoriamente, antes de continuar con el siguiente paso.
ACTIVIDADES COMBINADAS OPERACIÓN Y ORIGEN		Se considera esta actividad cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.
INSPECCIÓN Y OPERACIÓN		Se considera esta actividad cuando el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

Fuente: (IVE Consultores, S/N)

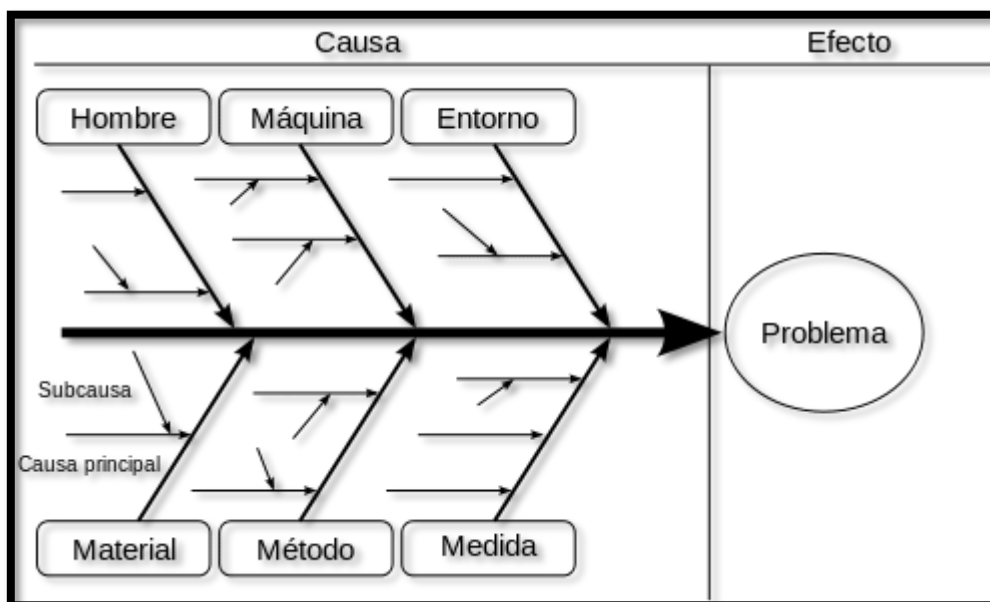
### 8.23 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden originar (Arnoletto, 2000, pág. 70).

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente (GEO Tutoriales, 2017).

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en sub-causas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado (GEO Tutoriales, 2017). Ver gráfico 8

**Gráfico 8.** Diagrama de Ishikawa



**Fuente:** (GEO Tutoriales, 2017)

### 8.24 Concepto del DPMO.

Lo primero que vale la pena considerar es que Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO) no es igual que Defectos Por Millón o Piezas Defectuosas por Millón; la diferencia radica en el concepto de Oportunidad (LOPEZ, 2019).

### 8.25 Significado de oportunidad.

Básicamente debemos considerar que una unidad de producción puede tener múltiples oportunidades de ser defectuosa (LOPEZ, 2019).

### 8.26 Pasos para determinar el DPMO.

El primer paso consiste en definir los criterios de calidad u oportunidades de defectos; luego se debe tomar una muestra representativa de unidades y medirlas respecto a los criterios de calidad (Lopez, 2019).

El DPMO se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

**Ecuación 1. Fórmula de DPMO**

$$DPMO = \frac{1000000 \times D}{U \times O}$$

Fuente: (LOPEZ, 2019).

*Dónde:*

$D$  = Número de defectos observados en la muestra.

$U$  = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra).

$O$  = Oportunidades de defectos por unidad (LOPEZ, 2019).

### 8.27 DPMO y Nivel Sigma

Dependiendo del nivel objetivo establecido como meta por la empresa se relaciona un DPMO, por ejemplo, en Six sigma el objetivo es lograr que el DPMO sea inferior a 3,4.

Una vez se ha obtenido el DPMO se puede hallar el desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del proceso, utilizando las siguientes fórmulas (LOPEZ, 2019):

**Ecuación 2. Fórmula del DPO.**

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

**Fuente:** (LOPEZ, 2019).

**Ecuación 3. Fórmula YIELD.**

$$Yield = (1 - DPO) \times 100$$

**Fuente:** (LOPEZ, 2019).

DPO = Defectos por oportunidad.

Yield = Desempeño del proceso.

**8.28 VAN**

El VAN recoge sus siglas de las palabras Valor Actual Neto, y es uno de los términos financieros más conocidos y empleados. Como se decía en la introducción, es un método que ayuda a conocer la rentabilidad del proyecto que se está trabajando y, si se tienen diversos proyectos en marcha, se puede emplear para saber qué opción es la más rentable de todos los trabajos que se están llevando a cabo (EAE Business School, 2018).

**8.29 Fórmula del valor actual neto (VAN)**

Se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. Ya que calculando el VAN de distintas inversiones vamos a conocer con cuál de ellas vamos a obtener una mayor ganancia (Morales, S/N).

**Ecuación 4. Fórmula del valor actual neto (VAN)**

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

**Fuente:** (Morales, S/N)

$F_t$  son los flujos de dinero en cada periodo  $t$

$I_0$  es la inversión realiza en el momento inicial ( $t = 0$ )

$n$  es el número de periodos de tiempo

$k$  es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son efectuales y en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- **VAN > 0:** El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- **VAN = 0:** El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- **VAN < 0:** El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

### 8.30 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)

El periodo de recuperación de la inversión - PRI - es uno de los métodos que en el corto plazo puede tener el favoritismo de algunas personas a la hora de evaluar sus proyectos de inversión. Por su facilidad de cálculo y aplicación, el Periodo de Recuperación de la Inversión es considerado un indicador que mide tanto la liquidez del proyecto como también el riesgo relativo pues permite anticipar los eventos en el corto plazo (C., 2006).

Es importante anotar que este indicador es un instrumento financiero que al igual que el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno, permite optimizar el proceso de toma de decisiones (C., 2006).

### 8.31 Fórmula del PRI

#### Ecuación 5. Fórmula del PRI

$$PRI = a + \frac{b - c}{d}$$

Fuente: (REYES, 2019)

- a = es el año inmediato anterior en que se recupera la inversión.
- b = Es la inversión Inicial.
- c = Es la suma de los flujos de efectivo hasta llegar al final del periodo a.
- d = Es el flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión (REYES, 2019).



### 8.32 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es el segundo de los métodos que analizaremos para descontar flujos de efectivo. Sin embargo, más que buscar un monto absoluto de dinero a valor presente, como en el análisis VPN, resolvemos para la tasa de interés que iguala el valor presente de los flujos de entrada y de salida (Paul G. Keat, 2004, pág. 573).

El **TIR** es la tasa máxima de descuento que se va a emplear para igualar el BNA a la inversión. este caso es un poco más complejo de entender ya que para calcularlo se necesita la inversión realizada y el flujo de caja neto proyectado. Su cálculo se realiza con la fórmula de VAN antes mencionada, pero cambiando este variable por un 0. Cabe mencionar que, mientras en el VAN una tasa alta indica rentabilidad, en el TIR el resultado debe ser lo contrario: cuanto más pequeño sea más rentabilidad se obtendrá (EAE Business School, 2018).

### 8.33 Pasos para calcular la TIR.

También se puede definir basándonos en su cálculo, la TIR es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero (Arias, S/N):

**Ecuación 6. Fórmula del TIR**

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

**Fuente:** (Arias, S/N)

$F_t$  son los flujos de dinero en cada periodo  $t$

$I_0$  es la inversión realiza en el momento inicial ( $t = 0$ )

$n$  es el número de periodos de tiempo (Arias, S/N)

El criterio de selección será el siguiente donde “ $k$ ” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- **Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado.** En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

- **Si  $TIR = k$ , estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero.** En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- **Si  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse.** No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión (Arias, S/N)

### 8.34 Punto de Equilibrio.

El punto de equilibrio, es considerado un instrumento de análisis, el cual las empresas usan para estudiar una variedad de elementos. Se entiende como el nivel de igualdad, donde las transacciones totales de la compañía están en equidad con los valores totales de la empresa, es decir su equilibrio se encuentra en donde no pierde ningún dinero, pero tampoco se gana. Este estudio ayuda a los gerentes a evaluar la información detallada, utilizando los precios que son variables y los que permanecen fijos los cuales son expuestos según la conveniencia de la institución y de igual manera son tomados para aumentar las ganancias por medio de las enajenaciones anteriormente pautadas (Riquelme, 2016).

Básicamente el punto de equilibrio se constituye por medio de diagramas o gráficos el cual presenta los vínculos o correlación de la rentabilidad de los diferentes niveles de las ventas, en donde el ingreso cubre los costos, dando lugar a lo que se considera equilibrio, en el que no encuentras los beneficios, pero tampoco obtienes pérdidas (Riquelme, 2016).

### 8.35 Fórmulas para calcular el punto de equilibrio

1.- De la primera fórmula se expresa la cantidad de productos por unidad debe transaccional para que la organización se encuentre en equilibrio.

**Ecuación 7. Fórmulas para calcular el punto de equilibrio**

$$PQE(\text{unidades}) = \frac{\text{Costos Fijos (CF)}}{PV - CVU}$$

**Fuente:** (Riquelme, 2016)

2.- Y la segunda al igual de la primera busca tener equidad, pero en este caso evalúa cuanto es necesario obtener en valores monetarios lo recaudado de las ventas realizadas diariamente en la institución.

**Ecuación 8. Fórmula del PEV**

$$PEV(\text{valores}) = \frac{\text{Costos Fijos (CF)}}{1 - \frac{CVU}{PV}}$$

**Fuente:** (Riquelme, 2016)

Dónde:

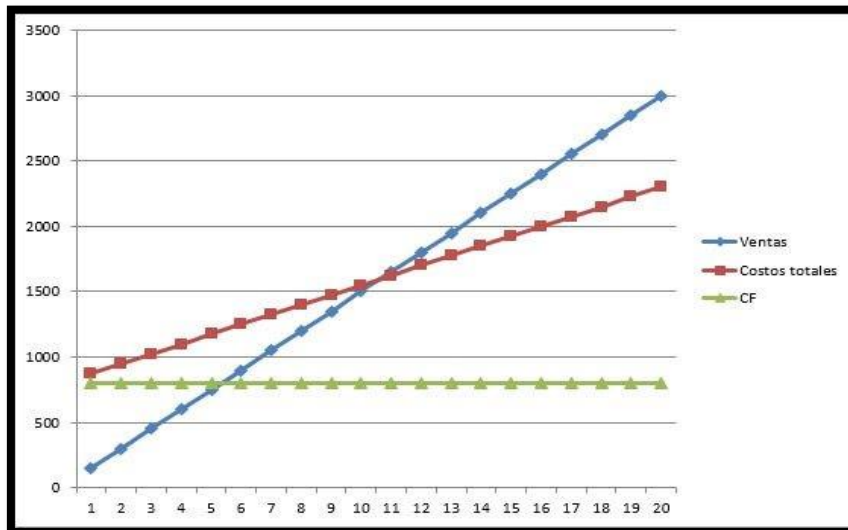
**CF:** Costos Fijos

**PV:** Precio de venta del producto

**CVU:** Costo Variable unitario

Ver gráfico 9.

**Gráfico 9. El punto de equilibrio gráficamente**



**Fuente:** (Riquelme, 2016)

Por medio de una gráfica de la imagen de más abajo se representa el punto de equilibrio, en donde en el eje de las abscisas o X muestra las cantidades vendidas y en el eje de las ordenadas o Y presenta los ingresos (ventas) (Riquelme, 2016).

### 8.36 Relación costo beneficio.

La relación costo-beneficio es una herramienta financiera que compara el costo de un producto versus el beneficio que este entrega para evaluar de forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra (Significados.com, 2017).

### 8.37 Fórmula Costo/Beneficio

**Ecuación 9. Fórmula Costo/Beneficio**

$$C/B = \frac{\text{ingresos totales netos}}{\text{costos totales}}$$

**Fuente:** (Significados.com, 2017)

- Si el análisis de la relación C/B es mayor a 1 significa que es rentable, mientras que si es igual o menor a 1 indica que no es rentable.

## 9 HIPÓTESIS

¿El análisis de la productividad en la empresa Ladrillera de Lago objeto de estudio permitirá conocer si la empresa necesita una propuesta para mejorar la productividad y calidad de su producto?

## 10 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### Tipo de proyecto:

**Proyecto de graduación Investigativo:** Es del tipo de investigación técnica, en la cual identificaremos, evaluaremos y se hará la mejora de un proceso productivo siendo necesario el cálculo eficiente con la ayuda de la metodología Six Sigma en la Ladrillera de Lago.

**Propósito del proyecto de investigación:** Se desea realizar una propuesta para el mejoramiento de la calidad en los procesos productivos, debido a que en la empresa se ve obligado a mejorar su producto y así poder cumplir las expectativas del cliente.

### 10.1 Métodos y técnicas.

Estas son las herramientas de investigación que nos ayudarán al desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

**El método aplicativo:**

Es el tipo de método en el cual nos enfocaremos en la resolución de los problemas específicos que ya se han definido como potenciales y que se presentan en el proceso productivo. Se basa específicamente en la resolución de problemas que se presentan en el día a día de forma eficiente.

**El método Analítico:**

Este método se utilizará para recopilar información relevante sobre un tema en concreto, analizarlo y luego presentar soluciones necesarias que nos facilitará el desarrollo del proyecto de manera que sea comprensible a la vista del lector.

Este método también nos permitió separar y estudiar a cada uno de los procedimientos que forman parte del proceso para la elaboración de ladrillos.

**10.2 TÉCNICAS**

**Observación de campo:** Esta técnica es la de mayor relevancia y nos servirá de ayuda para identificar los defectos, que se puedan presentar en la elaboración del producto, de acuerdo a una guía de observación pre establecida adjunta en los anexos.

**10.3 HERRAMIENTAS**

**Hojas de registros:** Esta herramienta nos ayudara a recopilar y plasmar información relevante del proceso de fabricación de ladrillos para así darle la solución necesaria de una manera rápida y sencilla.

**Tabla 4. Técnicas y herramientas a utilizar en la investigación.**

TÉCNICAS:	Observación de campo.
HERRAMIENTAS:	Hojas de registros.

**Elaborado por:** Achanta W. Cedeño W.

## 11 DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)

### FASE 1, DEFINIR.

#### 11.1 Identificación de cada una de las áreas existentes.

##### Área de almacenamiento de materia prima.

En esta área se receipta y almacena la materia prima, (arcilla roja y arena) las cuales serán utilizadas para la elaboración del ladrillo, se encuentra bajo una cubierta para que no se humedezca el material. Ver gráfico 10.

Gráfico 10. Área de almacenamiento de Ladrillera de Lago.



Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

##### Área de producción.

En el área de producción sin duda es la más importante en la cual se inspecciona la calidad de la materia prima y se procede a proveer a la banda transportadora y simultáneamente a la mezcladora y compactadora, de donde salen los ladrillos en baguett, para luego ser cortados en piezas. Ver gráfico 11.

**Gráfico 11. Área de producción de Ladrillera de Lago.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

### Área de secado

Una vez que el ladrillo este en su forma y tamaño correcto pasa al área de secado donde demora aproximadamente 11 días para llegar al punto de secado y compactado el ladrillo y así estar listo para ser llevado al horno Ver gráfico 12.

**Gráfico 12. Área de secado de Ladrillera de Lago**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

### Área de quemado

El último paso para que el ladrillo este en su estado terminal es el quemado del mismo el cual se ingresan al horno, ya anteriormente secados los cuales son quemados con leña por 72h y luego se procede a sacarlos. Ver gráfico 13.

**Gráfico 13. Área de quemado de Ladrillera de Lago.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

### Área de ventas

Luego de sacar el ladrillo del horno se procede a llevarlo al área de ventas del ladrillo el cual es exhibido al público. Ver gráfico 14.

**Gráfico 14. Área de ventas de Ladrillera de Lago.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

## 11.2 Esquemas gráficos de los procesos

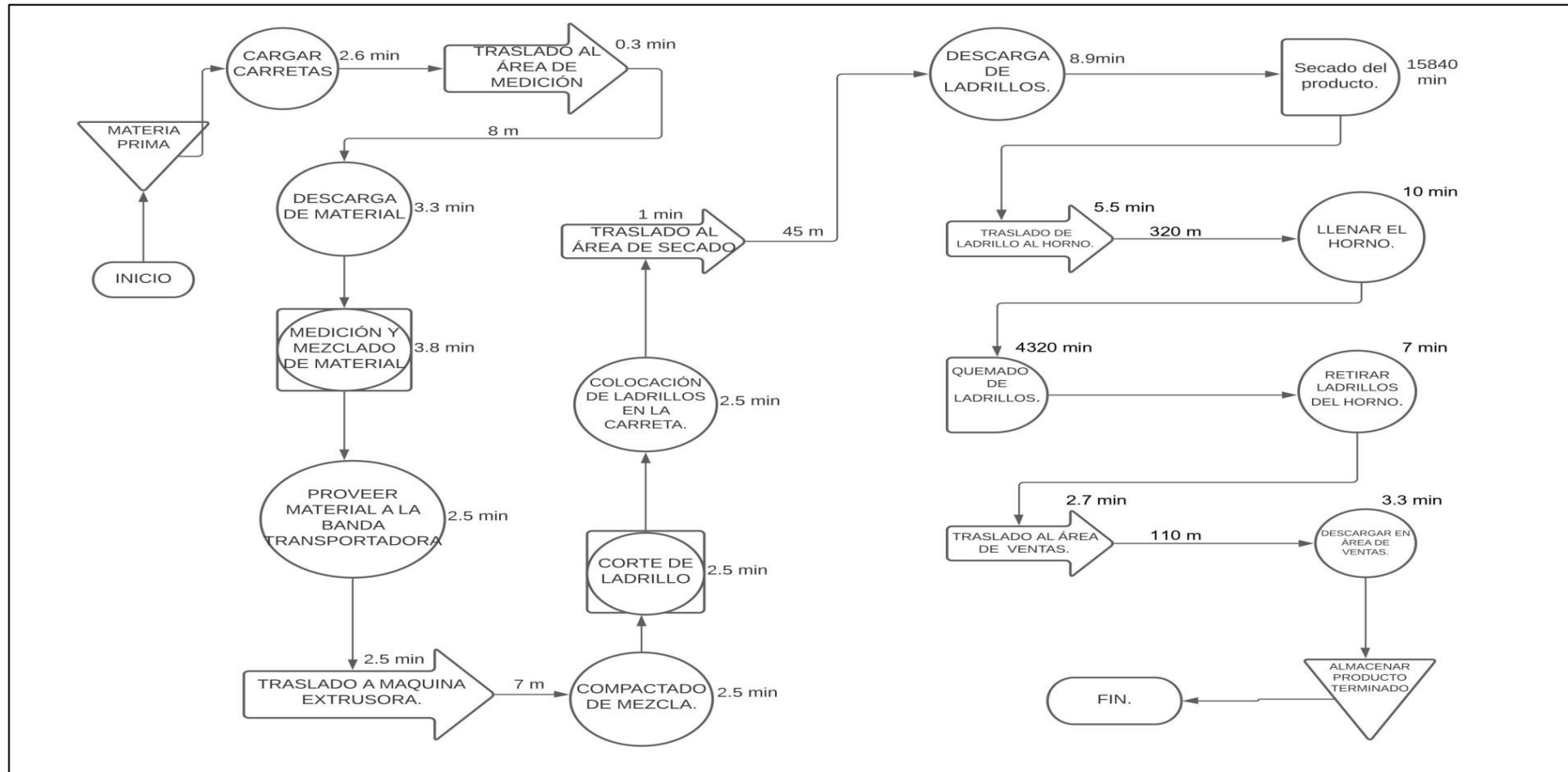
Para producir el ladrillo el personal labora 8 horas diarias en las que producen un total de 14 lotes diarios, cada lote tiene un total de 76 unidades que son producidas en 35 minutos, una vez el ladrillo llega al área de secado demora 11 días en secarse para luego ser trasladado al horno donde se procede a quemarlo durante 3 días.

Cabe recalcar que en el área de secado y quemado el cálculo se lo realiza por las 24 horas que tiene el día.

La capacidad del horno son 10000 ladrillos por quema por lo que se deben producir 126 lotes para cubrir con la capacidad. Ver gráfico 15.




Gráfico 15. Flujograma de Procesos de la Ladrillera de Lago



Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Tabla 5. Resumen de flujograma de la Ladrillera de Lago

Resumen				
Símbolo	Numero	Distancia	Tiempo(min) x 126 lotes	Tiempo(min)
	9		39.9 x 126	5027
	2			
	3	490 m	12 x 126	1512
	2			20160
	-			
	2		6,3 x 126	793,8
<b>Distancia total</b>		490 m		
<b>Tiempo total</b>				27492,8 min

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

**Nota:** Estos cálculos que se están realizando es con relación al primer mes de producción de la empresa, ya que en los 14 días que el ladrillo demora en el área de secado y quemado el personal continua produciendo para una nueva quema motivo por el cual desde el segundo mes la empresa realiza 2 quemas mensuales dando un total de 20000 ladrillos cada mes en el periodo actual.

## FASE 2, MEDIR.

### 11.3 Determinación de fallos y defectos.

#### Cálculo del tamaño de muestra de aceptación.

Este cálculo nos ayudará a determinar el número de lotes que se deben inspeccionar para obtener un nivel de confianza en los resultados que investigaremos.

Este tipo de cálculo realizaremos conforme al estimado del número de lotes que se necesitan para completar un ciclo de procedimiento. Incluso se puede decir que es el número de lotes

que se necesita para completar la capacidad del horno. Recordando que un lote de producción tienen 76 unidades.

**Tabla 6. Cálculo del tamaño de la muestra.**

n= muestreo aceptación	$\frac{N * P * Q * Z^2}{(N + d^2) + (Z^2 * P * Q)}$
N	Cantidad de unidades
P	Probabilidad de éxito = 0,05
d <sup>2</sup>	Nivel de precisión estipulado= (0,05) <sup>2</sup>
Z <sup>2</sup>	Nivel de confianza= 1,96 <sup>2</sup>
Q	Probabilidad de fracaso= (1-P)= (1-0,05)=0,95

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Realizamos el cálculo del número de unidades en la producción:

- 76 unidades en un lote, lo cual se demoran 35min.
- En el día nos da un total de 14 lotes que son en 8hrs de producción.
- Para completar la capacidad del horno que son hasta 10000 unidades, es un total de **126 lotes.**

Con estos datos calcularemos la cantidad de lote requerido como muestra para determinar defectos en los productos.

$$n = \frac{10000 * 0,05 * 0,95 * 1,96^2}{(10000 + 0,05^2) + (1,96^2 * 0,05 * 0,95)}$$

$$n = \frac{1824,76}{25,18}$$

$$n = 72,5$$

$$n = 73 \text{ unidades}$$

### **Toma de muestras en hoja de registro.**

#### **Ladrillo macizo.**

Calcularemos los defectos presentados en la producción de los ladrillos macizos, en un lote correspondiente a un número de 76 ladrillos, lo cual es la cantidad que se transporta en una carreta que es empujada por un tractor pequeño.

- Toma de 1 muestra de producción de 76 unidades, inspeccionadas en diferentes lotes aleatorios de los ladrillos macizos.
- En la tabla de a continuación, se la puede interpretar con valor de (0) en caso de que no se encuentre ningún defecto según los requerimientos, y si el valor es de (1) representa que se encontró ese tipo de defecto en la unidad inspeccionada. Además de que si en la unidad se encuentra un defecto, esta no será aceptada.

**Tabla 7. Hoja de registro de defectos en ladrillos macizos, según sus atributos.**

Muestra	Tamaño	Solidificación	Grietas	Deformaciones	Total	Se acepta
1	0	0	0	0	0	SI
2	0	0	0	0	0	SI
3	0	0	0	0	0	SI
4	0	0	0	0	0	SI
5	0	0	0	0	0	SI
6	0	0	0	0	0	SI
7	0	0	0	0	0	SI
8	0	0	0	0	0	SI
9	0	0	0	0	0	SI
10	0	0	0	0	0	SI
11	1	0	1	1	3	NO
12	0	0	0	0	0	SI
13	0	0	0	0	0	SI
14	0	0	0	0	0	SI
15	0	0	0	0	0	SI
16	0	0	0	0	0	SI
17	1	0	0	1	2	NO
18	0	0	0	0	0	SI
19	0	0	0	0	0	SI
20	0	1	0	1	2	NO
21	0	0	0	0	0	SI
22	0	0	0	0	0	SI
23	0	0	0	0	0	SI
24	0	0	0	0	0	SI
25	1	0	1	1	3	NO
26	0	0	0	0	0	SI
27	0	0	0	0	0	SI
28	0	1	0	1	2	NO
29	0	0	0	0	0	SI
30	0	0	0	0	0	SI
31	0	0	0	0	0	SI
32	0	0	0	0	0	SI
33	0	0	0	0	0	SI

34	1	0	0	0	1	NO
35	0	0	0	0	0	SI
36	0	0	0	0	0	SI
37	0	0	0	0	0	SI
38	0	0	0	0	0	SI
39	0	0	0	0	0	SI
40	0	0	0	0	0	SI
41	0	0	0	0	0	SI
42	0	0	0	0	0	SI
43	0	0	0	0	0	SI
44	0	0	0	0	0	SI
45	0	0	0	0	0	SI
46	0	0	0	0	0	SI
47	0	0	0	0	0	SI
48	0	0	0	0	0	SI
49	0	0	0	0	0	SI
50	0	0	0	0	0	SI
51	0	0	0	0	0	SI
52	0	0	0	0	0	SI
53	0	0	0	0	0	SI
54	0	0	0	0	0	SI
55	0	0	0	0	0	SI
56	0	0	0	0	0	SI
57	0	0	0	0	0	SI
58	0	0	0	0	0	SI
59	0	0	0	0	0	SI
60	0	0	0	0	0	SI
61	1	0	0	0	1	NO
62	0	0	0	0	0	SI
63	1	0	0	0	1	NO
64	0	0	0	0	0	SI
65	0	0	0	0	0	SI
66	0	0	0	0	0	SI
67	0	0	0	0	0	SI
68	1	0	0	1	2	NO
69	0	0	0	0	0	SI
70	0	0	0	0	0	SI
71	1	0	1	0	2	NO
72	0	0	0	0	0	SI
73	0	0	0	0	0	SI
74	1	0	0	1	2	NO
75	0	0	0	0	0	SI
76	0	0	0	0	0	SI

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Nos quedarían una cantidad de 9 unidades no aceptadas.

Puede realizarse un gráfico de control por atributos, para visualizar si el proceso de realizar ladrillos macizos se encuentra controlado.

Para ello utilizamos los defectos por atributos encontrados en la muestra e inspeccionados por unidad.

**Tabla 8. Control proporcional de defectos en ladrillos macizos.**

Atributo Muestra		Tamaño de muestra	Artículos defectuosos	Proporción (W) <i>Artículos defect / tamaño de muestr</i>
1	Tamaño	76	9	0,118
2	Solidificación	76	2	0,026
3	Grietas	76	3	0,039
4	Deformación	76	6	0,079
Promedio n		76	Promedio W	0,066

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

En base a la ley empírica podemos obtener los límites de control superior e inferior.

Dónde:  $p + \sigma - 3\sigma W$

$$p' + o - 3 = \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$$

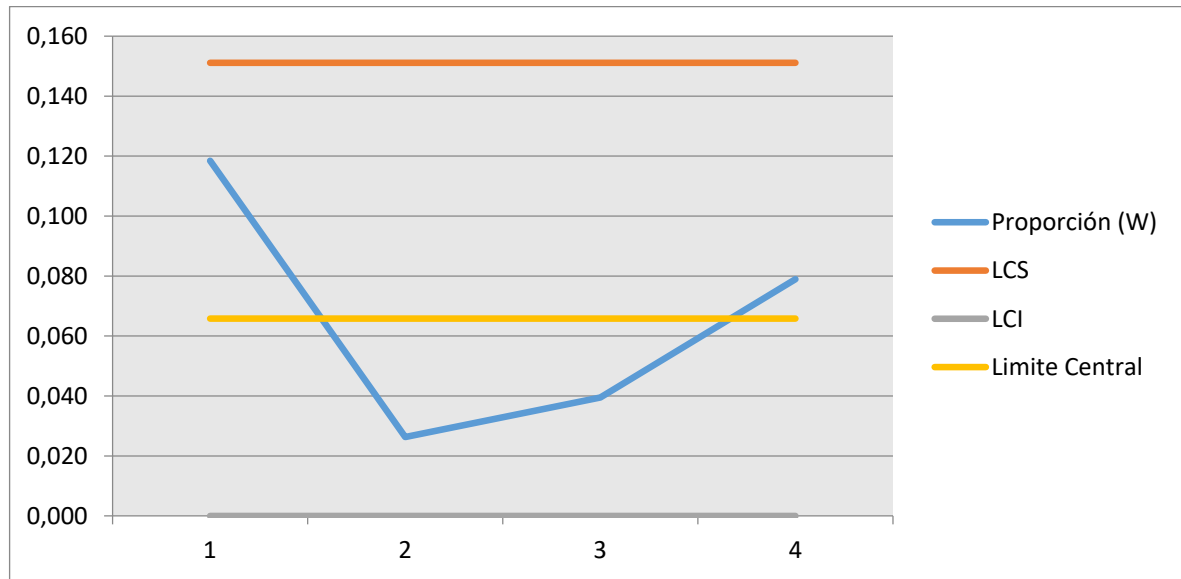
**Tabla 9. Límites de control proporcional en ladrillos macizos.**

Límite de Control Superior	Límite de Control Inferior
$LCS = w + 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$ $LCS = 0,066 + 3 \sqrt{\frac{0,066 * (1 - 0,066)}{76}}$ $LCS = 0,150$	$LCS = w - 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$ $LCS = 0,066 - 3 \sqrt{\frac{0,066 * (1 - 0,066)}{76}}$ $LCS = -0,188$ <p>El limite negativo pasa a valor de 0.</p>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Graficando los resultados obtenemos:

**Gráfico 16. Control proporcional de defectos en ladrillos macizos.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Se puede concluir que aunque las líneas se encuentren dentro de los límites, también se observa que se debe tener mayor enfoque en cuidar que el producto no presente tantos defectos en el “tamaño y deformación”. Aunque las variaciones sean mínimas, se requieren de control en los procesos.

### **Ladrillo macizo perforado**

Calcularemos los defectos presentados en la producción de los ladrillos macizos perforados, en un lote correspondiente a un número de 76 ladrillos, lo cual es la cantidad que se transporta en una carreta que es empujada por un tractor pequeño.

- Toma de 5 muestras de producción, inspeccionadas en diferentes lotes aleatorios de los ladrillos macizos perforados.
- En la tabla de a continuación, se la puede interpretar con valor de (0) en caso de que no se encuentre ningún defecto según los requerimientos, y si el valor es de (1) representa que se encontró ese tipo de defecto en la unidad inspeccionada. Además de que si en la unidad se encuentra un defecto, esta no será aceptada.

Tabla 10. Hoja de registro de defectos en ladrillos macizos perforados.

Muestra	Tamaño	Solidificación	Grietas	Deformaciones	Total	Se acepta
1	0	0	0	0	0	SI
2	0	0	0	0	0	SI
3	0	0	0	0	0	SI
4	0	1	0	0	1	NO
5	0	0	0	0	0	SI
6	0	0	0	0	0	SI
7	1	0	0	1	2	NO
8	0	0	1	1	2	NO
9	0	0	0	0	0	SI
10	0	0	0	0	0	SI
11	1	0	0	1	2	NO
12	0	0	0	0	0	SI
13	0	0	0	0	0	SI
14	0	0	0	0	0	SI
15	0	0	0	0	0	SI
16	0	0	0	0	0	SI
17	0	0	0	0	0	SI
18	0	0	0	0	0	SI
19	0	0	0	0	0	SI
20	0	0	0	0	0	SI
21	1	1	1	0	3	NO
22	0	0	0	0	0	SI
23	0	0	0	0	0	SI
24	0	0	0	0	0	SI
25	0	0	0	0	0	SI
26	0	0	0	0	0	SI
27	0	0	0	0	0	SI
28	0	0	0	0	0	SI
29	0	0	0	0	0	SI
30	0	0	0	0	0	SI
31	0	0	0	0	0	SI
32	0	0	0	0	0	SI
33	0	0	0	0	0	SI
34	0	0	0	0	0	SI
35	0	0	0	0	0	SI
36	0	0	0	0	0	SI
37	0	0	0	0	0	SI
38	0	0	0	0	0	SI
39	0	0	0	0	0	SI
40	1	0	0	1	2	NO
41	0	0	0	0	0	SI
42	0	0	0	0	0	SI



43	0	0	0	0	0	SI
44	0	0	0	0	0	SI
45	0	0	0	0	0	SI
46	0	0	0	0	0	SI
47	0	0	0	0	0	SI
48	0	0	0	0	0	SI
49	0	0	0	0	0	SI
50	0	0	0	0	0	SI
51	0	0	0	0	0	SI
52	0	1	1	0	2	NO
53	0	0	0	0	0	SI
54	0	0	0	0	0	SI
55	0	0	0	0	0	SI
56	0	0	0	0	0	SI
57	0	0	0	0	0	SI
58	0	0	0	0	0	SI
59	0	0	0	0	0	SI
60	0	0	0	0	0	SI
61	0	0	0	0	0	SI
62	0	0	0	0	0	SI
63	0	0	0	0	0	SI
64	0	0	0	0	0	SI
65	0	0	0	0	0	SI
66	0	0	0	0	0	SI
67	1	1	0	1	3	NO
68	0	0	0	0	0	SI
69	0	0	0	0	0	SI
70	0	0	0	0	0	SI
71	0	0	0	0	0	SI
72	0	0	0	0	0	SI
73	1	1	1	1	4	NO
74	0	0	0	0	0	SI
75	0	0	0	0	0	SI
76	0	0	0	0	0	SI

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Puede realizarse un gráfico de control por atributos, para visualizar si el proceso de realizar ladrillos macizos perforados se encuentra controlado.

Para ello utilizamos los defectos por atributos encontrados en la muestra e inspeccionados por unidad.

**Tabla 11. Control proporcional de defectos en ladrillos macizos perforados.**

Atributo Muestra		Tamaño de muestra	Artículos defectuosos	Proporción (W) <i>Artículos defect / tamaño de muestr</i>
1	Tamaño	76	6	0,079
2	Solidificación	76	5	0,066
3	Grietas	76	4	0,053
4	Deformación	76	6	0,079
Promedio <b>n</b>		76	Promedio <b>W</b>	0,069

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

En base a la ley empírica podemos obtener los límites de control superior e inferior.

Dónde:  $p + \sigma - 3\sigma W$

$$p' + o - 3 = \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$$

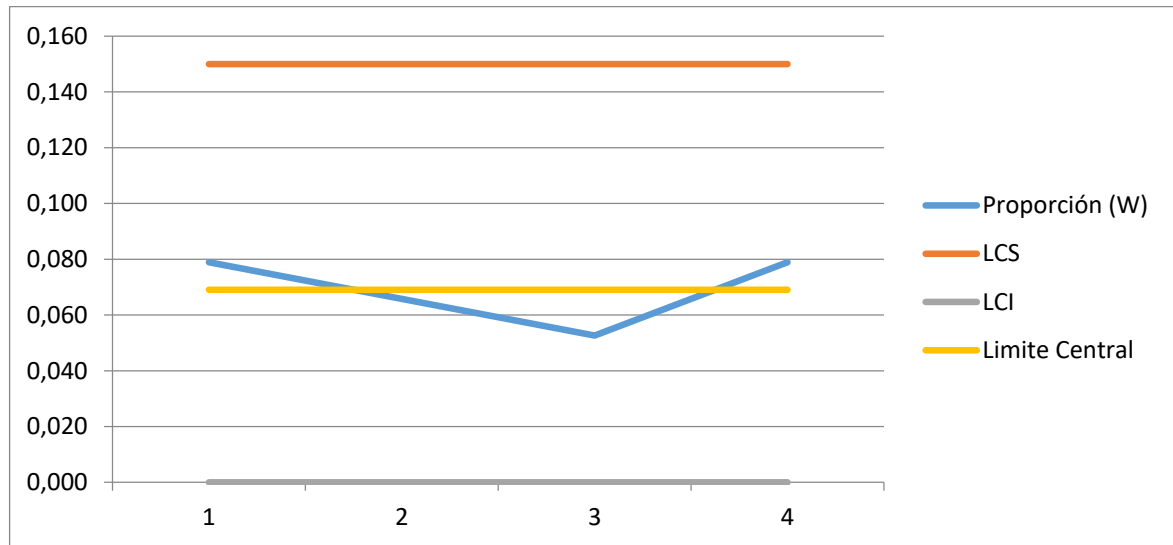
**Tabla 12. Límites de control proporcional en ladrillos macizos perforados.**

Límite de Control Superior	Límite de Control Inferior
$LCS = w + 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$ $LCS = 0,069 + 3 \sqrt{\frac{0,069 * (1 - 0,069)}{76}}$ $LCS = 0,155$	$LCS = w - 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$ $LCS = 0,069 - 3 \sqrt{\frac{0,069 * (1 - 0,069)}{76}}$ $LCS = -0,017$ <p>El limite negativo pasa a valor de 0.</p>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Graficando los resultados obtenemos:

**Gráfico 17. Control proporcional de defectos en ladrillos macizos.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Se puede concluir que aunque las líneas se encuentren dentro de los límites, también se observa que se debe tener mayor enfoque en cuidar que el producto no presente tantos defectos en el “tamaño y grietas”. Aunque las variaciones sean mínimas en los otros atributos, también se requieren de control en los procesos.

### **Ladrillo 3 huecos.**

Calcularemos los defectos presentados en la producción de los ladrillos huecos, en un lote correspondiente a un número de 76 ladrillos, lo cual es la cantidad que se transporta en una carreta la cual es empujada por un tractor pequeño.

- Toma de 5 muestras de producción, inspeccionadas en diferentes lotes aleatorios de los ladrillos 3 huecos.
- En la tabla de a continuación, se la puede interpretar con valor de (0) en caso de que no se encuentre ningún defecto según los requerimientos, y si el valor es de (1) representa que se encontró ese tipo de defecto en la unidad inspeccionada. Además de que si en la unidad se encuentra un defecto, esta no será aceptada.

Tabla 13. Hoja de registro de defectos en ladrillos 3 Huecos.

Muestra	Tamaño	Solidificación	Grietas	Deformaciones	Labrado	Total	Se acepta
1	0	0	0	1	1	2	NO
2	0	0	0	0	0	0	SI
3	0	0	0	0	0	0	SI
4	0	0	0	0	0	0	SI
5	1	1	0	0	0	2	NO
6	0	0	0	0	0	0	SI
7	0	0	0	0	0	0	SI
8	0	0	1	1	0	2	NO
9	0	0	0	0	0	0	SI
10	0	0	0	0	0	0	SI
11	0	0	0	0	0	0	SI
12	1	0	0	0	0	1	NO
13	0	0	0	0	0	0	SI
14	0	0	0	0	0	0	SI
15	0	0	0	0	0	0	SI
16	0	0	0	0	0	0	SI
17	0	0	0	0	0	0	SI
18	0	0	0	0	0	0	SI
19	0	0	0	0	0	0	SI
20	0	0	0	0	0	0	SI
21	0	0	0	0	0	0	SI
22	0	0	0	0	0	0	SI
23	0	1	0	0	0	1	NO
24	0	0	0	0	0	0	SI
25	0	0	0	0	0	0	SI
26	0	0	0	0	0	0	SI
27	0	0	0	0	0	0	SI
28	0	0	0	0	0	0	SI
29	0	0	0	0	0	0	SI
30	0	0	0	0	0	0	SI
31	0	0	0	0	0	0	SI
32	0	0	0	0	0	0	SI
33	0	0	0	0	0	0	SI
34	0	0	0	0	0	0	SI
35	0	0	0	0	0	0	SI
36	0	0	0	0	0	0	SI
37	0	0	0	0	0	0	SI
38	0	0	0	0	0	0	SI
39	0	0	0	0	0	0	SI
40	0	0	0	0	0	0	SI
41	0	0	0	0	0	0	SI
42	0	0	0	0	0	0	SI

43	0	0	0	0	0	0	SI
44	0	0	0	0	0	0	SI
45	0	0	0	0	0	0	SI
46	0	0	0	0	0	0	SI
47	0	0	0	0	0	0	SI
48	1	0	0	0	0	1	NO
49	0	0	0	0	0	0	SI
50	0	0	0	0	0	0	SI
51	0	0	0	0	0	0	SI
52	0	0	0	0	0	0	SI
53	0	0	0	0	0	0	SI
54	0	0	0	0	0	0	SI
55	0	0	0	1	1	2	NO
56	0	0	0	0	0	0	SI
57	0	0	0	0	0	0	SI
58	0	0	0	0	0	0	SI
59	0	0	0	0	0	0	SI
60	0	0	0	0	0	0	SI
61	0	0	0	0	0	0	SI
62	0	1	1	0	1	3	NO
63	0	0	0	0	0	0	SI
64	0	0	0	0	0	0	SI
65	1	0	0	0	0	1	NO
66	0	0	0	0	0	0	SI
67	0	0	0	0	0	0	SI
68	0	0	0	0	0	0	SI
69	0	0	0	0	0	0	SI
70	0	0	0	0	0	0	SI
71	0	0	0	0	0	0	SI
72	0	0	0	0	0	0	SI
73	1	1	0	0		2	NO
74	0	0	0	0	0	0	SI
75	0	0	0	0	0	0	SI
76	0	0	0	0	0	0	SI

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Nos quedarían una cantidad de 10 unidades no aceptadas.

Puede realizarse un gráfico de control por atributos, para visualizar si el proceso de realizar ladrillos de 3 huecos se encuentra controlado.

Para ello utilizamos los defectos por atributos encontrados en la muestra e inspeccionados por unidad.

**Tabla 14. Control proporcional de defectos en ladrillos 3 Huecos.**

Atributo Muestra		Tamaño de muestra	Artículos defectuosos	Proporción (W)
1	Tamaño	76	5	0,066
2	Solidificación	76	4	0,053
3	Grietas	76	2	0,026
4	Deformación	76	3	0,039
5	Labrado	76	3	0,039
Promedio n		76	Promedio W	0,045

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

En base a la ley empírica podemos obtener los límites de control superior e inferior.

Dónde:  $p + \sigma - 3\sigma W$

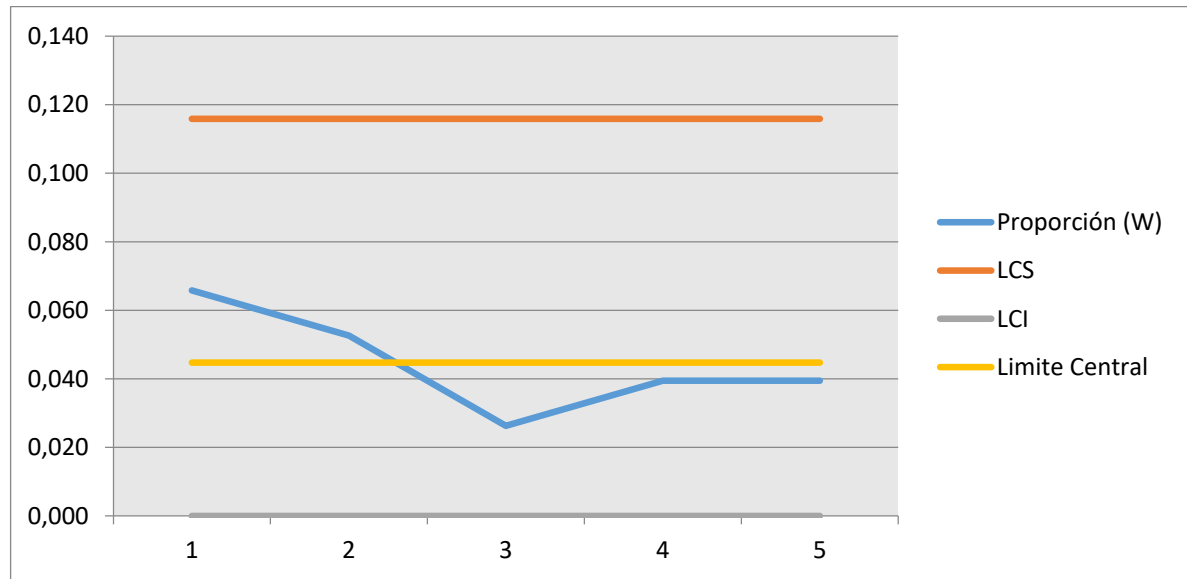
$$p' + o - 3 = \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$$

**Tabla 15. Límites de control proporcional en ladrillos 3 Huecos.**

Límite de Control Superior	Límite de Control Inferior
$LCS = w + 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$	$LCS = w - 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$
$LCS = 0,045 + 3 \sqrt{\frac{0,045 * (1 - 0,045)}{76}}$	$LCS = 0,045 - 3 \sqrt{\frac{0,045 * (1 - 0,045)}{76}}$
$LCS = 0,115$	$LCS = -0,025$
	El limite negativo pasa a valor de 0.

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Graficando los resultados obtenemos:

**Gráfico 18. Control proporcional de defectos en ladrillos 3 Huecos.**

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Se puede concluir que aunque las líneas se encuentren dentro de los límites, también se observa que se debe tener mayor enfoque en cuidar que el producto no presente tantos defectos en “el tamaño”. Se requiere de control en los procesos que originan estos fallos.

### Ladrillo Farol.

Calcularemos los defectos presentados en la producción de los ladrillos farol, en un lote correspondiente a un número de 76 ladrillos, lo cual es la cantidad que se transporta en una carreta la cual es empujada por un tractor pequeño.

- Toma de 5 muestras de producción, inspeccionadas en diferentes lotes aleatorios de los ladrillos farol.
- En la tabla de a continuación, se la puede interpretar con valor de (0) en caso de que no se encuentre ningún defecto según los requerimientos, y si el valor es de (1) representa que se encontró ese tipo de defecto en la unidad inspeccionada. Además de que si en la unidad se encuentra un defecto, esta no será aceptada.

**Tabla 16. Hoja de registro de defectos en ladrillo farol.**

Muestra	Tamaño	Solidificación	Grietas	Deformaciones	Labrado	Total	Se acepta
1	0	0	0	0	0	0	SI
2	0	0	0	0	0	0	SI
3	0	0	0	0	0	0	SI
4	0	0	0	0	0	0	SI
5	1	0	1	1	0	3	NO

6	0	0	0	0	0	0	SI
7	0	0	0	0	0	0	SI
8	0	0	0	0	1	1	NO
9	0	0	0	0	0	0	SI
10	0	0	0	0	0	0	SI
11	0	0	0	0	0	0	SI
12	0	0	0	0	0	0	SI
13	0	0	0	0	0	0	SI
14	0	0	0	0	0	0	SI
15	0	0	0	0	0	0	SI
16	0	0	0	0	0	0	SI
17	0	0	0	0	0	0	SI
18	0	0	0	0	0	0	SI
19	0	0	1	1	0	2	NO
20	0	0	0	0	0	0	SI
21	0	0	0	0	0	0	SI
22	0	1	1	0	0	2	NO
23	0	0	0	0	0	0	SI
24	0	0	0	0	0	0	SI
25	0	0	0	0	0	0	SI
26	0	0	0	0	0	0	SI
27	0	0	0	0	0	0	SI
28	0	0	0	0	0	0	SI
29	0	0	0	0	0	0	SI
30	0	0	0	0	0	0	SI
31	0	0	0	0	0	0	SI
32	0	0	0	0	0	0	SI
33	0	0	0	0	0	0	SI
34	0	0	0	0	0	0	SI
35	0	1	0	0	0	1	NO
36	0	0	0	0	0	0	SI
37	0	0	0	0	0	0	SI
38	0	0	0	0	0	0	SI
39	0	0	0	0	0	0	SI
40	1	0	0	0	0	1	NO
41	0	0	0	0	0	0	SI
42	0	0	0	0	0	0	SI
43	0	0	0	0	0	0	SI
44	0	0	0	0	0	0	SI
45	0	0	0	0	0	0	SI
46	0	0	0	0	0	0	SI
47	0	0	0	0	0	0	SI
48	0	0	0	0	0	0	SI
49	0	0	0	0	0	0	SI
50	0	0	1	0	1	2	NO



51	0	0	0	0	0	0	SI
52	0	0	0	0	0	0	SI
53	0	0	0	0	0	0	SI
54	0	0	0	0	0	0	SI
55	0	0	0	0	0	0	SI
56	0	0	0	0	0	0	SI
57	0	0	0	0	0	0	SI
58	0	0	0	0	0	0	SI
59	1	0	0	0	1	2	NO
60	0	0	0	0	0	0	SI
61	0	0	0	0	0	0	SI
62	0	0	0	0	1	1	NO
63	0	0	0	0	0	0	SI
64	0	0	0	0	0	0	SI
65	0	0	0	0	0	0	SI
66	0	0	0	0	0	0	SI
67	1	0	1	1	1	4	NO
68	0	0	0	0	0	0	SI
69	0	0	0	0	0	0	SI
70	0	0	0	0	0	0	SI
71	0	0	0	0	0	0	SI
72	0	0	0	0	0	0	SI
73	0	0	0	0	0	0	SI
74	0	0	0	0	0	0	SI
75	0	0	0	0	0	0	SI
76	0	0	0	0	0	0	SI

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Nos quedarían una cantidad de 10 unidades no aceptadas.

Puede realizarse un gráfico de control por atributos, para visualizar si el proceso de realizar “ladrillos Farol” se encuentra controlado.

Para ello utilizamos los defectos por atributos encontrados en la muestra e inspeccionados por unidad.

**Tabla 17. Control proporcional de defectos en Ladrillos Farol.**

Atributo Muestra		Tamaño de muestra	Artículos defectuosos	Proporción (W)
1	Tamaño	76	4	0,053
2	Solidificación	76	2	0,026
3	Grietas	76	5	0,066
4	Deformación	76	3	0,039
5	Labrado	76	5	0,066
Promedio n		76	Promedio W	0,050

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

En base a la ley empírica podemos obtener los límites de control superior e inferior.

Dónde:  $p + ó - 3 \sigma W$

$$p' + o - 3 = \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$$

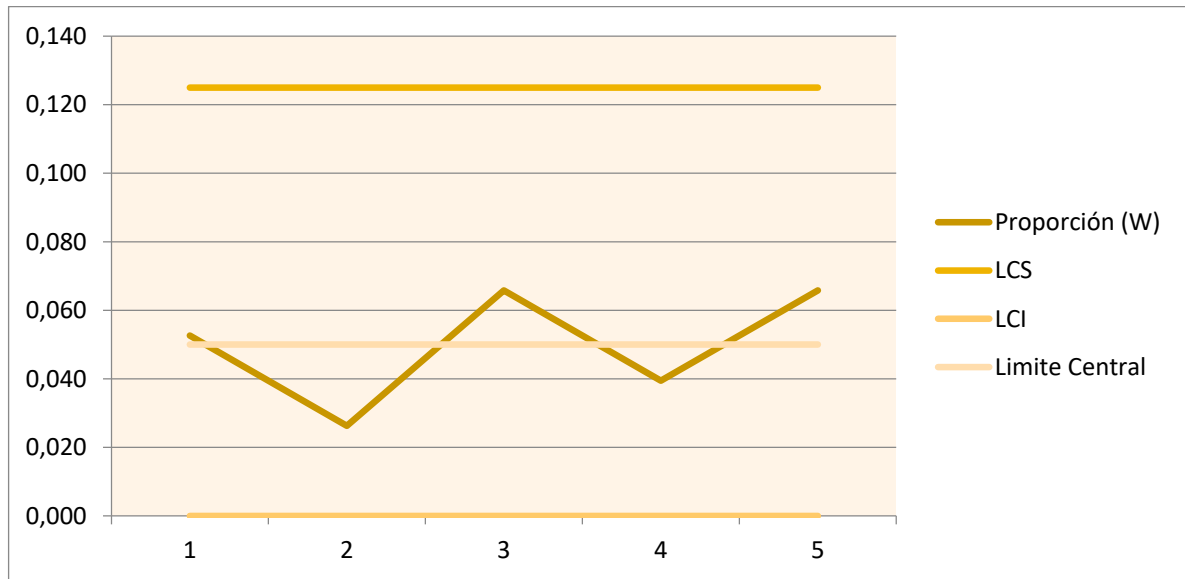
**Tabla 18. Límites de control proporcional en Ladrillos Farol.**

Límite de Control Superior	Límite de Control Inferior
$LCS = w + 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$ $LCS = 0,05 + 3 \sqrt{\frac{0,05 * (1 - 0,05)}{76}}$ $LCS = 0,125$	$LCS = w - 3 \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}}$ $LCS = 0,05 - 3 \sqrt{\frac{0,05 * (1 - 0,05)}{76}}$ $LCS = -0,020$ <p>El limite negativo pasa a valor de 0.</p>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Graficando los resultados obtenemos:

**Gráfico 19. Control proporcional de defectos en Ladrillos Farol.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Se puede concluir que aunque las líneas se encuentren dentro de los límites, también se observa que se debe tener mayor enfoque en cuidar que el producto no presente tantos defectos en “tamaño, grietas y labrado”. Se requiere de control en los procesos.

#### **11.4 Cálculo de la capacidad de producción.**

Para este procedimiento, estableceremos los datos a tomar en cuenta:

- Producto que tenga más fallas encontradas en un atributo medible (ladrillo macizo).
- Atributo que sea medible en las muestras tomadas en atributos (tamaño)
- Especificación medible del producto (31cm de largo).
- Especificaciones límites dadas por la empresa en su criterio de calidad (error de medición en corte de 5 milímetros entre más o menos tamaño).

Especificamos las muestras tomadas en los ladrillos macizos.

**Tabla 19. Muestras con mediciones tomadas en los ladrillos macizos.**

31	31,7	31	31	31	31	31	31,8
31	31	31,7	31	31	31	31	31
31,1	31	31	31	31	31	31	31
31	31	31	31,8	30,9	31	31	31
31	31	31	30,9	31	31	31	31
31	31	31	31	31	31,8	31	30,4
31	31,1	31,1	31	31	31	31	
30,3	31	31	31	31,8	31	31,9	
31	31	31	31	31	31	31	
31	31	30,9	31,1	31	31	31	

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Recordaremos que de este tipo de ladrillos se descartaron 9 unidades, los cuales salen de las mediciones especificadas.

Para que el proceso de cálculos del “índice de capacidad del proceso”, nos apoyamos en el software MINITAB, utilizando los siguientes pasos.

- Ingresamos los resultados en las celdas correspondientes, con su debido reconocimiento en atributo (tamaño). Ver gráfico 20.

**Gráfico 20. Ingreso de datos en las celdas de MINITAB.**

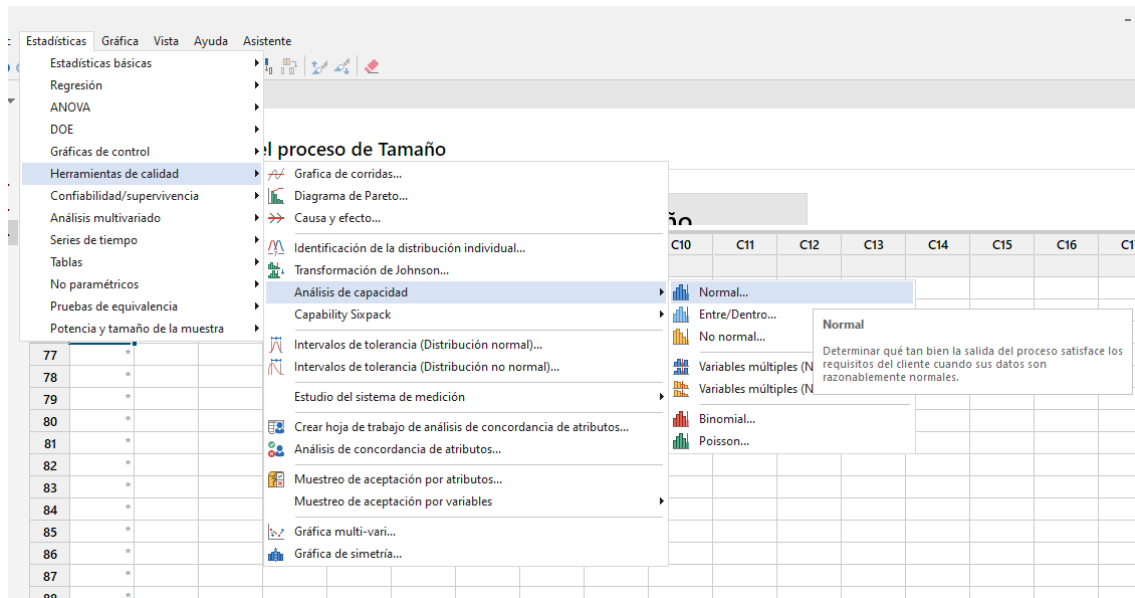
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
1	Tamaño																
1	31,0	*															
2	31,0	*															
3	31,1	*															
4	31,0	*															
5	31,0	*															
6	31,0	*															
7	31,0	*															
8	30,3	1															
9	31,0	*															
10	31,0	*															
11	31,7	1															
12	31,0	*															
13	31,0	*															
14	31,0	*															
15	31,0	*															
16	31,0	*															
17	31,1	*															
18	31,0	*															
19	31,0	*															
20	31,0	*															
21	31,0	*															
22	31,7	1															
23	31,0	*															

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

- Verificando que los datos se encuentren en su lugar, nos dirigimos a la pestaña de “Estadísticas”.

- Se nos abre una ventana en la cual seleccionaremos la “herramienta de calidad”.
- Seleccionamos el tipo de uso “Análisis de Capacidad”.
- Seguidamente seleccionamos en la herramienta de “Distribución Normal”.

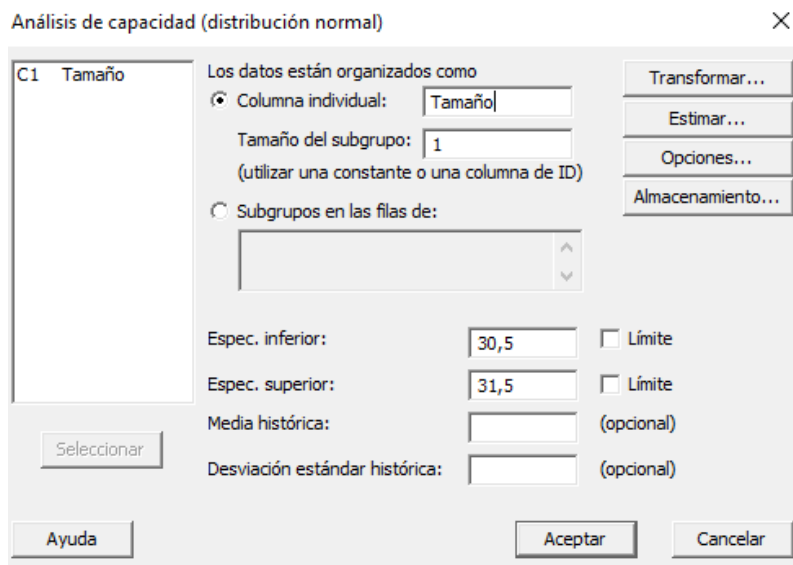
**Gráfico 21. Herramienta de Distribución Normal.**



Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

- Llenamos los datos que solicitan, recordando que las medidas de especificaciones se encuentran en datos de 30,5 el inferior y 31,5 el superior.
- Una vez llenado todo, nos dirigimos en la pestaña de opciones. Ver gráfico 22.

**Gráfico 22. Datos a llenar de la distribución normal.**



Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

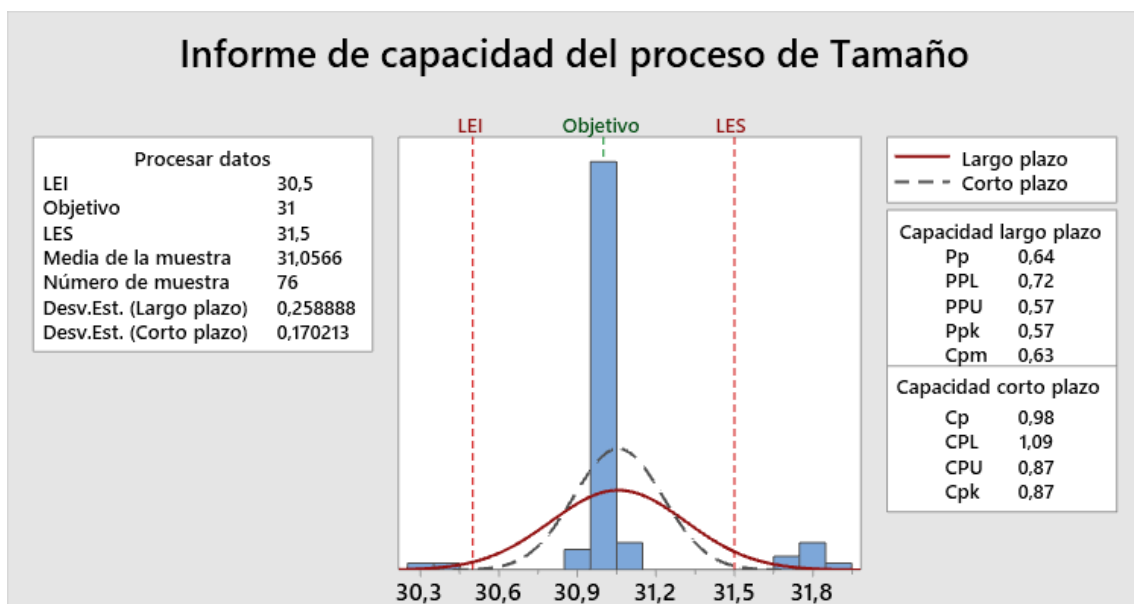
- Se abrirá una ventana en la cual llenaremos en la opción objetivo, los 31cm de largo que se encuentra en especificación verdadera del producto.
- Seleccionamos en aceptar. Ver gráfico 23.

**Gráfico 23. Datos de objetivo para capacidad.**

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

El gráfico que se presenta, incluye todos los cálculos de la distribución normal, con las capacidades observadas en la muestra tomada. Ver gráfico 24.

**Gráfico 24. Informe de Capacidad del Proceso.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Comprobamos los resultados manualmente.

$$Cp = \frac{\text{Lim. Especif. Sup} - \text{Lim. Especif. Infe}}{6(\text{desviacion estandar})}$$

$$Cp = \frac{31,5 - 30,5}{6(0,170)}$$

$$Cp = 0,98$$

Este criterio se lo interpreta con la ayuda de la siguiente tabla.

**Tabla 20. Valores de Cp y clase de un proceso.**

Valor del Cp.	Clase de proceso	Decisión
<b>Cp. &gt; 2</b>	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
<b>1.33 ≤ Cp. ≤ 2</b>	1	Mas que adecuado
<b>1 ≤ Cp. &lt; 1.33</b>	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp. se acerca a uno.
<b>0.67 ≤ Cp. &lt; 1</b>	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
<b>Cp. &lt; 0.67</b>	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

**Fuente:** (Ingeniería Industrial Online, 2019)

Lo cual es un resultado que se encuentra en el rango de **Clase de proceso 3**. Requiere de modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria.

Aunque también podemos decir que el proceso se encuentra a milésimas de alcanzar una siguiente clase.

### 11.5 Herramientas Six Sigma.

Procediendo a la utilización de las herramientas SIX SIGMA, una de ellas representa a la actividad de realizar cálculos estadísticos y definir la desviación estándar de un conjunto de datos. Para esto consideramos el realizar los cálculos de defectos por millón de oportunidades (DPMO), elaborando y definiendo criterios de oportunidades de defectos, tomando una muestra que represente unidades de producción medibles.

$$DPMO = \frac{\text{Defectos} \times 1000000}{\text{Unidades} \times \text{oportunidades}}$$

Cada uno de los cálculos que realizaremos en los diferentes productos, serán con el objetivo de determinar el nivel SIGMA de los procesos que requieren la realización de un producto.

**Tabla 21. Defectos en las muestras de ladrillos.**

<b>Ladrillo macizo.</b>			
<b>CTQ'S</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DEFECTOS</b>	<b>DPMO</b>
Tamaño de producto	1	9	$DPMO = \frac{20 \times 1000000}{76 \times 4}$ $DPMO = 65789,47$
Solidificación del producto	1	2	
Con grietas	1	3	
Con deformaciones	1	6	
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	
<b>Ladrillo Macizo perforado</b>			
<b>CTQ'S</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DEFECTOS</b>	<b>DPMO</b>
Tamaño de producto	1	6	$DPMO = \frac{21 \times 1000000}{76 \times 4}$ $DPMO = 69078,94$
Solidificación del producto	1	5	
Con grietas	1	4	
Con deformaciones	1	6	
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	
<b>Ladrillo 3 Huecos</b>			
<b>CTQ'S</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DEFECTOS</b>	<b>DPMO</b>
Tamaño de producto	1	5	$DPMO = \frac{17 \times 1000000}{76 \times 5}$ $DPMO = 44736,84$
Solidificación del producto	1	4	
Con grietas	1	2	
Con deformaciones	1	3	
Labrado	1	3	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	
<b>Ladrillo Farol</b>			
<b>CTQ'S</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DEFECTOS</b>	<b>DPMO</b>
Tamaño de producto	1	4	$DPMO = \frac{19 \times 1000000}{76 \times 5}$ $DPMO = 50000$
Solidificación del producto	1	2	
Con grietas	1	5	
Con deformaciones	1	3	
Labrado	1	5	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.



Todos estos cálculos realizados, nos servirán para determinar el nivel SIGMA de los procesos que intervienen en el desarrollo de los productos (ladrillos), teniendo en cuenta que los datos presentados anteriormente, son los defectos que se presentan con frecuencia en los productos, mencionando que la misma cantidad de defectos se pueden presentar en una unidad producida, y esto es presentado en los mismos cálculos que hemos desarrollado.

Para mejor entendimiento, presentaremos una tabla de resumen de los propios cálculos realizados. En la misma también mediremos la capacidad Defectos por Millón.

**Tabla 22. Defectos por millón presentados, tabla de resumen de muestras.**

<b>Tipo Ladrillo</b>	<b>Cantidad de Lote</b>	<b>Numero de oportunidades</b>	<b>Numero de defectos.</b>	<b>DPO</b> <i><math>\frac{N^{\circ} Defectos}{Lote * N^{\circ} oportu}</math></i>
Macizo	76	4	20	0,065
Macizo perforado	76	4	21	0,069
3 Huecos	76	5	17	0,044
Farol	76	5	19	0,05

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Aunque todos estos valores presentados, en número de defectos de cada producto, tengan valores iguales, lo que más se pudo observar es el problema que existe en la deformación y en el tamaño del producto. Esto es algo que se puede concluir con el mal manejo de la producción y la inexperiencia de los trabajadores.

### **Cálculo de la desviación estándar de los defectos.**

En este punto procedemos a realizar los cálculos de la desviación estándar presentados entre los datos de defectos que se obtuvieron en la observación de campo, para esto promediamos un numero de defectos entre los datos de cada tipo de ladrillo producido.

Luego utilizamos la siguiente ecuación, la cual hemos aplicado en clases.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X')^2}{N - 1}}$$

Dónde:

- S = desviación estándar.
- N= número de ítems.

- $X$ = número de defectos.
- $X'$ = promedio entre todos los ítems.
- $\Sigma$ = símbolo de sumatoria.

**Tabla 23. Cálculo de la desviación estándar de los defectos.**

Tipo de ladrillo	Numero de defectos (X)	(X')	(X-X')	(X-X') <sup>2</sup>
Macizo	20	19,25	(20 - 19,25)= 0,75	(0,75) <sup>2</sup> = 0,056
Macizo perforado	21	19,25	(21 - 19,25)= 1,75	(1,75) <sup>2</sup> = 3,06
3 Huecos	17	19,25	(17 - 19,25)= -2,25	(-2,25) <sup>2</sup> = 5,06
Farol	19	19,25	(19 - 19,25)= -0,25	(-0,25) <sup>2</sup> = 0,06
<b>Total <math>\Sigma(X-X')^2</math></b>				<b>8,24</b>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Ahora lo reemplazamos en la fórmula.

$$S = \sqrt{\frac{8,24}{4 - 1}}$$

$$S = \sqrt{2,746}$$

$$S = 1,65$$

Ahora también calculamos los límites de control, superior e inferior.

$$LCSup = Prom + (1 * S)$$

$$LCSup = 19,25 + (1 * 1,65)$$

$$LCSup = 20,9$$

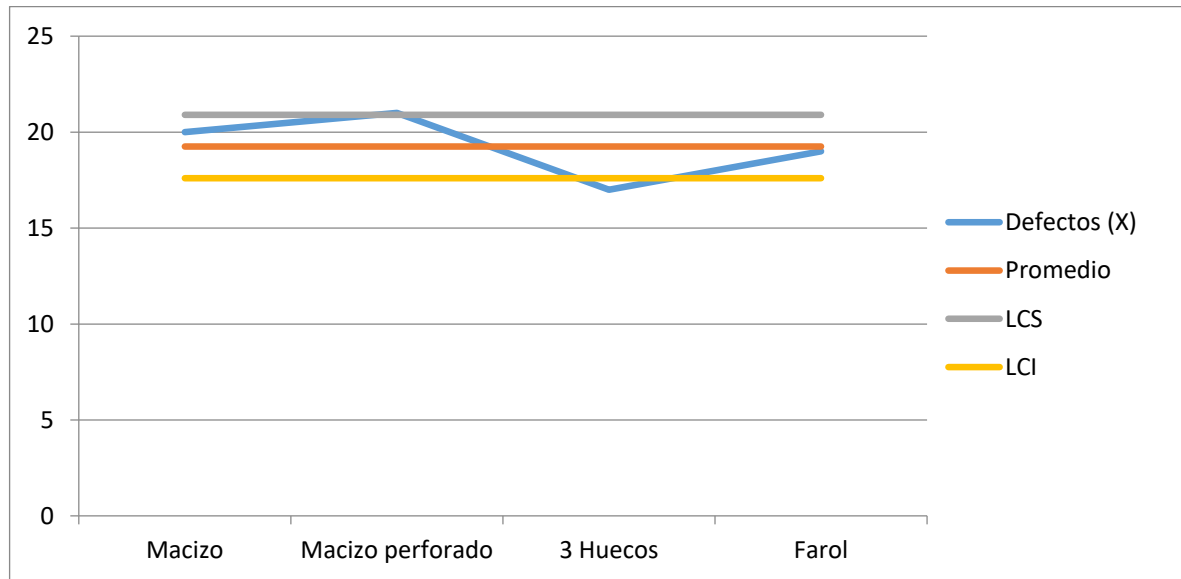
$$LCInf = Prom - (1 * S)$$

$$LCInf = 19,25 - (1 * 1,65)$$

$$LCInf = 17,60$$

A estos datos, los graficamos y analizamos.

**Gráfico 25. Desviación estándar de los defectos.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

A este gráfico se lo puede interpretar que el tipo de ladrillo que tiene más prioridad al solucionar la cantidad de número de defectos, es el ladrillo macizo perforado, el cual sobrepasa en un mínimo el número superior de límite presentado entre todos los tipos de ladrillos que se realizan en la empresa.

### **Ponderación SIX SIGMA.**

Correspondiente a esta actividad, es el determinar el nivel SIGMA de los procesos y los productos que anteriormente hemos desarrollado. Para esto debemos utilizar una herramienta SIX SIGMA, la cual es el cálculo de las capacidades de producción.

Para esto se utiliza la fórmula del YIELD y la respectiva tabla de los niveles SIGMA.

$$Yield = (1 - DPO) \times 100$$

El nivel Sigma puede ser más exacto a través del cálculo de la extrapolación de los valores cercanos que nos proporciona la tabla de conversión. Ver gráfico 26.

Gráfico 26. Conversión de procesos, niveles SIGMA.

<b>Abridged Process Sigma Conversion Table</b>						
<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99986%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Fuente: (LOPEZ, 2019)

Gracias a la información del gráfico anterior, podemos extrapolar entre 2 resultados y obtener un dato medio, en caso de ser requerido. Con esto podemos determinar el nivel sigma del proceso.

Para este cálculo utilizaremos los cálculos de las capacidades DPO de las muestras que se obtienen en cada tipo de ladrillo.

**Tabla 24. Cálculo de nivel SIGMA, cada ladrillo.**

<b>Tipo de Ladrillo</b>	<b>DPO</b>	<b>YIELD</b> $(1 - DPO) \times 100$
Macizo	0,065	$(1 - 0,065) \times 100 = 93,50 \%$
Macizo perforado	0,069	$(1 - 0,069) \times 100 = 93,10 \%$
3 Huecos	0,044	$(1 - 0,049) \times 100 = 95,10 \%$
Farol	0,050	$(1 - 0,052) \times 100 = 95 \%$

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Y por último, determinamos los cálculos de los niveles sigma de cada proceso, para eso recurrimos a utilizar valores cercanos al porcentaje YIELD, que se encuentran en la tabla de conversiones. Estos valores servirán para determinar un número intermedio entre los niveles SIGMA y poder obtener valores más exactos.

**Tabla 25. Cálculo de nivel SIGMA, cada ladrillo.**

<b>Tipo de Ladrillo</b>	Macizo	Macizo perforado	3 huecos	Farol
<b>Datos cercanos de Tabla conversión.</b>	93,32 → 3,0 94,52 → 3,1	91,22 → 2,9 93,32 → 3,0	94,52 → 3,1 95,54 → 3,2	94,52 → 3,1 95,54 → 3,2
<b>División de valores.</b>	$\frac{3,1 - 3,0}{94,52 - 93,32}$ = 0,083	$\frac{3,0 - 2,9}{93,32 - 91,22}$ = 0,0714	$\frac{3,2 - 3,1}{95,54 - 94,52}$ = 0,098	$\frac{3,2 - 3,1}{95,54 - 94,52}$ = 0,098
<b>Nivel Sigma</b>	$3 + (93,50 - 93,32) \times 0,083$ = 3,015	$2,9 + (93,10 - 91,22) \times 0,0714$ = 3,034	$3,1 + (95,10 - 94,52) \times 0,098$ = 3,156	$3,1 + (95 - 94,52) \times 0,098$ = 3,147

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Teniendo los valores exactos, extrapolados, necesitamos sacar un cálculo general de la valoración SIGMA, para esto se realiza un cálculo de promedios entre todos los valores desarrollados.

$$\text{Nivel Sigma General Promedio} = \frac{3,015 + 3,034 + 3,156 + 3,147}{4}$$

$$\text{Nivel Sigma General Promedio} = \mathbf{3,088}$$

### **FASE 3, ANALIZAR**

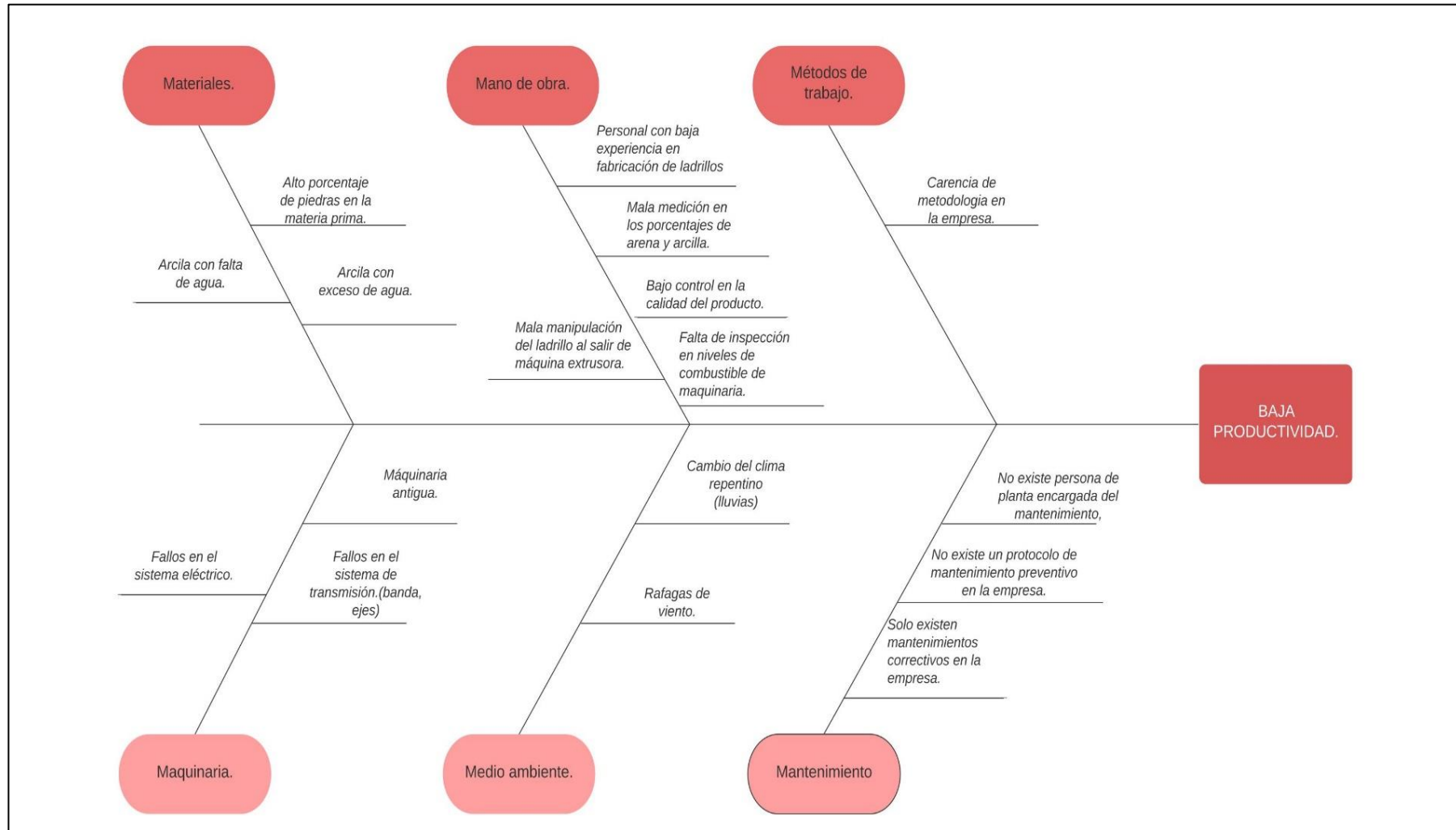
Aunque la empresa Ladrillera de Lago, lleva más de 2 años en el mercado de la construcción con su producción de ladrillos, no posee la suficiente experiencia y se ha visto complicada en su producto a la hora de la entrega del mismo, por lo que no ha podido cumplir al 100% en satisfacer a sus clientes.

Con el pasar del tiempo ha hecho algunas mejoras lo cual ha sido para bien pero no ha podido satisfacer a todos sus clientes ya que de todo el producto que se fabrica un 25% es calificado como producto de segunda o rechazo, lo que viene siendo pérdida para la empresa, tanto en lo económico como en lo físico.

Los principales defectos existentes en la producción de ladrillos que se observó fueron al momento de manipular después de la máquina de cortado, los operarios no tienen una buena práctica de manejo de ladrillos por lo cual salen deformes con marcas de manos, otra falla importante que se puede observar es al momento descargar los ladrillos en el área de secado los operarios colocan en el suelo los ladrillos de una forma brusca y dañan las esquinas de los mismos, existe también mal dimensionamiento de los ladrillos al momento de cortado, el operario corta algunas unidades con mayores medidas o menores medidas, en este proceso se requiere de mucha precisión para que no existan productos mal dimensionados y sean rechazados por parte de los clientes.

Para identificar los problemas desde la raíz, se puede utilizar la herramienta Causa-Efecto, conocida como diagrama de Ishikawa. Ver gráfico 27.

**Gráfico 27. Diagrama de Ishikawa desarrollado en los procesos de la empresa.**



Elaborado por: Achanga W y Cedeño W.

También podemos visualizar en los siguientes gráficos, los principales defectos que presentan en la producción y consecuentemente en el producto. Ver gráficos 28-29-30-3-1-32-33.

**Gráfico 28. Producto mal dimensionado de Ladrillera de Lago.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 29. Ladrillo con defecto de compactación.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.



**Gráfico 30. Ladrillos con defectos en el Labrado.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 31. Ladrillos con defectos en el tamaño.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 32. Manipulación del producto en Ladrillera de Lago.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 33. Cantidad de productos defectuosos.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Todo el proceso de fabricación de ladrillos depende mucho de la principal actividad que es la medición y mezclado de la materia prima, lo cual debe estar supervisado por el personal encargado para que no exista cantidades erróneas de mezclado de las tierras, en caso de que exista un mal proceso, la producción se verá afectada drásticamente ya que el producto no se compactará de buena manera, se partirá en el proceso de fabricación o en el traslado del mismo, viéndose afectada considerablemente la producción.

Otro punto que se debe considerar en la fabricación de ladrillos es la maquinaria, ya que posee 2 motores los cuales ayudan al funcionamiento de la planta procesadora, los cuales no son nuevos y eso da muchos problemas eléctricos y mecánicos, lo cual hace parar la producción, si el daño es mayor, el equipo de trabajo tiene una para de hasta 3 días. La empresa no posee un sistema de mantenimiento preventivo lo que hace una desventaja, porque no saben el estado en que se encuentra su maquinaria. Ver gráficos 34-35-36.

**Gráfico 34. Condiciones del Motor Mitsubishi.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 35. Condiciones del Motor HINO KY.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 36. Condiciones de la banda transportadora.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

La empresa se encuentra en un sector el cual posee un clima cambiante repentinamente, lo cual si llueve mucho perjudica en la producción de ladrillos y el tiempo de secado aumenta y retrasa el proceso de venta sin poder satisfacer al cliente en el tiempo acordado, por tal motivo la empresa ha dejado de vender por no tener productos en stock.

**Tabla 26. Criterios de jerarquías de fallos.**

ACTIVIDADES	Magnitud (tiempo de para de producción)	Gravedad (intensidad de daño en la producción)	Capacidad (Posibilidades de solucionar el problema.)	Beneficio (Utilidad que aporta la solución.)	TOTAL
	1 Hasta 10	1 Hasta 10	1 Hasta 10	1 Hasta 10	
Problema con mano de obra.	7	9	10	10	36
Problema con maquinaria.	9	10	6	10	35
Problema con mantenimiento.	8	8	8	10	34
Problema con materia prima.	5	9	9	10	33
Problema de métodos de trabajo.	7	7	6	9	29
Problema con el medio ambiente.	4	8	2	8	22

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

En el criterio de las fallas, se utilizan valores de 1 hasta 10, siendo 1 un valor de riesgo de fallas mínimas y 10 un valor de riesgo de fallas muy importantes y que se encuentran en el rango de resolver con urgencia. Todo esto lo especificaremos a continuación.

- La identificación del fallo más importante, es el problema con el trabajo de la mano de obra, el cual se pueden observar muchos inconvenientes, ya sean en el tiempo que se demora en producción y las consecuencias que se pueden presentar. Un gran problema a denotar también, es la falta de capacitación y experiencia de los obreros en la fabricación del ladrillo.
- Otro de los aspectos claves presentados en la importancia que toman los fallos, es la maquinaria, que se encuentra directamente relacionado con la productividad, en tiempo de producción, suscitándose demoras en el trabajo realizado por factores como maquinaria vieja que puede derivar en una capacidad de trabajo ineficiente. La falta de medidas de mantenimiento, son relacionadas directamente con el trabajo que realizan las máquinas, esto también resulta perjudicial en los tiempos de producción y en el mismo producto, siendo este factor un elemento importante a tener en cuenta en la prevención y en la mejora de la producción.
- Un aspecto que se debe considerar, es la materia prima, teniendo en cuenta los porcentajes de materiales (arena y arcilla) que en su mezcla debe dar como resultado un material compacto. Esto debe ser supervisado por el personal de planta. Caso

contrario exista una mezcla errónea de los materiales, obtendremos como resultado un material no tan compacto y con peligro de ruptura del producto en el proceso de secado.

- La empresa, por su corto tiempo en el mercado, no cuenta con métodos de trabajos establecidos profesionalmente en metodologías y manejo del producto, la mayor parte del trabajo productivo, se lo realiza empíricamente. Este es un gran aspecto a trabajarlo y mejorando, dando como buen resultado la mejora de la productividad.
- En el último factor a tomar en cuenta, el cual también cuenta con un grado de importancia, pese a que no se pueda ser tan controlado, también influye en el producto. Las condiciones ambientales toman importancia en el producto, el mismo cambio repentino de condiciones, muchas lluvias, da como resultado en la demora en el proceso de secado del producto y en condiciones de ráfagas de viento el producto tiende a partirse.

#### **FASE 4, MEJORAR.**

##### **11.6 Desarrollo de la metodología para la mejora de los procesos**

Para presentar soluciones que sean efectivas y que en realidad ayuden a mejorar los procesos de producción que se desarrollan en la “Ladrillera de Lago”, nos apoyamos en utilizar estrategias de mejoras que involucren al personal, a la maquinaria y a sus puestos de trabajo.

Consiguiente a esto mencionado, presentaremos el plan de mejora que involucra al personal de trabajo.

##### **Plan de capacitación al personal de trabajo de la “Ladrillera de Lago”**

Para desarrollar este plan de mejoras, se presente basarse en temas que sean de utilidad para los trabajadores, y que de parte también sea de provecho y beneficio para la empresa. Para esto presentamos los trabajadores de la empresa.

**Tabla 27. Personal de la empresa Ladrillera de Lago.**

N°	Trabajador	Área de trabajo
1	Carmen Jurado	Administración
2	Javier Rodríguez	Almacenamiento.
3	Yender Molina	Producción
4	Moisés Ojeda	Producción
5	Cristian Rondón	Producción
6	José Guerrero	Producción
7	Roberto Achanga	Producción
8	Geovanny Vélez	Secado
9	Víctor Márquez	Quemado
10	Fernando Quinteros	Ventas

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Teniendo en cuenta lo que hay que mejorar, se ha propuesto capacitar al personal y capacitarlos en cada área y tema. Para esto presentamos los temas de las posibles capacitaciones.


- Manejo de herramientas Office.
- Control de inventarios.
- Liderazgo.
- Mantenimiento.
- Ventas.
- Trabajo en equipo.
- Seguridad laboral.

Tabla 28. Plan de capacitación del personal administrativo y de ventas.

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”</b>			
<b>Tema</b>	Computación, manejo de productos Microsoft Office.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Personal administrativo y de ventas de la empresa.	
	<b>Objetivo:</b>	Obtener conocimientos básicos en operaciones y desenvolvimiento en manejo de Excel y la relación con el trabajo que desempeñan.	
<b>Temáticas</b>	1	Importancia del manejo de herramientas Office.	
	2	Introducción a la gestión de datos en Excel.	
	3	Manejo y creación de libros de trabajos.	
	4	Introducción al manejo de gráficos.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales y online.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Crear un libro de trabajo que contengan gráficos, análisis de datos y orden de listas.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Computadora, pizarra.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	20	2	Oficinas de la empresa.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>	Comunidad Microsoft ULEAM. José David Vilela.	
	<b>Observaciones:</b>		

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Tabla 29. Plan de capacitación al personal de almacenamiento.

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”</b>			
<b>Tema</b>	Manejo de almacenamiento y control de inventarios.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Personal encargado del almacenamiento y recepción de materia prima.	
	<b>Objetivo:</b>	Obtener conocimientos que permitan mejorar la distribución y el manejo de la materia prima, obteniendo un orden y rápida distribución según la cantidad que se pretenda producir, evitando desperdicios.	
<b>Temáticas</b>	1	Introducción a la importancia de manejo de inventarios.	
	2	Introducción al método ABC, 80/20.	
	3	Manejo y distribución de materiales.	
	4	Conteo cíclico de inventarios.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Realizar un ordenamiento de materiales y una distribución por tipos y cantidades.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Hojas de control de la materia prima.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	8	1	Galpón de almacenamiento del producto.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>	Ing. Roberto Peñarreta.	
	<b>Observaciones:</b>		

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.




Tabla 30. Plan de capacitación al encargado de producción.

PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”			
<b>Tema</b>	Liderazgo y control de producción.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Personas encargadas del grupo de trabajo del área de producción.	
	<b>Objetivo:</b>	Obtener mejoras en el manejo de las competencias laborales, rápido manejo de problemas y tomas de decisiones, motivando al grupo de trabajo a lograr metas organizacionales.	
<b>Temáticas</b>	1	Introducción a las principales teorías del liderazgo.	
	2	Cualidades de un buen líder.	
	3	Habilidades comunicativas, lenguaje corporal.	
	4	Manejo del personal.	
	5	Toma de decisiones y resolución de conflictos.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Proponer estrategias de compañerismo, manejo del personal e incentivación.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Videos de lenguaje corporal y comportamiento humano.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	20	2	Patio de la empresa.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>	Arq. Alejandro Arias.	
	<b>Observaciones:</b>		


Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Tabla 31. Plan de capacitación en mantenimiento para producción.

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”</b>			
<b>Tema</b>	Indicadores de mantenimiento.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Personal de trabajo en las áreas de producción.	
	<b>Objetivo:</b>	Desarrollar un conocimiento básico, en las acciones e importancia de los tipos de mantenimiento en la empresa, detectando a tiempo fallos en la maquinaria y obteniendo conocimiento del funcionamiento de las mismas.	
<b>Temáticas</b>	1	Introducción a la importancia del mantenimiento en las industrias.	
	2	Mantenimiento correctivo.	
	3	Mantenimiento predictivo.	
	4	Mantenimiento preventivo.	
	5	Planificación de mantenimiento RCM.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Los estudiantes deberán realizar planificaciones de mantenimiento en su área de trabajo, con el fin de poder detectar a tiempo algún fallo.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Maquinaria y herramientas de la empresa.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	10	7	Patio de la empresa.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>	Ing. Mecánico. Efraín Toapanta.	
	<b>Observaciones:</b>		


Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Tabla 32. Plan de capacitación al personal de producción, secado y quemado.

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”</b>			
<b>Tema</b>	Inspección del producto.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Personal de trabajo en las áreas de producción, secado, quemado.	
	<b>Objetivo:</b>	Mejorar la inspección del producto en cada área de trabajo, obteniendo reducción de errores en producción y consecuente en el calidad del servicio.	
<b>Temáticas</b>	1	Introducción a las técnicas de inspección.	
	2	Conceptos de calidad.	
	3	Técnicas de muestreo.	
	4	Control de materiales y procesos.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Examen práctico y teórico con relación a lo aprendido.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Computadora, pizarra.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	8	7	Área de producción.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>	Ing. Roberto Peñarreta.	
	<b>Observaciones:</b>		


Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Tabla 33. Plan de capacitación de trabajo en equipo de todo el personal.

PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”			
<b>Tema</b>	Trabajo en equipo.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Todo el personal de trabajo de la empresa.	
	<b>Objetivo:</b>	Unificar las relaciones interdepartamentales e interpersonales que existen en la empresa, la comunicación y la toma de decisiones que permitan trabajar en equipo y cumplir con los objetivos empresariales.	
<b>Temáticas</b>	1	La importancia de la comunicación interdepartamental en las empresas.	
	2	Desarrollo de un clima laboral agradable en la empresa.	
	3	La importancia de la confianza en los compañeros.	
	4	Diferentes tareas y funciones de un equipo.	
	5	Manual de convivencia.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Examen práctico y teórico con relación a lo aprendido.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Normativa manual de convivencia.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	20	10	Oficinas de la empresa.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>	Ing. Elsa Campoverde.	
	<b>Observaciones:</b>		

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Tabla 34. Plan de capacitación en riesgos laborales para el todo el personal.

<b>PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE TRABAJO DE LA EMPRESA “LADRILLERA DE LAGO”</b>			
<b>Tema</b>	Prevención de riesgos laborales.		
<b>Información del tema</b>	<b>Dirigido a:</b>	Todo el personal de trabajo de la empresa.	
	<b>Objetivo:</b>	Obtener conocimientos básicos en prevención de accidentes, bienestar en un medio de trabajo y crear un ambiente laboral donde los trabajadores se sientan seguros.	
<b>Temáticas</b>	1	Importancia de la seguridad laboral en las empresas.	
	2	Actos y condiciones inseguras.	
	3	Causas de los accidentes en las industrias.	
	4	Como crear un ambiente seguro en el lugar de trabajo.	
<b>Estrategias</b>	<b>Metodología de trabajo.</b>	Clases presenciales.	
	<b>Estrategia de Evaluación.</b>	Examen práctico y teórico con relación a lo aprendido.	
	<b>Materiales de apoyo</b>	Computadora, pizarra.	
<b>Información adicional</b>	<b>Duración del curso (H)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Lugar de capacitación.</b>
	8	10	Patio de la empresa.
	<b>Coordinador de capacitación.</b>		
	<b>Observaciones:</b>		

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

**Tabla 35. Propuesta de cronograma para las capacitaciones en la empresa.**

Capacitación.	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	Horas
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Manejo de productos Microsoft Office.	4	4	4	4	4										20
Manejo y control de inventarios			2	2	2	2									8
Liderazgo y control de producción.						4		4	4	4	4				20
Indicadores de mantenimiento.										2	2	2	4		10
Capacitación.	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom	Horas
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Inspección del producto	2	2	2	2											8
Trabajo en equipo					4	4		4	4	4					20
Prevención de riesgos laborales										2	2	2	2		8

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

### Plan de mejoras en las maquinarias.

Observando también las necesidades que se presentan al mejorar un sistema de producción en cualquier tipo de empresa, esto incluye la propia maquinaria que interviene en la realización del producto, la cual con el tiempo tiende a desgastarse, los mismos originan problemas o retrasos en el desarrollo del producto.

Para evitar este tipo de inconvenientes, hemos deducido por medio de la investigación de campo, el presentar una propuesta de mejoras en los implementos que se utilizan para realizar el proceso de producción de los ladrillos de arcilla.

Se estima que, con este plan de mejoras en las maquinarias, facilite la producción e incluso genere un aumento de la misma.

**Tabla 36. Propuesta de mantenimiento en las maquinarias.**

<b>N° Ítem</b>	<b>Características</b>	<b>Precio Mantenimiento.</b>
1	Motor Mitsubishi 4d34	\$32
2	Motor NISSAN TK20	\$25
3	Maquina extrusora	\$80
4	Mano de obra	\$290
<b>Sub total</b>		\$427 + IVA
<b>TOTAL</b>		<b>\$478,52</b>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

### Plan de mejoras en relación de ventas del producto.

Es un punto igual de importante, para las mejoras de las ventas en la empresa “Ladrillera de Lago”. Para esto hemos contactado a una empresa exterior, la cual es especializada en temas publicitarios.

Se ha logrado un acuerdo en precio de los servicios que son accesibles a su pago y que ofrece un gran beneficio a la empresa.

**Tabla 37. Plan de mejoras en ventas de la empresa “Ladrillera de Lago”**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
Ventas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catálogo de productos y servicios.</li> <li>• Producción de videos explicativos.</li> <li>• Campaña redes sociales.</li> </ul>	\$700
<b>TOTAL</b>		<b>\$700</b>

Fuente: MAKING IDEA

### 11.7 Impactos de las mejoras propuestas.

En comparación a todos los cálculos y resultados que se presentan en la actualidad de la empresa “Ladrillera de Lago”, Se espera obtener una gran aceptabilidad de parte de los dueños de la empresa y de los propios trabajadores. Siendo la propia situación con la cual se presenta no es tan de mala calidad, pero se puede mejorar. Con estos antecedentes, se procede a plasmar los beneficios e impactos que obtendrá la empresa.

Para este punto, procedemos a describir los resultados que se espera obtener con las mejoras propuestas, ya que nos basamos en los procedimientos que se establecen en la metodología SIX SIGMA y sus herramientas.

Obteniendo resultados generales como:

- Fluidez de información y de insumos materiales interdepartamentales.
- Mejor rendimiento de la maquinaria que interviene en el producto.
- Seguridad de los trabajadores al ejecutar sus labores.

Y resultados por áreas de trabajo como:

- **Administración:** Obtendremos un mejor procesamiento de los pedidos y de la atención al cliente, generando en ellos la confianza de adquirir los productos.
- **Almacenamiento MP:** Ordenamiento de materiales, correcta distribución de cantidades bajo dependencia de los pedidos. Limpieza y cuidado del área.
- **Producción:** Acciones correctivas y preventivas de mantenimiento y cuidado de maquinaria. Inspeccionamiento del producto y detección de las fallas en los procedimientos.
- **Secado:** Cuidado del producto, manejo adecuado de condiciones.
- **Quemado:** Control de capacidades de producción.



- **Ventas:** Atención correcta del cliente, solicitudes de conformidades.

**NOTA:** Todo lo que se menciona es en beneficio de la empresa, la cual está sujeta a tomar la decisión de implementar o no, la propuesta de mejoramiento, que se ha generado gracias al estudio y la investigación de todos los procedimientos que son necesarios para realizar un producto, ya sea directa o indirectamente.

### **FASE 5, CONTROLAR.**

En este punto, se procede a originar propuestas de manejo referenciados al control de los procesos y materiales que intervienen o están relacionados en la producción de los ladrillos. Para esto se diseñaron fichas de control en las áreas que hemos visto necesario realizar un control estadístico.

- Ficha de control en la cual permite llevar datos de los pedidos que realizan los clientes, esto también puede servir como una orden de producción, la cual se recomienda tener una base de datos en Excel.


**Tabla 38. Tabla de control de pedidos de clientes.**

<b>TABLA DE PEDIDOS PRODUCCIÓN LADRILLERA DE LAGO</b>				
<b>Cliente</b>	<b>Tipo de producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Plazo</b>	<b>Pago acordado</b>
<b>TOTAL</b>				
<b>Aprobado por:</b>				
<hr style="width: 20%; margin: auto;"/> <b>Administración</b>				

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

- Una ficha de control de defectos, en la cual se reportarán los productos defectuosos, que se presentan en el área de producción, con esto se podrá obtener una base de datos en Excel, la cual permitirá realizar gráficas.

**Tabla 39. Tabla de control de defectos en producción.**

<b>TABLA DE CONTROL DE DEFECTOS</b>							
<b>LADRILLERA DE LAGO</b>							
<b>Semana:</b> Del ___ al ___ del mes de _____ del 2021							
<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>						<b>TOTAL</b>
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
En labrado							
Compactación							
Grietas							
Deformación							
<b>TOTAL</b>							
<b>Aprobado por:</b>							
_____				_____			
<b>Encargado de producción</b>				<b>Gerente</b>			

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

- Se diseña una tabla de control de posibles defectos o problemas en las maquinarias, juntamente con el nombre de la persona que se encarga de reportar, previamente realizando actividades de mantenimiento.

Estos reportes deben ser llevados en una base de datos en Excel, para después identificar las variables.

Cada fallo o defecto que se ha identificado, debe ser informado inmediatamente para poder realizar el mantenimiento correctamente, permitiendo así, no originar demoras en los procesos.

**Tabla 40. Tabla de reportes en las maquinarias, mantenimiento.**

<b>TABLA DE CONTROL - MANTENIMIENTO</b> <b>LADRILLERA DE LAGO</b>			
<b>Semana:</b> Del ___ al ___ del mes de _____ del 2021			
<b>Nombre</b> <b>Maq/herra.</b>	<b>Descripción del defecto/ fallo</b>	<b>Revisado</b> <b>por:</b>	<b>Fecha de</b> <b>revisión.</b>
<b>Aprobado por:</b>  <div style="text-align: center;">           _____  <b>Encargado de producción.</b> </div>			

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

- Se realiza el diseño de una tabla de control especialmente para el área de ventas y almacenamiento de producto terminado. Se registra la fecha del movimiento, la cantidad de entradas y salidas del producto.  
Se debe tener cuidado, en el registro de los movimientos, para permitir una un mejor control estadístico.  
También se debe llevar una base de registros de los datos en la herramienta Excel.

Tabla 41. Tabla de registro de movimientos del producto.

TABLA DE CONTROL - STOCK PRODUCTO LADRILLERA DE LAGO			
Semana: Del ___ al ___ del mes de _____ del 2021			
Tipo de producto:			
Fecha movimiento	N° Entradas	N° Salidas	Stock
Aprobado por:  _____ <b>Almacenamiento</b>			

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

- Y, por último, se realiza una tabla que permitirá plasmar los niveles de satisfacción del cliente.

Tabla 42. Tabla de control de los niveles de satisfacción del cliente.

MATRIZ DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES LADRILLERA DE LAGO					
Pésimo (1)    Malo (2)    Regular (3)    Satisfactorio (4)    Excelente (5)					
Nota: Marque con una (X)					
Criterios de satisfacción.	Niveles de satisfacción				
	1	2	3	4	5
Entrega de producto a tiempo					
Condiciones del producto					
Atención y trato del personal.					
Aprobado por:  _____ <b>Ventas</b>					

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

### 11.8 Determinación de unidades mínimas requeridas.

Ahora procedemos a realizar el cálculo de los costos fijos, los cuales son las cantidades de efectivo, que se paga en los servicios, entre otros.

**Tabla 43. Costos fijos de la empresa.**

Costos fijos		
Descripción	Costo mensual	Costo Anual
Pago trabajadores	\$3000	\$36000
Pago servicios básicos	\$75	\$900
Servicios adicionales, Internet	\$50	\$600
<b>Totales</b>	<b>\$3125</b>	<b>37500</b>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Una de las herramientas que también nos ayudan en la toma de decisiones, en producción, es la utilizada para determinar el número mínimo de unidades a producir y vender en las empresas, para cubrir los costos fijos.

Con esto nos referimos al uso de la herramienta “punto de equilibrio” y todas las fórmulas que nos permiten identificar unidades a producir mínimas. Para realizar este cálculo, nos faltaría el dato de los costos variables, los cuales intervienen directamente en el contenido del producto.

**Tabla 44. Costos Variables.**

DESCRIPCIÓN	VALOR	CANTIDAD	Sub total
Arena (volq)	\$ 60,00	0,00034	\$ 0,02
Combustible (Gln)	\$ 1,35	0,015	\$ 0,02
Leña (m <sup>2</sup> )	\$5,00	0,002	\$0,01
<b>TOTAL</b>			<b>\$0,05</b>

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Realizamos el cálculo previsto:

$$\text{Punto equilibrio} = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio Unitario} - \text{Costo variable}}$$

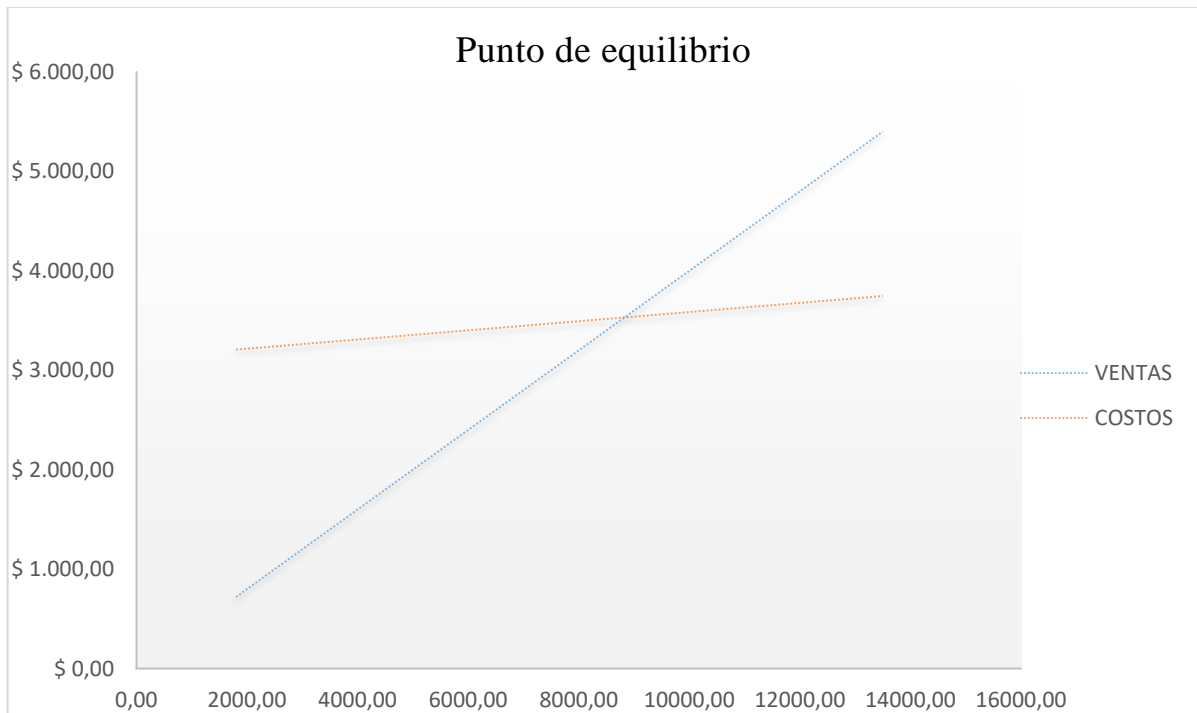
$$\text{Punto equilibrio} = \frac{3125}{0,40 - 0,05}$$

$$\text{Punto equilibrio} = 8828,93 \text{ unidades}$$

Lo cual podemos estimar en un manejo de producción de **9000 unidades**. Para evitar errores en los cálculos, y no solo dejar en la cantidad mínima de unidades producidas.

Esto se lo puede proyectar gráficamente gracias a la ayuda de la herramienta Excel. Ver gráfico 37.

**Gráfico 37. Punto de equilibrio de los productos.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Interpretando los resultados, con los anteriores, podemos observar que para mantener el punto de equilibrio y cubrir los gastos mensuales que requiere la empresa para su funcionamiento, es de una producción de 9000 unidades, así también este número de unidades deben ser vendidas.

## 11.9 Herramientas de factibilidad.

### Cálculo del VAN.

Para poder realizar estos cálculos, los cuales nos ayudaran a determinar si la inversión que se realiza en el proyecto, es o no factible. Para esto presentamos la tabla de resumen de los costos de las capacitaciones.

**Tabla 45. Resumen de costos de las propuestas de capacitación.**

<b>Nombre de capacitación.</b>	<b>Encargado</b>	<b>N° Personas</b>	<b>Contacto</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo</b>
Manejo de productos Microsoft Office.	Comunidad Microsoft ULEAM.	2	0978877954	20	\$80
Manejo y control de inventarios.	Ing. Roberto Peñarreta.	1	0986710730	8	\$100
Liderazgo y control productivo.	Arq. Alejandro Arias.	2	0993172858	20	\$300
Indicadores de Mantenimiento.	Ing. Efraín Toapanta.	7	0939243353	10	\$200
Inspección del producto.	Ing. Roberto Peñarreta.	7	0986710730	8	\$120
Trabajo en Equipo.	Ing. Elsa Campoverde.	10	0993172858	20	\$900
Prevención de riesgos laborales	Ing. Cristian Portero.	10	0998530707	8	\$250
<b>TOTAL COSTOS</b>					<b>\$1950</b>

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

A esto sumamos también el costo total de las otras propuestas.

$$Ct = 1950 + 478,52 + 700$$

$$Ct = \mathbf{3128,52 USD.}$$

Ahora procedemos a determinar un flujo de caja estimado, con la nueva producción, lo que es referencia al mejoramiento de lo que ya se producía.

Podemos determinar que, con las mejoras propuestas, se puede llegar a estos datos. La tasa de descuento utilizada en este cálculo, es del 12%, lo cual como se estima realizarlos en el tiempo de 1 año, se dividen en el porcentaje de 1% mensual, utilizando el criterio de los valores en el dinero al pasar del tiempo.

Se debe tener en cuenta el aumento estimado y la variabilidad, comparadas a valores en las ventas de las unidades anteriores.

**Tabla 46. Flujo de caja estimado con las mejoras de los procesos.**

<b>Año 2021</b>	<b>Costos</b>	<b>Venta Unidades</b>	<b>Total Ventas \$</b>	<b>Sub total (ventas – costos)</b>
Marzo	3125	10000	3500	375
Abril	3125	10500	3675	550
Mayo	3125	10500	3500	550
Junio	3125	10000	3325	375
Julio	3125	10000	3500	375
Agosto	3125	10500	3500	550
Septiembre	3125	10500	3675	550
Octubre	3125	11000	3850	725
Noviembre	3125	12000	4200	1075
Diciembre	3125	10500	3500	550
Enero 2022	3125	10000	3500	375
Febrero 2022	3125	10500	3675	550

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Los registros de los datos estimados de flujo de caja, son de utilidad en los cálculos.

$$VAN = -3128,52 + \frac{375}{(1+0,01)^1} + \frac{550}{(1+0,01)^2} + \frac{550}{(1+0,01)^3} + \frac{375}{(1+0,01)^4} + \frac{375}{(1+0,01)^5} + \frac{550}{(1+0,01)^6} + \frac{550}{(1+0,01)^7} + \frac{725}{(1+0,01)^8} + \frac{1075}{(1+0,01)^9} + \frac{550}{(1+0,01)^{10}} + \frac{375}{(1+0,01)^{11}} + \frac{550}{(1+0,01)^{12}}$$

$$VAN = -3128,52 + 6167,12$$

$$VAN = \mathbf{3038,61}$$

Procedemos a utilizar el criterio del VAN para la toma de decisiones de aplicación y comparación de proyectos.

- Si el VAN es < 0 es: el proyecto no tiene validez y hay que revisar y ajustar nuevamente.
- Si el Van es = 0 es: El proyecto no obtendrá ni pérdidas, ni ganancias, se puede ajustar nuevamente o tomar el criterio de implementación, sin esperar resultados.
- Si el VAN > 0 es: El proyecto generara beneficios con respecto a la tasa de descuento escogida. El proyecto es aceptable.

Gracias a esta información, y a los cálculos anteriormente realizados, podemos deducir que el proyecto de mejoras mediante la metodología SIX SIGMA para la empresa Ladrillera de Lago, es factible realizarlo.



### Cálculo del periodo de recuperación de la inversión (PRI).

Procedemos a realizar un cálculo importante en la estimación de los resultados, la cual es el periodo de tiempo en que recuperaremos la inversión, para esto acumularemos los valores de los flujos netos actualizados en el tiempo al porcentaje correcto.

**Tabla 47. Periodo de recuperación de la inversión.**

Detalle	Flujo Neto (ingreso-costos)	Flujo actualizado en el tiempo – cambio al 1%	Valores de flujo acumulado.
Inversión	-3128,52	-3128,52	-3128,52
Flujo mes 1	375	371,29	-2757,23
Flujo mes 2	550	539,16	-2218,07
Flujo mes 3	550	533,82	-1684,25
Flujo mes 4	375	360,67	-1323,88
Flujo mes 5	375	356,80	-967,08
Flujo mes 6	550	518,12	-448,95
Flujo mes 7	550	512,99	64,04
Flujo mes 8	725	669,53	733,57
Flujo mes 9	1075	982,92	1716,48
Flujo mes 10	550	497,91	2214,39
Flujo mes 11	375	336,12	2550,51
Flujo mes 12	550	488,10	3038,61

Elaborado por: Achanga W. Cedeño W.

Podemos visualizar que el resultado acumulado positivo empieza desde un periodo entre los meses 6 y 7. Para encontrar el resultado más exacto del tiempo, se compara los valores de la misma tabla con la ayuda de la ecuación del PRI.

$$PRI = \text{Tiempo de flujo previo} - \frac{\text{Cantidad de flujo acumulado previo}}{\text{Cantidad de flujo siguiente.}}$$

$$PRI = 6 - \frac{-448,95}{512,99}$$

$$PRI = 6 - (-0,875)$$

$$PRI = 6,875 \text{ meses}$$

Esos decimales se los pueden transformar en días, utilizando la equivalencia de los 30 días en un mes.

$$0,875 * 30 \text{ días} = 26 \text{ días.}$$

Lo que nos da un resultado de recuperación de la inversión en el tiempo de 6 meses y 26 días.

### Cálculo del TIR.

Con la ayuda de la herramienta Excel, podemos determinar directamente el cálculo del TIR.

**Tabla 48. Cálculo de la TIR, herramienta Excel.**

Inversión	-3038,61
Marzo	375
Abril	550
Mayo	550
Junio	375
Julio	375
Agosto	550
Septiembre	550
Octubre	725
Noviembre	1075
Diciembre	550
Enero	375
Febrero	550
<b>TIR</b>	<b>12,76%</b>

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Gracias a la tabla anterior, se genera el criterio que representa en porcentaje de beneficio, la cual al tiempo estimado de utilización del proyecto, que es 1 año, el porcentaje TIR es mayor a la tasa de descuento, con esto podemos decir que obtenemos rentabilidad en la inversión para las propuestas de mejoras.

### Relación Beneficio - Costo.

Con este cálculo podremos obtener el criterio del dinero invertido y su recuperación, analizando flujos de las ventas y los costos. En este análisis también se maneja el criterio del cambio del valor del dinero en el tiempo, así también se utilizara la tasa de descuento del 12% que se divide al número de meses, y por consiguiente se utilizan el tiempo de recuperación de la inversión en cantidad de los 7 meses.

**Tabla 49. Relación Beneficio/Costos.**

<b>Año 2021</b>	<b>Costos</b>	<b>Total Ventas \$</b>
Marzo	3125	3500
Abril	3125	3675
Mayo	3125	3500
Junio	3125	3325
Julio	3125	3500
Agosto	3125	3500
Septiembre	3125	3675

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Transformamos los flujos de costos y ventas, en valores actualizados en el tiempo al 1%.

$$.VA \text{ costos} = \frac{3125}{(1+0,01)^1} + \frac{3125}{(1+0,01)^2} + \frac{3125}{(1+0,01)^3} + \frac{3125}{(1+0,01)^4} + \frac{3125}{(1+0,01)^5} + \frac{3125}{(1+0,01)^6} + \frac{3125}{(1+0,01)^7}$$

$$VA \text{ costos} = 21025,61$$

$$VA \text{ ventas} = \frac{3500}{(1+0,01)^1} + \frac{3675}{(1+0,01)^2} + \frac{3500}{(1+0,01)^3} + \frac{3325}{(1+0,01)^4} + \frac{3500}{(1+0,01)^5} + \frac{3500}{(1+0,01)^6} + \frac{3675}{(1+0,01)^7}$$

$$VA \text{ ventas} = 23715,29$$

Con estos datos procedemos a determinar la relación de los valores de beneficio (ventas) con los costos.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{23715,29}{21025,61}$$

$$\frac{B}{C} = 1,127$$

Este valor es representado en dinero, es decir que por cada DÓLAR invertido en este proyecto y sus propuestas, se estima obtener **13 centavos** de ganancia.

Obteniendo en sí, mejoras que son de gran beneficio para la empresa.

### Comprobación de la hipótesis

En la hipótesis planteada se menciona “El análisis de la productividad en la empresa Ladrillera de Lago objeto de estudio permitirá conocer si la empresa necesita una propuesta para mejorar la productividad y calidad de su producto”

De la información obtenida mediante el análisis causa efecto, también de la capacidad de proceso y el nivel sigma se puede demostrar que la empresa necesita una intervención en sus procesos productivos como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 50. Comprobación de la hipótesis**

	Ponderación		Descripción
<b>Causa efecto.</b>	Mano de obra	36	Existen ponderaciones altas en estos tres ámbitos en los cuales se recomienda realizar mejoras por encima de los otros problemas.
	Maquinaria	35	
	Mantenimiento	34	
<b>Capacidad de proceso</b>	0,98		No de acuerdo para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria (Ingeniería Industrial Online, 2019).
<b>Nivel sigma</b>	3,08		El nivel sigma se encuentra tan solo milésimas por arriba del promedio, resultado que no es bueno y que se recomienda un análisis del proceso y mejoras en los mismos.

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

Según los resultados mencionados en la tabla se puede evidenciar que efectivamente la empresa Ladrillera de Lago si necesita una mejora dentro de sus procesos para así asegurar la calidad y una mejora dentro de la producción de ladrillos.

## 12 PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.

Previamente se detallaron los precios de la propuesta, pero necesitamos realizar el resumen del mismo en una sola lista, para que sea más entendible.

**Tabla 51. Presupuesto del proyecto.**

<b>Nombre de propuestas</b>	<b>Detalles</b>	<b>Costos</b>
Capacitaciones	Manejo de productos Office	\$ 80
	Manejo y control de inventarios	\$ 100
	Liderazgo	\$ 300
	Indicadores de mantenimiento	\$ 200
	Inspección del producto	\$ 120
	Trabajo en equipo	\$ 900
	Prevención de riesgos laborales	\$ 250
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria. Motor NISSAN TK20. Motor MITSUBISHI 4d30.	\$ 478,52
Ventas	Catálogo de productos, producción de videos explicativos y campañas en redes sociales.	\$ 700
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3128,52</b>

**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

## 13 CONCLUSIONES

- Al identificar los procedimientos que se realizan en la empresa, también se obtiene todo tipo de problemas o situaciones que puedan generar defectos en la producción. Esto es esencial realizarlo para posteriormente corregirlo y que al final se obtenga un producto de buena calidad, permitiendo jerarquizar los fallos y priorizar las mejoras en los mismos.
- Al utilizar herramientas que son de análisis y de mejoras en los procesos productivos, permiten la solución de problemas en el manejo de producción y de los elementos que se relacionan con la elaboración del producto. Siendo la misma la metodología DMAIC, la cual se basa en 5 fases que permiten reducir defectos y mejorar los tiempos en las líneas productivas.
- Se puede deducir que un estudio de factibilidad, es una herramienta que nos permitió estimar los beneficios que obtendrá la empresa por medio de las propuestas de mejoras, en sí, la inversión que se realiza no es de altos costos, y realizando los debidos cálculos determinamos que se puede recuperar lo invertido en un tiempo aceptable de 6 meses con 26 días, aunque el tiempo establecido del proyecto es para 1 año.

## 14 RECOMENDACIONES

- Es necesario crear un nivel de criterio en la identificación de fallos, para así poder priorizar las mejoras de los elementos más importantes, también es recomendable centrarse en la información de campo que nos puedan brindar los propios trabajadores, ya que son los que día a día pasan en la empresa.
- El uso de herramientas de análisis, son de gran ayuda, pero también podemos recomendar que se debe utilizar herramientas gráficas, ya que permiten generar criterios visibles e identificar más rápido la necesidad de mejoras. En toda empresa siempre serán bienvenidas las propuestas de mejoramiento que tengan que ver con resultados de aumento de calidad del producto.
- Con el estudio de factibilidad realizada y determinados los criterios, dejamos una tesis en la cual, recomendamos aplicar esta propuesta a la empresa dado que la recuperación de la inversión es a corto plazo.

## 15 BIBLIOGRAFIA

- addlink software científico. (2020, S/N S/N). *addlink software científico*. Retrieved Febrero 28, 2021, from addlink software científico: <https://www.addlink.es/productos/minitab-statistical-software#descripcion>
- Ag, L. (2017, S/N S/N). *AGTecno3*. Retrieved from AGTecno3: <https://www.ladrillostecno3.com/los-diferentes-tipos-de-ladrillos-utilizados-en-la-construccion/>
- Arias, A. S. (S/N, S/N S/N). *economipedia*. Retrieved from economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Arnoletto, E. J. (2000). El Diagrama Causa-Efecto. In E. J. Arnoletto, *Eduardo Jorge Arnoletto* (p. 70). Juan Carlos Martínez Coll.
- Bertrand L. Hansen, P. M. (1990). Análisis de Capacidad del Proceso. In P. M. Bertrand L. Hansen, *CONTROL DE CALIDAD TEORIA Y APLICACIONES* (p. 199). Madrid: Díaz de Santos.
- Betancourt, D. F. (2016, Agosto 04). *Ingenioempresa*. Retrieved Febrero 28, 2021, from Ingenioempresa: <https://ingenioempresa.com/grafico-de-control/>
- Bruno Mejias Pellegrini, S. S. (2020, Mayo 04). *KAIZEN INSTITUTE*. Retrieved from Cuida tu dinero: <https://cl.kaizen.com/blog/post/2020/05/04/estrategia-lean-six-sigma-5-fases-para-lograr-la-excelencia-en-los-negocios.html>
- C., J. D. (2006, FEBRERO 23). *Pymesfuturo.com*. Retrieved FEBRERO 28, 2021, from Pymesfuturo.com: <https://www.pymesfuturo.com/pri.htm>
- CurioSfera Historias. (2020, Noviembre 02). *CurioSfera*. Retrieved from CurioSfera: <https://curiosfera-historia.com/historia-ladrillo-inventor-origen/>
- EAE Business School. (2018, Enero 26). *EAE Business School*. Retrieved from EAE Business School: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/van-que-es-y-para-que-sirve/>
- Eckes, G. (2004). Historia del six sigma. In G. Eckes, *EL SIX SIGMA PARA TODOS* (pp. 20-21). Bogota: Norma.
- Economipedia. (2021, S/N S/N). *Economipedia*. Retrieved from Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/flujograma.html>
- ESAN. (2019). *CONEXIONESAN*. Retrieved from CONEXIONESAN: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/la-metodologia-six-sigma/>
- Fermín Gómez Fraile, J. F. (2003). EL SEIS SIGMA. In J. F. Fermín Gómez Fraile, *SEIS SIGMA* (p. 42). Madrid: FC EDITORIAL.
- Fernández, M. A. (2003). Flujogramas. In M. A. Fernández, *El Control, Fundamento de la Gestión por Procesos Y la Calidad Total* (p. 105). Madrid: ESIC Editorial.
- GEO Tutoriales. (2017, Marzo 03). *GEO Tutoriales*. Retrieved from GEO Tutoriales: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>



- Guerrero, J. (2017, Octubre 11). *Leanroots*. Retrieved Febrero 28, 2021, from Leanroots: <https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/11/capacidad-del-proceso-cp-cpk-cpm-cpkm/>
- Ingeniería Industrial Online. (2019, 10 2019). *Ingeniería Industrial*. Retrieved 01 2021, from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/capacidad-de-procesos/>
- IVE Consultores. (S/N, S/N S/N). *IVE Consultores*. Retrieved from IVE Consultores: <https://iveconsultores.com/diagrama-de-flujo/>
- Lanzadigital. (2016, Mayo 18). *Lanzadigital*. Retrieved from Lanzadigital: <https://www.lanzadigital.com/cultura/vive-tu-museo-analizara-fragmentos-de-ladrillos-de-adobe-del-yacimiento-ibero-del-cerro-de-las-cabezas/>
- Lopez, B. S. (2019, Octubre 22). *INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE*. Retrieved from INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>
- LOPEZ, B. S. (2019, Octubre 22). *Ingenieriaindustrialonline*. Retrieved from Ingenieriaindustrialonline: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/que-es-six-sigma/>
- Maria, A. (2018, Julio 18). *wordpress*. Retrieved from wordpress: <https://arevalomaria.wordpress.com/2014/07/18/1-historia-del-six-sigma-sixsigma/>
- Morales, V. V. (S/N, S/N S/N). *economipedia*. Retrieved from economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Pablo Juan Verdoy, J. M. (2006). GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS. In J. M. Pablo Juan Verdoy, *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones* (p. 143). Castellón de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Paul G. Keat, P. K. (2004). Tasa interna de retorno. In P. K. Paul G. Keat, *Economía de empresa* (p. 573). Mexico: Person Educacion .
- QUICHIMBO, N. M. (2010). *DEFINICIÓN DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN SEMIINDUSTRIAL DE LADRILLOS EN LA PARROQUIA SUSUDEL*. CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- REYES, E. (2019, JUNIO 05). *Emprendedorinteligente*. Retrieved Febrero 28, 2021, from Emprendedorinteligente: <https://www.emprendedorinteligente.com/periodo-de-recuperacion-de-la-inversion/>
- Riquelme, M. (2016, Septiembre 27). *Web y Empresas*. Retrieved from Web y Empresas: <https://www.webyempresas.com/el-punto-de-equilibrio-en-la-empresa/>
- Rosey, J. C. (2013, Mayo 10). *Gestiopolis*. Retrieved from Gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/calidad-concepto-y-filosofias-deming-juran-ishikawa-y-crosby/>
- Sanchez, R. J. (2007). El concepto de produccion . In R. J. Sanchez, *Lecciones de economia Maritima* (p. 65). Oleiros (La Coruña): NETBIBLO.
- Significados.com. (2013, S/N S/N). *Significados*. Retrieved from Significados: <https://www.significados.com/produccion/>
- Significados.com. (2017, Mayo 11). *Significados.com*. Retrieved Febrero 28, 2021, from Significados.com: <https://www.significados.com/costo->

beneficio/#:~:text=La%20relaci%C3%B3n%20costo%2Dbeneficio%20es,tomar%20en%20t%C3%A9rminos%20de%20compra.

SUMA, S. (2020, S/N S/N). *EVOLUCION LADRILLO*. Retrieved from EVOLUCION LADRILLO:  
<https://www.evolucionladrillo.com/que-sabes-del-ladrillo-hueco/27/La-evolucion-del-ladrillo-a-lo-largo-de-la-historia>

## 16 ANEXOS

### Datos de las personas que desarrollaron el proyecto de investigación.

#### Datos del tutor del Proyecto.

#### TUTOR

**Nombres:** Gabriel Arturo

**Apellidos:** Pazmiño Solys

**Teléfono/Celular:** 0984909238

**Correo Electrónico:** gabriel.pazmino16000@utc.edu.ec

**Perfil del Tutor.** Doctor en Ingeniería Industrial, Master en Proyectos Sociales y Productivos, Diplomado en Planificación Educativa y Diseño Curricular, Ingeniero de Empresas e Ingeniero Mecánico. Experiencia Docente y en funciones Administrativas a nivel de Instituciones de Educación Superior y empresas privadas. Autor y coautor de artículos científicos en revistas indexadas a nivel nacional e internacional. Participante de congresos, simposios y congresos a nivel nacional e internacional, Revisor académico de revistas científicas indexadas. Miembro de comités editoriales y científicos de revistas indexadas.

#### Datos de los estudiantes autores del proyecto.

#### ESTUDIANTE 1

#### INFORMACION:

**Nombres:** Wagner Adrián

**Apellidos:** Achanga Campoverde

**Lugar de nacimiento:** Nueva Loja – Lago Agrio – Sucumbios.

**Fecha de nacimiento:** 06 de marzo de 1996

**Numero de Cedula:** 2100544812

**Dirección:** General Farfán – Vía Colombia.

**Teléfono:** 06 2336053

**E-mail:** [wagner.achanga4812@utc.edu.ec](mailto:wagner.achanga4812@utc.edu.ec)

#### ESTUDIOS REALIZADOS:

**Primaria:** Escuela Fiscal Mixta “Consejo Provincial”.

**Secundaria:** Unidad Educativa Nacional “Napo”

**ESTUDIANTE 2****INFORMACION:**

**Nombres:** Wilmer Darío

**Apellidos:** Cedeño Alegría.

**Lugar de nacimiento:** La Joya de los Sachas

**Fecha de nacimiento:** 04 de octubre de 1995

**Numero de Cedula:** 2200120935

**Dirección:** Barrio 9 de octubre.

**Teléfono:** 06 2497129

**E-mail:** [wilmer.cedeno0935@utc.edu.ec](mailto:wilmer.cedeno0935@utc.edu.ec)

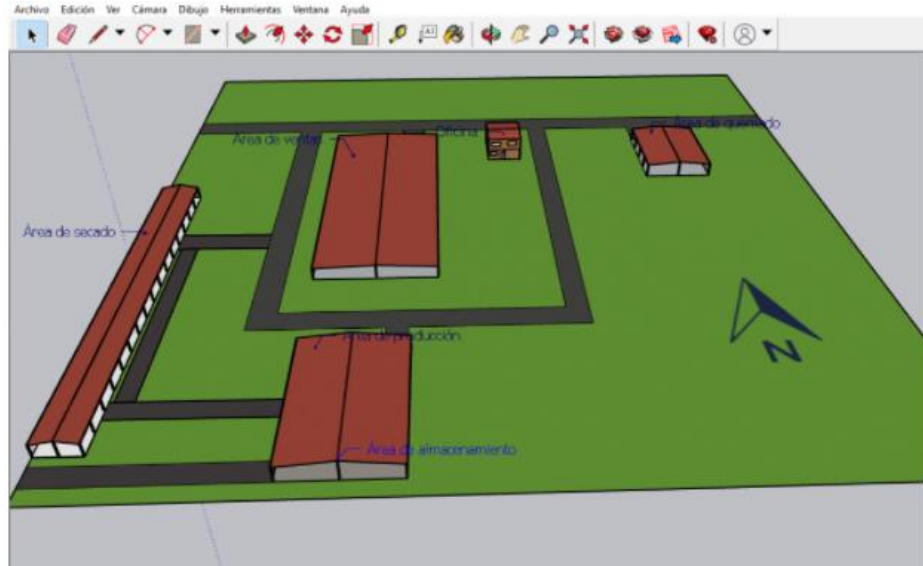
**ESTUDIOS REALIZADOS:**

**Primaria:** Escuela Fiscal Mixta “Rio Chinchipe”.

**Secundaria:** Colegio Nacional Técnico “12 de febrero”

**Gráficos creados en el software Google Sketchup 2020.**

**Gráfico 38. Vista Superior de la empresa “Ladrillera de Lago”**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 39. Vista Lateral Derecha de la empresa en 3D.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.

**Gráfico 40. Vista Lateral Izquierda de la empresa en 3D.**



**Elaborado por:** Achanga W. Cedeño W.