



## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**“ESTUDIO PARA LA APLICACIÓN DE MÉTODOS Y TIEMPOS,  
EN LA UNIDAD PRODUCTORA DE ADOQUINES DEL  
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN  
CHAMBO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD.”**

**AUTOR: Ing. Fabián Marcelo Chugñay Cargua**

**Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo,  
presentado ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH,  
como requisito parcial para la obtención del grado de**

**Magíster en Gestión Industrial y Sistemas Productivos**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

Agosto 2016



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### CERTIFICACIÓN:

#### EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado “Estudio para la aplicación de Métodos y Tiempos, en la Unidad Productora de Adoquines del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo y su incidencia en la productividad”, de responsabilidad del Ing. Fabián Marcelo Chugñay Cargua ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

\_\_\_\_\_  
Ing. Oswaldo Martínez Guashima MSc.  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
Ing. Jorge Freire Miranda MSc.  
DIRECTOR

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
Ing. Carlos Álvarez Pacheco Mg.  
MIEMBRO

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
Ing. Diego Machado Oleas. Mg.  
MIEMBRO

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
**DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Riobamba, Agosto 2016

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Fabián Marcelo Chugñay Cargua, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Ing. Fabián Marcelo Chugñay Cargua

C.I. 060360539-5

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, FABIAN MARCELO CHUGÑAY CARGUA, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, agosto de 2016

---

FABIAN MARCELO CHUGÑAY CARGUA

CI: 060360539-5

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el motor pionero de mi vida y por hacer realidad todos los sueños y metas que me he propuesto.

A mi amada esposa Carina Elizabeth Soria, por el apoyo incondicional brindado y por su infinita paciencia.

A mis hijos Dánnita Kristell y Isaac Marcelo, ya que han sido el motor principal para alcanzar este logro.

A mi padre Marcelo Chugñay, madre Olga Cargua por la gran ayuda y colaboración prestada siempre, por su ejemplo y perseverarían que me han inculcado en todo tiempo.

A mis hermanos, Magaly, Angélica, Vanesa y Manfredy por su apoyo incondicional que siempre me han prestado en todo tiempo.

Fabián Marcelo

## **AGRADECIMIENTO**

Por el apoyo brindado al Ing. Jorge Freire en calidad de tutor de tesis de grado, por guiarme en el desarrollo del mismo sin ninguna reserva.

A el Ing. Carlos Álvarez e Ing. Diego Machado quiénes fueron parte fundamental en la terminación de este proyecto de tesis, debido al aporte de sus conocimientos como tutores.

Al GAD Municipal de Chambo, a la planta de adoquines, principalmente al Dr. Iván Rodrigo Pazmiño Alcalde del GAD quién me abrió sus puertas y me brindó todas las facilidades para el desarrollo de este proyecto de tesis.

Fabián Marcelo

## **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue la aplicación de técnicas de ingeniería de métodos en la elaboración de adoquines en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo, con el fin de incrementar la producción de adoquines para cumplir con la demanda requerida de 770.000 adoquines, en cuanto a su competencia que corresponde al sector urbano. Para ello se procedió al levantamiento de información sobre la situación actual de fabricación de adoquines, se tomó y registró tiempos de cada una de las actividades del proceso, se calculó tiempos estándares y el respectivo takt time y con ellos se pudo identificar que el mezclado y vibro compactado era el cuello de botella. Se lo realizó bajo simulación con la implementación de nueva maquinaria como la vibro-compactadora y mezcladora, se realizó un nuevo plan agregado de producción con el que se demostró que haciendo uso de métodos y tiempos se logrará cubrir con la meta trazada por el GAD del cantón Chambo. Concluyendo de esta manera que la propuesta realizada es factible y viable implementarla, mejorando la productividad de 3459 a 10.594 unidades de adoquines, esto se comprobó bajo la Prueba T Student con el 95% de confiabilidad. Se recomienda capacitar a los operarios para un mejor manejo de la maquinaria.

**Palabras clave:** <PRODUCTIVIDAD>, <ADOQUIN TIPO CRUZ>, <INGENIERIA DE MÈTODOS>, <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <TECNOLOGIA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES>

## **SUMMARY**

The objective of the research was the application of engineering techniques in developing methods cobblestones in the Decentralized Autonomous Government of the canton Chambo, with the purpose to increase production to meet demand required of 770.000 cobblestones for competence correspondsto the urbansector. To do this proceeded to gather information on the current situation of manufacturing cobbletones, it was taken and record times of each of the activities of the process, standard times and the respective takt time was calculated and thus began identify that mixing and vibrocompat was bottleneek. Then under simulation, with the implementation of new equipment such as vibro-compaction and mixing was made a new aggregate plan of production that showed that using the methods and times managed to meet the goal set by the GAD of the canton plan was made Chambo. Thus concluding that proposal made is feasible and viable to implement, improving productivity of 3.459 to 10.594 units of cobblestones, it was found under the T-student test with 95% cofidence. It is recommended to train operators for better handling machinery.

**Keywords.** Productivity, cross – shape cobblestone, methods engineering, technology and science of engineer, technology of industrial process

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>2</b>
1. EL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Sistematización del problema.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. General.....	3
1.4.2. Específicos.....	3
1.5. Justificación.....	4
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>5</b>
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.1.1. Historia de la ingeniería de métodos.....	5
2.2. Estudio de la ingeniería de métodos.....	5
2.3. Estudio del trabajo.....	6
2.3.1. Técnicas del estudio del trabajo.....	8
2.3.2. Etapas fundamentales para establecer el estudio del trabajo.....	8
2.4. Métodos de estudio de movimientos.....	9
2.5. Estudio de tiempos.....	10
2.5.1. Métodos de los tiempos.....	10
2.5.2. Objetivos del estudio de los tiempos.....	10
2.6. Estudio de métodos.....	11
2.6.1. Objetivos del estudio de los métodos.....	12
2.6.2. Procedimiento del estudio de los métodos.....	12
2.7. Medición del trabajo.....	12
2.7.1. Tiempo estándar.....	13
2.7.2. Técnicas para medir el trabajo.....	14
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>16</b>
3. GENERALIDADES INSTITUCIONALES.....	16
3.1. Reseña histórica del cantón Chambo.....	16
3.1.1. Logotipo y slogan.....	16
3.1.2. Objetivos institucionales.....	17
3.1.3. Misión.....	18

3.1.4.	Visión.....	18
3.1.5.	Estructura.....	19
3.2.	Marco situacional del municipio del cantón Chambo, Provincia de Chimborazo..	19
3.2.1.	Análisis interno.....	19
3.2.2.	Análisis externo.....	21
3.3.	Área de producción.....	22
3.3.1.	Líneas de producción.....	22
3.3.2.	Capacidad instalada.....	22
3.3.3.	Distribución en planta.....	23
3.3.4.	Sistema de producción.....	23
3.3.5.	Lote de producción.....	23
3.4.	Estudio del método.....	23
3.4.1.	Registro de los hechos.....	24
3.4.2.	Tipo de producción.....	24
3.4.3.	Proceso de elaboración del adoquín actualmente.....	24
3.5.	Diagrama de proceso.....	25
3.6.	Estudio de tiempos mediante el uso del cronómetro.....	26
3.6.1.	Cálculo del número de observaciones.....	26
3.7.	Valoración del ritmo de trabajo.....	28
3.7.1.	Método de nivelación.....	28
3.7.2.	Determinación de los tiempos suplementarios.....	29
3.7.3.	Tiempo estándar.....	32
3.8.	Cálculo del Takt Time para una orden de producción.....	33
3.9.	Tiempo promedio de producción.....	35
3.10.	Cantidad total de producción diaria de adoquín.....	36
3.11.	Determinación de los costos de producción.....	36
3.11.1.	Materia prima directa.....	37
3.11.2.	Mano de obra directa.....	37
3.11.3.	Costos indirectos de fabricación por unidad.....	38
3.12.	Planificación agregada de la producción del proceso actual.....	40
3.13.	Comportamiento de la demanda.....	40
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>43</b>
4.	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	43
4.1.	Objetivos.....	43
4.1.1.	General.....	43
4.1.2.	Específicos.....	43
4.2.	Importancia.....	44

4.3.	Factibilidad .....	44
4.4.	Viabilidad .....	44
4.4.1.	Recursos humanos .....	44
4.4.1.	Recursos materiales.....	45
4.5.	Proyección de resultados .....	46
4.5.1.	Establecimiento de tiempos propuestos .....	46
4.5.2.	Determinación de los tiempos suplementarios .....	47
4.6.	Tiempo promedio de producción.....	49
4.7.	Cantidad total de producción diaria de adoquines .....	50
4.8.	Costo de producción .....	50
4.8.1.	Materias primas directas .....	50
4.8.2.	Mano de obra directa .....	51
4.8.3.	Costos indirectos de fabricación por unidad.....	51
4.8.4.	Determinación del costo de producción.....	52
4.9.	Planificación agregada de la producción aplicando la propuesta .....	53
4.10.	Viabilidad financiera dela inversión .....	55
4.11.	Medición de la productividad .....	56
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>58</b>
5.	RESULTADO DEL PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS.....	58
5.1.	Hipótesis .....	58
5.2.	Resultados de productividad.....	58
5.3.	Pruebas de normalidad.....	59
5.4.	Prueba TStudent .....	59
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>62</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A. ADOQUINERA DE LA MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CHAMBO**

**ANEXO B. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADOQUIN**

**ANEXO C. COMPACTACIÓN DEL ADOQUÍN**

**ANEXO D. ALAMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL**

**ANEXO F. DIAGRAMA DE RECORRIDO 1**

**ANEXO G. DIAGRAMA DE RECORRIDO 2**

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1-3.</b> Datos técnicos del adoquín huella cruz.....	22
<b>Tabla 2-3.</b> Número de observaciones en el proceso de mezclado, moldeado, .....	27
<b>Tabla 3-3.</b> Tiempo cronometrado inicial.....	28
<b>Tabla 4-3.</b> Tiempos suplementarios para la dosificación .....	29
<b>Tabla 5-3.</b> Tiempos suplementarios dosificación.....	30
<b>Tabla 6-3.</b> Tiempos suplementarios moldeados.....	30
<b>Tabla 7-3.</b> Tiempos suplementarios vibro compactación.....	31
<b>Tabla 8-3.</b> Tiempos suplementarios apilamiento.....	31
<b>Tabla 9-3.</b> Tiempos suplementarios vibro curado .....	32
<b>Tabla 10-3.</b> Tiempo suplementario de secado al aire .....	32
<b>Tabla 11-3.</b> Cálculo del tiempo estándar.....	33
<b>Tabla 12-3.</b> Cálculo del takt time .....	34
<b>Tabla 13-3.</b> Tiempo del ciclo para la fabricación de adoquines .....	35
<b>Tabla 14-3.</b> Materia prima directa.....	37
<b>Tabla 15-3.</b> Mano de obra directa .....	38
<b>Tabla 16-3.</b> Materiales indirectos .....	38
<b>Tabla 17-3.</b> Costos indirectos.....	39
<b>Tabla 18-3.</b> Costos de producción.....	39
<b>Tabla 19-3.</b> Plan agregado de producción inicial .....	42
<b>Tabla 1-4.</b> Matriz de marco lógico de la propuesta .....	45
<b>Tabla 2-4.</b> Proyección de resultados de la propuesta .....	46
<b>Tabla 3-4.</b> Determinación del tiempo estándar en el proceso .....	47
<b>Tabla 4-4.</b> Propuesta del takt time.....	48
<b>Tabla 5-4.</b> Tiempos de procesos en la aplicación de las propuestas.....	49
<b>Tabla 6-4.</b> Materia prima directa.....	51
<b>Tabla 7-4.</b> Costo de mano de obra directa propuesta .....	51
<b>Tabla 8-4.</b> Propuesta de costos indirectos de fabricación por unidad .....	52
<b>Tabla 9-4.</b> Propuesta de costo de producción por para.....	52
<b>Tabla 10-4.</b> Planificación agregada de la producción aplicando la propuesta.....	54
<b>Tabla 11-4.</b> Flujo de caja mensual.....	55
<b>Tabla 12-4.</b> Flujo de caja mensual.....	56
<b>Tabla 1-5.</b> Productividad por operario situación inicial- situación propuesta.....	58
<b>Tabla 2-5.</b> Prueba de normalidad .....	59

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-3.</b> Logotipo del GAD municipal del Cantón Chambo .....	17
<b>Figura 2-3.</b> GAD del Cantón Chambo .....	17
<b>Figura 3-3.</b> Estructura del GAD municipal Chambo.....	19
<b>Figura 4-3.</b> Adoquín huella cruz .....	22
<b>Figura 5-3.</b> Tiempo estándar del ciclo de fabricación.....	35
<b>Figura 6-3.</b> Costo de producción.....	39
<b>Figura 7-4.</b> Takt time con la aplicación dela propuesta .....	49

<b>Figura 8-4.</b> Propuesta del costo de producción .....	53
<b>Figura 9-5.</b> Prueba T student.....	60

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo realizar el estudio para la aplicación de métodos y tiempos, en la unidad productora de adoquines del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chambo para incrementar su nivel de productividad. Sin embargo existe una relación entre los procesos empíricos que se llevan a cabo en la unidad productora y el requerimiento real de métodos, técnicas que sustenten las actividades orientadas a la mejora de la productividad.

La unidad productora no cuenta con un método de control, registro de datos, no realiza contabilidad de costos, de tal manera que no se determina con exactitud cuál es la cantidad de producción y el control estadístico del mismo.

Con la finalidad de contribuir a mejorar la productividad de la unidad productora de adoquines, en la que se implementará un estudio de los métodos y tiempos del trabajo para la mejora de sus operaciones y procesos donde el resultado obtenido será la reducción del tiempo y aumento en la producción.

## CAPITULO I

### 1. EL PROBLEMA

#### *1.1. Planteamiento del problema.*

En la actualidad el estado ecuatoriano otorga a los Gobiernos Autónomos descentralizados (GAD) una competencia que permite llegar a los objetivos institucionales, estratégicos y presupuestarios en el desarrollo de actividades productivas, donde existe la participación de los ciudadanos para mejorar las relaciones de gobernabilidad y la toma de decisiones con relación a las políticas sociales, ambientales y económicas.

Se parte de la premisa de una participación gubernamental local en la actividad económica directa particularmente en la de carácter industrial como es el caso del GAD de Chambo, con el emprendimiento de la producción industrial de adoquines. Abordando a la unidad productiva del GAD Chambo se enfoca el estudio en la producción, que se ve afectada por la falta de un estudio técnico que optimice los recursos disponibles, por el elevado costo de producción, por la inexistencia de valoraciones previas en la medición del trabajo que deben ser calculadas mediante las herramientas técnicas disponibles.

Lo anteriormente expuesto es un problema puntual, ya que la empresa carece de un sistema adecuado de medición que facilite el manejo y control de los procesos; por lo que se hace urgente la aplicación técnica acorde a las necesidades de los procesos; identificado como las acepciones más comunes en los términos productividad, eficiencia y eficacia.

#### *1.2. Formulación del problema*

¿Cómo inciden la aplicación de métodos y tiempos en la planta productora de adoquines, en el desarrollo institucional del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Chambo Provincia de Chimborazo?

### ***1.3. Sistematización del problema***

- ¿Qué sustento teórico posee la aplicación de métodos y tiempos en la empresa de producción industrial?
- ¿Cuál es el diagnóstico actual de los procesos de producción de la empresa productora de adoquines del GAD Chambo?
- ¿Cómo se aplicaría los métodos y tiempos en la unidad productora de adoquines del GAD Chambo?
- ¿Cuál es el impacto en el rendimiento económico con la aplicación de tiempos y movimientos en la unidad productora de adoquines del GAD Chambo?

### ***1.4. Objetivos***

#### ***1.4.1. General***

Realizar el estudio para la aplicación de métodos y tiempos en la Unidad Productora de Adoquines del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo para incrementar su nivel de productividad.

#### ***1.4.2. Específicos***

- Describir el sustento teórico que tiene la aplicación de métodos y tiempos en la empresa de producción industrial.
- Realizar un diagnóstico actual de los procesos de producción de la empresa productora de adoquines del GAD Chambo.
- Aplicar los métodos y tiempos en la unidad productora de adoquines del GAD Chambo, y medir el impacto en la productividad.

### ***1.5. Justificación***

Ecuador en su Constitución Política del Estado garantiza a los Gobiernos locales autonomía política, administrativa y financiera, basada en distintos principios de salubridad, equidad interterritorial y participación ciudadana, lógicamente subordinada al orden político. En tal virtud, el Gobierno Autónomo descentralizado Municipal de Chambo con base en el compromiso de contribuir al fomento, protección de los intereses locales y encargado de desarrollar emprendimientos con ejecución directa, ha tenido la acertada iniciativa de ser una unidad productora de adoquines. Esta joven actividad municipal tiene una acertada participación, ya que la puesta en marcha de tal proyecto, genera efectos positivos por ser el producto uno de los principales elementos utilizados en el desarrollo vial. A más de generar divisas y empleo, concibe efectos positivos en las comunidades aledañas en cuanto a infraestructura vial y sociocultural. Por tanto el presente trabajo, se enfoca en el estudio de los procesos mediante la aplicación de los métodos y tiempos, generando así un mayor beneficio. Es también conveniente señalar, cuán importante es definir lo que significa la productividad y la eficiencia en la producción efecto de la aplicación de una adecuada técnica.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### *2.1. Antecedentes*

##### *2.1.1. Historia de la ingeniería de métodos*

El estudio de la ingeniería de métodos se inició en la década de 1856 - 1915, donde Frederick Winslow Taylor fue el promotor de la organización científica del trabajo. En 1878 realiza las primeras observaciones sobre el trabajo en una industria de acero y una serie de estudios sobre los tiempos y remuneraciones de un trabajador funcional. Es por esto que se le conoce como el fundador del estudio de los tiempos quien empleo tan solo un cronómetro para el estudio del contenido del trabajo con la finalidad de obtener una jornada justa.

En el siglo XVIII Perronet realiza sus estudios acerca de la fabricación de alfileres iniciando así el estudio de tiempos en una empresa. En el siglo XIX en el que se desarrolla el concepto de tarea donde se propone que la administración debería encargarse de la planificación del trabajo el mismo que debía tener un estándar de tiempo para un operario calificado.

En el año de 1932, el término Ingeniería de Métodos que lo desarrollo H.B.Maynard y lo consideró como una técnica que somete a una cierta parte del trabajo a un análisis con el fin de eliminar toda operación innecesaria y encontrar el método más eficaz.

##### *2.2. Estudio de la ingeniería de métodos.*

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que éste se realice en el menor tiempo posible y con una menor inversión de dinero por cada unidad producida.

Así también la ingeniería de métodos es una técnica que se encarga de aumentar la productividad del trabajo, desechando todo desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo, al obtener beneficios y facilidad en cada tarea para mejorar la calidad de los productos.

El objetivo final del estudio de métodos es el aumento de los beneficios de la empresa analizando:

- Materias primas, herramientas, consumibles.
- Espacios, edificios, depósitos, almacenes, instalaciones.
- Tiempos
- Esfuerzos, tanto mentales como físicos, a fin de utilizar racionalmente todos los medios disponibles, (Caso, 2006: p.14)

La Westinghouse Electric Corporation, en un programa de análisis de operaciones, establece las siguientes etapas para obtener los mejores resultados:

1. Exploración preliminar
2. Justificación y determinación del grado de intensidad del análisis.
3. Realización de los diagramas de procesos pertinentes.
4. Estudio de los diferentes enfoques para el análisis.
5. Decisión sobre si está justificada el análisis de movimientos.
6. Comparación del nuevo método propuesto con el que todavía está en uso.
7. Presentación del método propuesto.
8. Chequeo de la implantación.
9. Corrección de tiempos.
10. Realización del seguimiento del nuevo método, (Caso, 2006: p.15)

### ***2.3. Estudio del trabajo***

El estudio del trabajo comprende dos técnicas; el estudio de métodos y el estudio de tiempos o medición del trabajo, que comprende el examen crítico sistemático de los modos existentes y de proyectos y la manera de cómo llevar a cabo un trabajo.

Los objetivos persiguen los siguientes fines:

- Su fin es la normalización del método.
- Incremento en la calidad de vida y mejoramiento de la sociedad, (Villa y Quesada, 2007: p.67)

El estudio del trabajo define a ciertas técnicas que son utilizadas para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla, (Caso, 2006: p.14)

Así también comprende el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades realizadas.

Por tanto el estudio del trabajo tiene por objetivo examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. La relación entre productividad y estudio del trabajo es evidente. Si gracias al estudio del trabajo se reduce el tiempo de realización de cierta actividad en un 20% simplemente como resultado de una nueva ordenación o simplificación del método de producción y sin gastos adicionales, la productividad aumentara en un valor correspondiente a un 20%. Para captar cómo el estudio del trabajo reduce los costos y el tiempo que se tarda en cierta actividad, es necesario examinar más detenidamente en qué consiste ese tiempo, (OIT, 1996)

El estudio del trabajo tiene dos aspectos muy importantes y bastante diferenciados:

1. Encontrar un mejor modo de realizar una tarea.
2. Determinar cuánto se debe tardar en esa tarea.

Aspectos importantes y útiles en el estudio del trabajo

- Medio para el crecimiento en la productividad de una empresa, fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, así también el método requiere poco o ningún desembolso de dinero para su instalación.
- Método sistemático en la que se obliga a realizar el análisis intensivo en todos los factores que están inmerso dentro de la eficiencia de una operación.
- Es el estudio más exacto que se conoce hasta este tiempo para establecer normas de rendimiento, factor importante para la planificación y el control eficaz en la producción.
- Contribuye a mejorar la seguridad y las condiciones del trabajo al poner de manifiesto todas las operaciones de riesgo, estableciendo métodos seguros para la ejecución de las operaciones.

- El mejoramiento económico del resultado de la aplicación correcta del método se desarrolla de inmediato y permanece constante mientras dure las operaciones de la forma reorganizada y mejorada.
- Instrumento que se puede ejecutar en todas partes, dando excelente resultado en cualquier lugar donde se desarrolle un trabajo manual, instalaciones, oficinas, laboratorios, comercios, industrias auxiliares, explotaciones agropecuarias y talleres de fabricación.
- Es relativamente bajo en costos y de fácil aplicación.
- Uno de los instrumentos de investigación más incidentes que dispone la dirección, ya que al realizar la investigación de un grupo de problemas se encuentran las deficiencias de las demás funciones que repercuten en ellos.

### ***2.3.1. Técnicas del estudio del trabajo***

El estudio del trabajo comprende dos técnicas que son:

**Estudio de métodos:** Comprende el registro y el exámen crítico sistemático de todos los modos de realizar las actividades con el propósito de realizar mejoras, es decir está relacionado con la disminución del contenido de trabajo de la ejecución de una tarea.

**Medición del trabajo:** Permite la implementación de técnicas para determinar el tiempo que emplea un trabajador calificado en realizar una tarea según una norma de rendimiento ya preestablecido.

### ***2.3.2. Etapas fundamentales para establecer el estudio del trabajo***

**Seleccionar:** el trabajo que se realizará el estudio.

**Registrar:** Recolectar todos los datos más importantes del proceso utilizando técnicas apropiadas para ser analizados.

**Examinar:** Todos los sucesos que se han registrado de forma crítica según el propósito de la actividad.

**Establecer:** El método más eficiente de acuerdo a las circunstancias y la manera de establecer las técnicas de gestión así como todos los aportes de cada uno que interviene en la actividad como es el supervisor, el dirigente el trabajador y otros, para llevar a cabo una discusión y análisis en beneficio a la actividad.

**Evaluar:** Todos los resultados que se han obtenido con la implementación del nuevo método y ser comparado con el trabajo necesario.

**Definir:** El nuevo método y el tiempo respectivo para ser presentado de manera verbal o por escrito a todas las personas a quienes concierne.

**Implementar:** El método establecido, con las personas interesadas.

**Controlar:** La implementación del nuevo método realizando un seguimiento de los resultados que se obtienen y de esta manera compararlos. (Salazar,2016)

#### ***2.4. Métodos de estudio de movimientos***

El estudio de movimientos ofrece un gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana. Podemos ahorrar el costo total de un elemento del trabajo eliminándole, combinando elementos de una tarea con elementos de otra, reorganizando los elementos de una tarea para facilitarla, simplificando la tarea poniendo componentes y herramientas cerca de su punto de uso, colocando de antemano componentes y herramientas, prestando ayuda mecánica o reduciendo los elementos de trabajo de modo que consuman menos tiempo.

En la reducción del costo, la simplificación es el procedimiento que requiere más tiempo, además que su ahorro es pequeño si se compara con la eliminación y combinación de elementos, que a todo esto se lo conoce como simplificación de trabajo o la fórmula de reducción de costos.

Los estudios de movimientos aplican los principios de la economía de movimientos para diseñar estaciones de trabajo cómodas para el cuerpo humano y eficiente en su operación.

Los estudios de movimientos han mejorado la calidad de la vida laboral de una manera difícil de creer. Los mecanismos de transporte de materiales han quitado peso al trabajo así como otras máquinas ahorran el esfuerzo físico que se exigía a nuestros antepasados y lo han reemplazado con lo que hacemos mejor; pensar, resolver problemas, emprender acciones correctivas y estar atentos a la operación, (FRED, E, Meyers, 2000: p. 3)

El estudio de movimientos es un análisis detallado del método de trabajo que son los siguientes:

1. Encontrar el mejor método de trabajo.
2. Fomentar en todos los empleados la toma de conciencia sobre los movimientos.
3. Desarrollar herramientas, dispositivos y auxiliares de producción económicos y eficientes.
4. Ayudar en la selección de nuevas maquinarias y equipo.
5. Capacitar a los empleados nuevos en el método preferido.

6. Reducir esfuerzo y costos, (FRED, E, Meyers, 2000: p. 6)

## ***2.5. Estudio de tiempos***

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

### ***2.5.1. Métodos de los tiempos.***

Hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato.

Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

### ***2.5.2. Objetivos del estudio de los tiempos***

El estudio de métodos persigue diversos propósitos los más importantes son:

- Estandarizar los procesos
- Mejorar los procesos y procedimientos
- Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar del trabajo
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria
- Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra
- Aumentar la seguridad, (Villa y Quesada, 2007: p.70)

## **2.6. Estudio de métodos.**

En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis con el fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos, (Villa y Quesada, 2007: p.67)

El estudio de métodos busca simplificar la tarea y establecer métodos más económicos para efectuarla. Es el medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces para efectuar mejoras y reducir costos, (Villa y Quesada, 2007: p.67)

También se lo define como al registro y al exámen crítico, sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos.

El campo de estas actividades comprende: el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para fabricar un producto después de que haya sido proyectado, (Caso, 2006: p.14)

Comprende registrar y realizar un exámen crítico sistemático de las diferentes formas de realizar las actividades, con la única finalidad de efectuar mejoras.

El estudio de método se trata de ocho etapas que son:

**Seleccionar** la actividad que se pretende estudiar y poner sus límites.

**Registrar** todos los hechos más importantes que estén directamente en la actividad así también todos los datos recabados que sean necesarios.

**Examinar** de una manera crítica, la forma en la que se ejecutara el trabajo, con qué fin se realiza, el lugar determinado, ejecución ordenada del desarrollo y los métodos a ser utilizados.

**Establecer** el método más eficiente, económico y práctico mediante el consenso del personal.

**Evaluar** las diferentes alternativas para la ejecución del nuevo método para realizar una comparación de costo-eficacia entre el actual y nuevo método.

**Definir** el nuevo método de manera muy clara y presentar a todas las personas quienes estén inmersas.

**Implementar** el nuevo método de manera normal y capacitar a todo el personal que lo han de utilizar.

**Controlar** el desarrollo del nuevo método para evitar que se retorne al método anterior

### ***2.6.1. Objetivos del estudio de los métodos***

- Mejorar todos los procesos, procedimientos, diseño de los equipos y el de sus instalaciones.
- Reducir el esfuerzo humano.
- Creación de un ambiente de trabajo agradable y mejorar sus condiciones.
- Ahorro en el uso de materiales, máquinas y la mano de obra.

### ***2.6.2. Procedimiento del estudio de los métodos.***

- Selección la actividad o trabajo que se quiere mejorar
- Registrar todos los sucesos de las actividades.
- Analizar los sucesos observados.
- Realizar un análisis con criterio para aportar nuevas ideas para la obtención de un nuevo método.
- Implementación del método.

### ***2.7. Medición del trabajo.***

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que interviene un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

La medida de trabajo sirve para investigar, reducir y eliminar, si es posible, el tiempo improductivo, que es aquel tiempo en el que no se realiza trabajo productivo alguno, sea cual sea

la causa. Una vez conocido este tiempo improductivo, se pueden tomar medidas para eliminarlo o al menos minimizarlo.

La medida de tiempo se ha utilizado generalmente para reducir el tiempo improductivo imputable al trabajador (ausencias injustificadas, retrasos, ritmo lento, trabajo con escasa calidad que obliga a reprocesos o achatarramientos, inobservancia de las normas de seguridad que dan lugar a accidentes), mientras que el tiempo improductivo imputable a la dirección, que es mucho más dilatado (falta de normalización, diseños mal concebidos, falta de planificación, suministro de materias primas y herramienta inadecuadas, mantenimiento de maquinaria y equipos escasos y mal concebido, no obligar a la cumplimiento de las normas de seguridad e higiene, políticas de ventas que exigen un número excesivo de cambios de referencia, etc.) se pasa por alto, (Caso, 2006: pp.16-17)

### **2.7.1. *Tiempo estándar***

Dentro de la medida de trabajo, además de revelar los tiempos improductivos, sirve para fijar los tiempos estándares de ejecución de una determinada tarea, que podrán ser utilizadas en:

1. Evaluar el desempeño del trabajador comparando la producción real durante un período de tiempo dado con la producción estándar calculada por aplicación de la medida de trabajo.
2. Planificar las necesidades de mano de obra para cualquier producción futura.
3. Calcular la capacidad disponible.
4. Determinar costos de un producto. Los estándares obtenidos mediante la medida de trabajo son uno de los datos necesarios para el cálculo de los costos de producción.
5. Evaluar los distintos procedimientos de trabajo; al considerar diferentes métodos para un trabajo, la medida del mismo puede proporcionar la base para la comparación.
6. Realizar diagramas de operaciones; uno de los datos de partida para la realización de diagramas de sistemas, es el tiempo.
7. Establecer incentivos.

El buen funcionamiento de la empresa va a depender, en muchas ocasiones, de que las diversas actividades enunciadas estén correctamente resueltas, y esto dependerá de la bondad de los tiempos calculados, (Caso, 2006: p.17)

### **Aplicaciones del Tiempo estándar.**

- Ayuda a la planeación de la producción, los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en conjetura o adivinanzas.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo.
- Ayuda a formular un sistema de costos estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora/ nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra presupuestarán los costos de artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.
- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándares serán el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

#### **2.7.2. Técnicas para medir el trabajo.**

El procedimiento técnico empleado en calcular el tiempo de ejecución de una tarea consiste en determinar el llamado tiempo tipo o tiempo estándar, que es el tiempo que necesita un trabajador calificado y motivado para realizar la tarea tomándose los descansos correspondientes, para recuperarse de la fatiga y para sus necesidades personales.

Es de finir los siguientes conceptos básicos:

**TR= Tiempo de reloj**

Es el tiempo que invierte el operario para realizar la tarea encomendada y que se mide mediante un cronometro (no se toman en cuenta los tiempos de descanso de operario ni por fatiga ni por necesidades personales).

**FR= Factor de ritmo o actividad**

Este concepto surge de la necesidad de corregir las diferencias que se producen al existir trabajadores rápidos, normales y lentos al ejecutar una misma tarea.

Se calcula al comparar el rito de trabajo de un trabajador cualquiera con el de un operario capacitado, normal y conocedor de dicha tarea.

**TN= Tiempo normal**

Es el tiempo medido por el cronómetro que un operario capacitado conocedor dela tarea y desarrollándola a un ritmo normal, invertiría en la realización de la tarea objeto del estudio. Su valor es: **TN= TR x FR.**

**K= Suplementos de trabajo**

Es preciso que el operario realice paradas en su trabajo para recuperarse de la fatiga producida al realizar la tarea y para atender a sus necesidades personales.

Estos periodos de inactividad, que son un tanto por ciento del TN, se valoran de acuerdo con las características del trabajador y de la tarea, **Suplementos = TN x K = TR x FR x K**

**Tp = Tiempo estándar**

Es el tiempo necesario para que un trabajador capacitado y conocedor de su tarea la realice a un tiempo normal; añadiendo los suplementos correspondientes por fatiga y por atenciones personales, (Caso, 2006: pp.19-20)

## CAPITULO III

### 3. GENERALIDADES INSTITUCIONALES

#### *3.1. Reseña histórica del cantón Chambo*

El cantón Chambo constituye uno de los asentamientos más antiguos de la provincia, la fecha de fundación data de alrededor del año de 1817, cuando el cura de este pueblo, José Joaquín Chiriboga y Villavicencio, en la inscripción de las partidas de los libros suprimió la A inicial de Axamba y escribió solo Chambo, y a partir de este año se pronuncia simplemente Chambo, siendo esta su fecha de fundación.

Pasaron los años y Chambo fue declarada parroquia, con la promulgación de la Ley de División Territorial del 27 de Mayo de 1878 en la Asamblea. Constituyente firmada en la Sala de Sesiones de Ambato cuyo texto constitucional en su artículo 6 dice: El cantón de Riobamba, consta de las parroquias: El Sagrario, Yaruquíes, San Luís, Punín, Chambo, Pungalá, Licto,

Cebadas, Guamote, Palmira, Columbe, Cajabamba, Calpi, San Juan, Licán, Pangor, Pallatanga. El Presidente de la Asamblea José María Urbina. Finalmente, Chambo fue elevado a la categoría de cantón el 14 de Marzo de 1988 en la presidencia del Ingeniero León Febres Cordero, y publicado en el Registro Oficial N. 896 del 18 de Marzo de 1988, como justo reconocimiento al esfuerzo de sus habitantes y para dar mayor atención a sus necesidades básicas, ( Nuñez, 2008)

#### *3.1.1. Logotipo y slogan*



**Figura 1-3.** Logotipo del GAD municipal del Cantón Chambo  
Fuente: GAD Chambo



**Figura 2-3.** GAD del Cantón Chambo  
Fuente: GAD Chambo.

### **3.1.2. Objetivos institucionales**

Son objetivos de la gestión por procesos:

1. Procurar el bienestar de la colectividad y contribuir al fomento y protección de los intereses locales.
2. Planificar e impulsar el desarrollo físico del Cantón y de sus áreas urbanas y rurales.
3. Acrecentar el espíritu de integración de todos los actores sociales y económicos, el civismo y la confraternidad de la población para lograr el creciente progreso del Cantón.
4. Coordinar con otras entidades, el desarrollo y mejoramiento de la cultura, la educación, la asistencia social, turismo, medio ambiente y seguridad ciudadana.

5. Investigar, analizar y recomendar las soluciones más adecuadas a los problemas que enfrenta el municipio, con arreglo a las condiciones cambiantes, en lo social, político, cultural y económico.
6. Establecer las competencias municipales y recomendar la adopción de técnicas de gestión racionalizada y empresarial, con procedimientos de trabajo competitivo tendiente a profesionalizar y especializar la gestión del GAD Municipal de Chambo.
7. Auspiciar y promover la realización de reuniones permanentes para discutir los problemas municipales mediante uso de mesas redondas, seminarios, talleres, conferencias, simposios, cursos y otras actividades de integración y trabajo.
8. Capacitar al Talento Humano en el conocimiento de organización interna institucional, su normatividad y funcionalidad, orientado al mejoramiento de los servicios y la atención ciudadana prevista en la gestión municipal.
9. Mejorar y ampliar la cobertura de servicios de forma paralela al mejoramiento de la administración con el aporte de la comunidad, (Romero, 2012)

### **3.1.3. Misión**

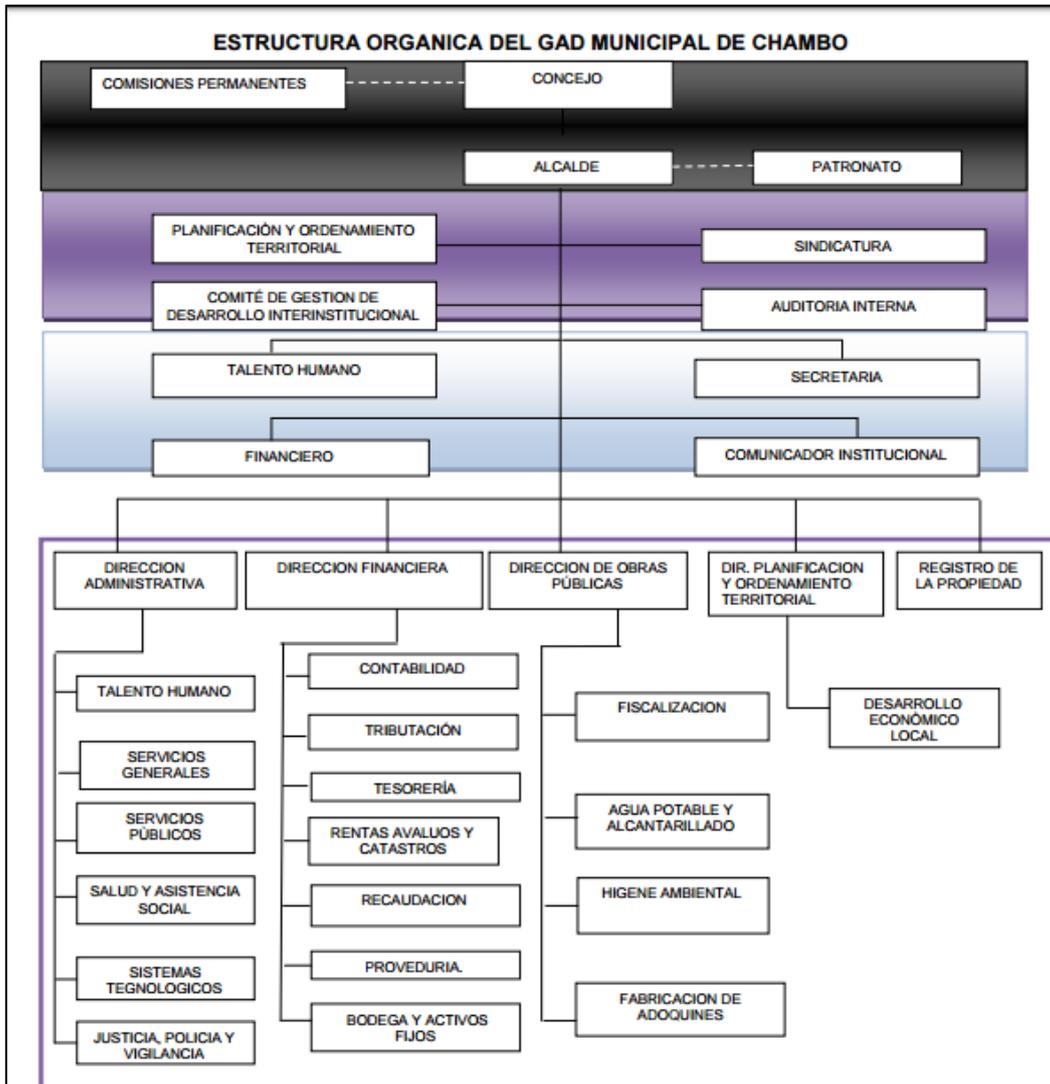
Planificar programas, planes y proyectos a ser implementados mediante las acciones de desarrollo del Gobierno Local. Dinamizar los proyectos de obras y servicios con calidad y oportunidad, asegurando el desarrollo social y económico de la población, con la participación directa y efectiva de los diferentes actores sociales, dentro de un marco de transparencia y ética institucional y el uso óptimo de sus recursos. (Municipio, 2013)

### **3.1.4. Visión**

Posicionar al cantón como un destino turístico competitivo provincial, basado en la sostenibilidad de los recursos y la diversificación de la oferta turística que permita dinamizar la economía y el desarrollo cantonal.

### 3.1.5. Estructura

Estructura orgánica funcional, reglamento orgánico, base legal que la rige, regulaciones y procedimientos internos aplicables a la entidad; las metas y objetivos de las unidades administrativas de conformidad con sus programas operativos.



**Figura 3-3.** Estructura del GAD municipal Chambo

Fuente: GAD Chambo proyecto de reforma a la ordenanza de estructura Orgánico-Funcional.

## 3.2. Marco situacional del municipio del cantón Chambo, Provincia de Chimborazo

### 3.2.1. Análisis interno

“El Municipio del Cantón Chambo es la sociedad política autónoma subordinada al orden jurídico constitucional del Estado, cuya finalidad es bien común local y, dentro de éste y en forma primordial, la atención de las necesidades de la ciudad, del área metropolitana y de las

parroquias rurales de la respectiva jurisdicción. Es una persona de derecho público, con patrimonio propio y con capacidad para realizar los actos jurídicos que fueren necesarios para el cumplimiento de sus fines en la forma y condiciones que determina la Constitución y la ley.

A la Municipalidad le corresponde, cumpliendo con los fines que le son esenciales, satisfacer las necesidades colectivas del vecindario, especialmente las derivadas de la convivencia urbana cuya atención no compete a otros organismos gubernativos; y, dentro de los fines le corresponde planificar e impulsar el desarrollo físico del cantón y sus áreas urbanas y rurales.

Las municipalidades son autónomas, salvo lo previsto en la constitución y la ley. EL Gobierno cantonal estará a cargo del concejo Municipal con facultades normativas cantonales, de planificación, consultivo y de fiscalización, presidido por el Alcalde, quien además es el representante legal de la municipalidad en forma conjunta con el procurador síndico.

El Concejo Cantonal de Chambo, está conformado por siete concejales, cuatro de ellos son varones y tres mujeres, elegidos por votación directa y que dentro de lo que esta atribuido y prohibido al concejo tiene la facultad de legislar a través de ordenanzas, dictar acuerdos y resoluciones de acuerdo con su competencias y en entre otras las de aplicar, mediante ordenanzas los tributos Municipales creados expresamente por la ley.

La ley de régimen Municipal manifiesta en lo referente a los ingresos municipales son los tributarios, no tributarios y empréstitos y dentro de los impuestos más representativos, tenemos los referentes a la propiedad urbana y rural, esto establece que la municipalidades realicen en forma obligatoria, actualizaciones generales de catastros y de la valoración de la propiedad urbana y rural cada bienio. La Municipalidad del cantón Chambo, en cumplimiento a las disposiciones legales de fecha 27 de septiembre del 2004, realizo por primera vez en el año 2005 un levantamiento de catastro directo en el área urbana y rural ya que anteriormente solo existía un listado de propiedades urbanas y rurales con información base emitidas por la DINAC que consistía en el nombre del predio, código y un avaluó en lo referente al sector rural y en lo urbano con trabajo en el sector uno y dos realizado por la Municipalidad en los años 90 y 94 según la normativa que establece tanto la ley de régimen Municipal como el código tributario, que nos sirvió de base para aplicar la normativa legal establecida en la ley de régimen municipal y poder establecer con los principios de justicia 6 Ley orgánica de régimen

Municipal. 2007. ART. 25. 35 la valoración de la tierra , pero que sin embargo de igual manera aumento los problemas catastrales ya que hasta la actualidad subsisten muchos de ellos como son: duplicidad y triplicidad de cartas de un mismo predio, cambio en los nombres de los propietarios, una excesiva valoración de los suelos tanto del área rural como urbana, asignación en exceso de predios, la no determinación exacta de las tipologías del suelo; y, esto conlleva a un excesivo aumento de los impuestos prediales urbanos y rurales que influyo en el descontento de la ciudadanía y además con una débil posición política del concejo en no asignar los recursos necesarios para realizar un trabajo técnico. En la actualidad la Municipalidad del cantón Chambo, existe una jefatura de avalúos y catastros, con un jefe de avalúos y catastros , una secretaria y tres personas capacitadas en la materia , de los cuales dos personas realizan el trabajo informático y la otra el trabajo de campo. Se dispone de una red informática buena que permite el trabajo dentro del área de catastros, se cuenta con mapas dibujados a mano del área urbana y pocos del área periférica y rural, los cuales son alineados cada vez que el contribuyente se acerca a la municipalidad a realizar algún trámite.” (Pazmiño, 2012)

### **3.2.2. Análisis externo.**

La Municipalidad del cantón Chambo tiene la obligación de brindar a la comunidad un servicio de calidad no solamente en el campo de la obra pública sino también en la facilidad de los diferentes trámites administrativos internos que van a generar confianza y credibilidad en la Institución, como son:

La actualización catastral, es uno de los factores en donde se mide la calidad de servicio de la entidad, puesto que realizada de una manera técnica, en el tiempo necesario con una información ágil, real y eficiente. La falta de eficiencia en este servicio perjudica de sobremanera a la entidad ya que disminuye los ingresos municipales a través de los tributos, conllevando al aumento indiscriminado de la cartera vencida; así como a la valoración de la tierra no se sujetaría a los principios de equidad y justicia, esto conlleva a la crear problemas legales por del control de la contraloría general del Estado. “La municipalidad no contaría con una herramienta de planificación, de consulta de la historia de dominio actualizado de los contribuyentes , de bienes municipales georeferenciados, no podríamos servir a la ciudadanía en forma ágil con los cambios de dominio inmediatos en tiempo real, de obras , y de todos los servicios que oferta la municipalidad para poder desarrollar todos sus servicios con eficiencia y calidad , seguiríamos con un presupuesto irreal perjudicando a la sociedad de seguir

distrayendo los recursos económicos de inversión en el gasto corriente tributado y sobre todo no existiría un control ciudadano a la gestión municipal de sus autoridades.” (Pazmiño, 2012)

### 3.3. Área de producción

#### 3.3.1. Líneas de producción.



**Figura 4-3.** Adoquín huella cruz  
Fuente: <http://www.gobiernodechambo.gob.ec>

#### Adoquín huella cruz

Las características del adoquín que produce la planta es la siguiente:

Su forma es prismática y caras lisas que se produce de manera mecanizada en moldes

**Tabla 1-3.** Datos técnicos del adoquín huella cruz

<b>ADOQUIN HUELLA CRUZ</b>		
DATOS TECNICOS	Unidades	Medidas
Medida según normas (AxBxC)	cm.	22 x 34 x 8
Piezas x m <sup>2</sup>	Piezas/m <sup>2</sup>	22
peso promedio por pieza	Kg.	7,3
Peso por m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	160,6
Resistencia promedio a compresión de la pieza	kg./cm	30
Absorción media	%	< 7

Fuente: Planta de adoquines Chambo

#### 3.3.2. Capacidad instalada

La capacidad de producción de la planta es 280 adoquines por día.

La producción en la fábrica se realiza mediante requerimientos de la administración del GAD del departamento de planificación. Según el cronograma de atención a los diferentes barrios de la ciudad de Chambo, en lista para ser atendidos en lo que adoquinado se refiere.

### **3.3.3. *Distribución en planta***

Distribución en planta obedece a una distribución por proceso. Las operaciones del mismo tipo se realizan dentro del mismo sector, los puestos de trabajo se sitúan por funciones repetidas. En ninguna sección los puestos de trabajo son iguales, el material se desplaza entre puestos diferentes secciones, el itinerario permanece fijo. Sin opción a versatilidad: pero para el tipo de adoquín que se fábrica, se considera como la distribución más adecuada por tratarse de fabricación intermitente bajo requerimiento del departamento de planificación del GAD Chambo, facilitándose la programación de los puestos de trabajo al máximo de carga posible.

### **3.3.4. *Sistema de producción***

El sistema de producción de la planta productora de adoquines del GAD Municipal, se encuentra planificada mediante requerimientos del departamento de planificación, determinado por el número de kilómetros que se encuentran programado adoquinar en los distintos barrios que han solicitado el requerimiento, en los que intervienen en el proceso manufactura de una cantidad específica de adoquines, en los que se recopilan los tres elementos de producción como son: Materia prima aplicable, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, los cuales se acumulan en una orden de trabajo.

- La orden de producción se realiza mediante las condiciones específicas de cada uno de los barrios del cantón. De lo anterior expuesto es imposible formular un juicio sobre la eficiencia o no de la unidad productora, puesto que no tiene disponible indicadores que nos permita emitir un juicio.

### **3.3.5. *Lote de producción.***

Los lotes de producción que generalmente encarga planificación a la planta productora de adoquines se encuentran en un promedio de 280 adoquines diarios.

## **3.4. *Estudio del método***

Para el estudio del método iniciamos seleccionando la orden de producción a efectuarse, de este modo realizar la planeación de acuerdo la siguiente orden:

- Análisis método actual de trabajo
- Descripción actividades en el trabajo
- Resumen de resultados.

#### **3.4.1. Registro de los hechos**

Una vez se ha seleccionado el proceso de producción de adoquines actual, se pasa a la siguiente etapa del estudio del método, es decir, se llevará a cabo el registro de la información referente al procedimiento actual asegurándose que la información sea confiable, pues el registro de los hechos constituye la base sobre la cual se efectúa el análisis y examen del tiempo que se invierte en la manufactura del adoquín, y sobre esta información, llevarles a un tratamiento análisis, evaluar la misma y sobre esto tomar decisiones importantes para cambios en la producción encaminadas al mejoramiento y optimización de recursos.

#### **3.4.2. Tipo de producción**

El tipo de producción utilizada es producción continua, puesto que estandariza el producto, tratando de evitar las pausas, y la distribución de sus máquinas y herramientas se encuentran en forma lineal, por lo que cada producto es manufacturado de manera idéntica, evitando al máximo la variabilidad de unidades de adoquín.

#### **3.4.3. Proceso de elaboración del adoquín actualmente**

Se inicia con la orden de pedido de las diferentes materias primas con la selección de uno de los diversos proveedores estos se realiza el departamento de compras del GAD municipal de Chambo, los mismos que mediante experiencias anteriores, ya se conoce calidad, precio, del cual se eligen tres de ellos para realizar la evaluación tomando en cuenta variables como la calidad y precio.

En cuanto a las especificaciones técnicas los materiales pétreos para la elaboración de los adoquines previo a su utilización se debe elaborar un análisis de laboratorio para hacer un ensayo de abrasión o desgaste del material los mismos que tienen que tener más del 52% de buena calidad

tanto en finos como en gruesos para la elaboración del adoquín se asegura que la resistencia que debe tener 350 Kg. /cm<sup>3</sup> de resistencia, de acuerdo a las necesidades técnicas.

El proceso de elaboración del adoquín requiere de los siguientes procesos:

**a. Dosificación.-** la dosificación depende del tipo de requerimiento técnico del adoquín, pues este debe tener una resistencia establecida, en donde requiere una ración de cemento y aditivos que se encuentra en función de la resistencia del mismo.

#### **b. Mezclado de material**

Esta operación empieza con el traspaso de los materiales del lugar de almacenamiento en carretillas hacia la mezcladora, donde permanecen en movimiento 6 minutos.

#### **c. Moldeado**

A partir de que el material se encuentra ya mezclado, el mismo se conduce por medio de carretillas hacia la máquina de donde se llenan los moldes de material mezclado.

#### **d. Vibro compactación**

Una vez que se encuentran llenos los moldes en la máquina de viro compactación, se procede a prensar y vibrar.

#### **e. Secado al aire libre**

Una vez vibrados los adoquines se procede a desmoldarlos y se transporte al área de secado libre sobre tableros de madera.

#### **f. Curado**

Los adoquines expuestos al secado libre, se procede a curarlos mediante humedecido constante con agua, con un sistema tipo lluvia.

### ***3.5. Diagrama de proceso***

Es una representación gráfica del proceso de producción en forma secuencial de las actividades, mediante símbolos, que nos brindan información necesaria para realizar un análisis de las actividades con las distancias recorridas, con la finalidad de reconocer falencias e inconvenientes que se producen cuando se ejecuta el proceso de producción, mediante la descripción gráficas de las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenaje.

### ***3.6. Estudio de tiempos mediante el uso del cronómetro***

En el diagrama de procesos se procede a tomar los tiempos con la técnica del cronómetro, puesto que es la técnica que determina la medición del tiempo con gran precisión, partiendo de 7 observaciones, el tiempo necesario para llevar cada uno de los procesos de producción de adoquín, con la orden de producción No. 017621

Para la toma de esta decisión se tomó en cuenta las siguientes razones:

- Cada una de las operaciones de la producción de adoquín ya se encuentran estandarizadas por tratarse de producción continua.
- Existe descontento del departamento de planificación de GAD en la producción de adoquín para la terminación de las obras correspondientes.
- Ciertos procesos se han vuelto lentos, por lo que, ocasiona retrasos en las demás operaciones, creando tiempos, tanto en el talento humano como en la maquinaria.

#### ***3.6.1. Cálculo del número de observaciones.***

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

**Tabla 2-3.** Número de observaciones en el proceso de mezclado, moldeado, vibro compactación

Pruebas	Tiempo (min)	t <sup>2</sup>
1	13	169
2	12,4	153,76
3	11,9	141,61
4	12,2	148,84
5	11	121
6	11,6	134,56
7	13	169
<b>TOTAL</b>	<b>85,1</b>	<b>1037,77</b>

Realizado por: Fabián Chugñay.2016

Se han realizado un total de 7 observaciones del proceso de mezclado, moldeado y vibro compactación.

Nivel de confianza del 95%

Margen de error = 5%

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

Siendo:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones.

$40$  = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{7(1037,77) - 85,10^2}}{85,10} \right)^2 = 4.94 = 5$$

Del cálculo anterior por el método estadístico tenemos que, necesitamos realizar 5 observaciones o registros de tiempos cronometrados.

**Tabla 3-3.** Tiempo cronometrado inicial

Dosificación	Mezclado	Moldeado	Vibro compactación	Apilamiento	Curado	Secado al aire
0,80	1,80	0,98	5,20	0,30	0,23	0,30
0,90	1,78	0,94	5,30	0,22	0,24	0,22
0,78	1,79	0,99	5,40	0,23	0,23	0,23
0,88	1,72	1,00	5,70	0,30	0,31	0,30
0,90	1,88	0,97	5,23	0,39	0,32	0,39

Realizado por: Fabián Chugñay. 2016

### **3.7. Valoración del ritmo de trabajo**

La valoración, siempre el juicio del especialista forma parte fundamental de la estimación de la cadencia del trabajo. Sin embargo en este módulo abordaremos una serie de métodos que han generado buenos resultados en su aplicación en diferentes procesos.

#### **3.7.1. Método de nivelación**

Este método de valoración considera cuatro (4) factores: **habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.**

La habilidad. Es el aprovechamiento al seguir un método dado de calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo esta calificación, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

El esfuerzo. Se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

Las condiciones. Son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc.

Tal como se mencionó en la definición de la valoración del ritmo, el desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100% de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidos por el especialista.

De esta manera se determinará si un operario ejecutó la operación a un 125%, 120%, 95%, 88% etc. y se procederá a suavizar por correlación con un rendimiento del 100%.

### 3.7.2. *Determinación de los tiempos suplementarios*

Las tablas que a continuación se presentan, se basan en información facilitada por la empresa Peter Steel and Lotetners extraída de (Kanawaty, 2012), publicado por la OIT. Los suplementos de descanso pueden determinarse utilizando las tablas de tensiones relativas y la tabla de conversión de puntos (Niebel y Freivalds, 2013).

En el artículo correspondiente al Estudio del Trabajo, se describen en detalle las causas asignables al trabajador, al trabajo o aquellas que no pueden ser asignadas, que ocasionan que el tiempo básico (tiempo normal) no corresponda a la referencia real para establecer estimaciones estándar de producción.

La tabla de postura, se utiliza para determinar, si el trabajador debería tener un suplemento adicional de descanso en función de la posición en la que se encuentra a la hora de realizar su trabajo, también se tiene en cuenta, si manipula carga de forma fácil o complicada.

**Tabla 4-3.** Tiempos suplementarios para la dosificación

<b>ACTIVIDAD: DOSIFICACIÓN</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie	4%

Por concentración intensa, trabajo fatigoso	2%
Trabajo por carga	6%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>21%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

Para dosificar los materiales directos el trabajador tiene la necesidad de levantar pesos, como son los materiales agregados, cemento y aditivos, de tal manera que el trabajo con carga invierte el 6%.

**Tabla 5-3.** Tiempos suplementarios dosificación

<b>ACTIVIDAD: MEZCLADO</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie con esfuerzo	4%
Vibración	6%
Ruido	6%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>25%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

En el proceso de mezclado, es operario tiene que soportar ruido y vibración, teniendo uno de los mayores porcentajes de suplementos como son el 6% por vibración y ruido.

**Tabla 6-3.** Tiempos suplementarios moldeados.

<b>ACTIVIDAD: MOLDEADO</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie con esfuerzo	2%
Por concentración intensa, trabajo fatigoso	2%
Posesión inclinada	2%
Trabajo de precisión	2%
Trabajo monótono	1%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>18%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

Esta actividad concierne al llenado de moldes, para luego ser vibrados, mientras tanto existe ruido y vibraciones de la mezcladora, tiene posesión incomoda, y de esfuerzo físico y concentración. Logrando los siguientes porcentajes de suplementos indicados en la tabla.

**Tabla 7-3.** Tiempos suplementarios vibro compactación

<b>ACTIVIDAD: VIBROCOMPACTACIÓN</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie	2%
Por concentración intensa, trabajo fatigoso	2%
Posesión inclinada	2%
Trabajo de precisión	2%
Ruido	6%
Vibración	6%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>29%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

Cuando el operario realiza este proceso, se expone a dos tipos de ruido al de la mezcladora y a la vibro compactadora de tal forma que este factor tiene dos porcentajes muy altos.

**Tabla 8-3.** Tiempos suplementarios apilamiento

<b>ACTIVIDAD: APILAMIENTO</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie	2%
Por concentración intensa	2%
Por caminar con carga	6%
Trabajo monótono	1%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>20%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

El mayor porcentaje de suplemento en este proceso el que requiere esfuerzo físico, es el caminar con carga. Que tiene mayor porcentaje 6%.

**Tabla 9-3.** Tiempos suplementarios vibro curado

<b>ACTIVIDAD: CURADO</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie	2%
Trabajo monótono	1%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>12%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

Este proceso riega agua en forma de lluvia para mantener húmedo al adoquín, los mayores tiempos suplementarios son los constantes que son el 5 y 4% ANEXO1.

**Tabla 10-3.** Tiempo suplementario de secado al aire

<b>ACTIVIDAD: SECADO AL AIRE</b>	
<b>SUPLEMENTOS</b>	
<b>Constantes</b>	
Por necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
<b>Variables</b>	
Por trabajar de pie	1%
<b>Suplementos por actividad de almacenaje</b>	<b>10%</b>

Fuente: (OIT) Introducción al Estudio del trabajo.

Esta operación es la más sencilla de todo el proceso, en donde no se requiere esfuerzo físico, únicamente el producto húmedo, se seca para esperar a ser utilizado, aun así es parte del proceso.

### 3.7.3. *Tiempo estándar*

Una vez calculado el valor el tiempo suplementario de las operaciones de cada actividad procedemos al cálculo del tiempo estándar. El tiempo estándar para una operación dada es el

tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado. Algebraicamente sería de la siguiente manera:

$$TE = (TN)(1 + S)$$

Donde:

TE = Tiempo estándar o tiempo tipo

TN = Tiempo normal

S = Suplementos o tolerancias en %

En base al tiempo suplementario se realizan los cálculos del tiempo estándar, tomando en cuenta los más usuales factores que actúan en el trabajo, sin tomar en cuenta la utilización de vestimenta o guantes.

**Tabla 11-3.** Cálculo del tiempo estándar

	Dosificación	Mezclado	Moldeado	Vibro compactación	Apilamiento	Curado	Secado al aire	Total
<b>Promedio (min.)</b>	0,85	1,79	0,98	5,37	0,26	0,27	0,26	9,78
<b>Suplementos %</b>	0,21	0,25	0,18	0,29	0,20	0,12	0,10	1,35
<b>T.E./lote (min.)</b>	1,03	2,24	1,15	6,92	0,32	0,30	0,29	12,25
<b>T.E por adoquín (min.)</b>	0,17	0,37	0,19	1,15	0,05	0,05	0,05	2,04

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016.

### **3.8. Cálculo del Takt Time para una orden de producción.**

Se define como takt time la cadencia a la cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente. En el presente caso el departamento de planificación del GAD Municipal

tiene el registro de la demanda, a través de los barrios a ser atendidos, en cuanto a las vías de acceso denominados la partida “Adoquinado vehicular”.

**Tabla 12-3.** Cálculo del takt time

<b>ADOQUINERA DEL GAD CHAMBO</b>								
<b>TACKT TIME</b>								
Adoquín	Fecha:	8-Mar-16	Demanda	770.000	und			
1	Takt Time:	8	Hrs al Día	8	hr			
No. De Orden	No. Operadores	4	Mín al Día	480				
De Prueba	Plazo de entrega		Total minutos	172800				
			Takt Time	0,224				
	<b>Dosificación</b>	<b>Mezclado</b>	<b>Moldeado</b>	<b>Vibro compactación</b>	<b>Apilamiento</b>	<b>Curado</b>	<b>secado al aire</b>	<b>Total</b>
<b>Promedio (min.)</b>	0,85	1,79	0,98	3,37	0,26	0,27	0,26	7,78
<b>suplementos %</b>	0,21	0,25	0,18	0,29	0,20	0,12	0,10	1,35
<b>Tiempo estándar/lote (min.)</b>	1,03	2,24	1,15	4,34	0,32	0,30	0,29	9,67
<b>Tiempo estándar por adoquín (min.)</b>	0,17	0,37	0,19	0,72	0,05	0,05	0,05	1,61
<b>Takt time</b>	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	

Fuente: Planta de adoquines GAD Chambo.

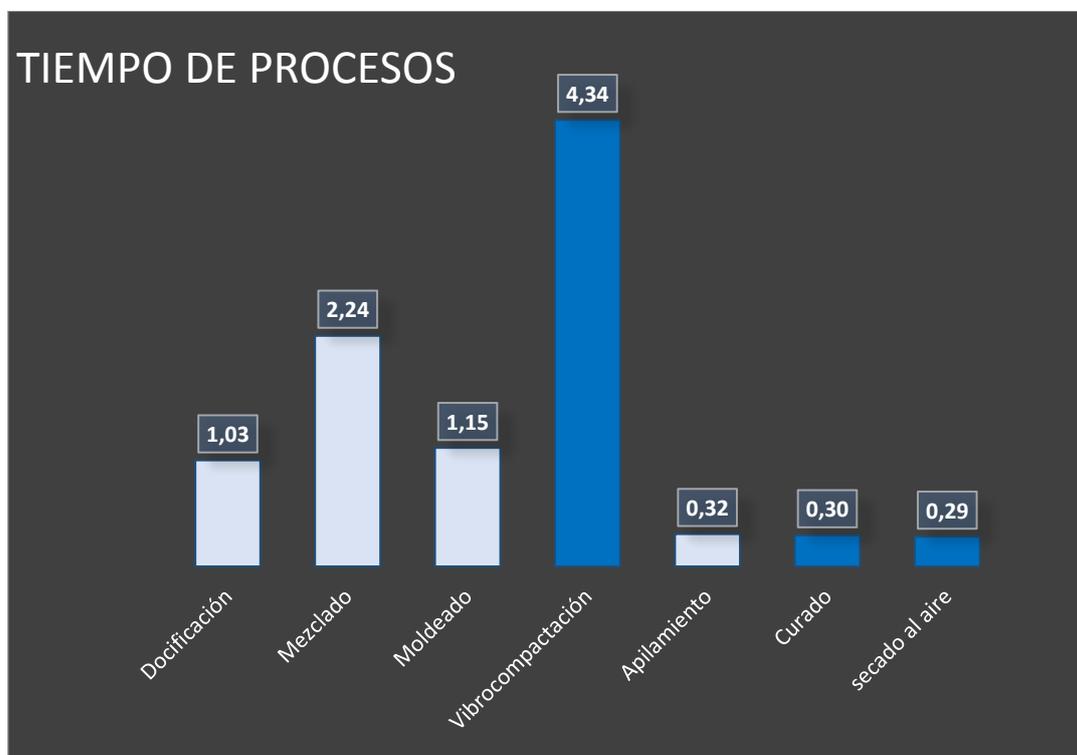
Con un takt time actual de 1.61 minutos por adoquín el GAD no podrá cumplir el cronograma de trabajo, para la obra de adoquinado en los barrios señalados. De tal manera que se necesita una alternativa de productividad, para poder cubrir a cabalidad el presente requerimiento.

Tiempo necesario para la fabricación de los primeros 6 adoquines corresponde a:

**Tabla 13-3.** Tiempo del ciclo para la fabricación de adoquines

No.	Operación	6 unid. (min.)	1 unidad adoquín (min.)	Cuello de botella
1	Dosificación	1,03	0,17	
2	Mezclado	2,24	0,37	X
3	Moldeado	1,15	0,19	
4	Vibro compactación	4,34	0,72	X
5	Apilamiento	0,32	0,05	
6	Curado	0,30	0,05	
7	Secado al aire	0,29	0,05	
T	TOTAL	9,67	1,61	

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016.



**Figura 5-3.** Tiempo estándar del ciclo de fabricación

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016.

### 3.9. Tiempo promedio de producción

Para calcular el tiempo promedio de producción de cada adoquín la siguiente ecuación:

$$9,67 + 4,34X = 480$$

$$x = 108.32 \text{ para de 6 adoquines}$$

Donde:

Tiempo de ciclo del primer lote = 9,67 minutos

Proceso con tiempo más largo = 4.34 minutos

Cantidad de para de 6 adoquines = X

Tiempo total de operación diaria en minutos = 480 minutos.

### **3.10. Cantidad total de producción diaria de adoquín**

Para determinar la cantidad total de producción diaria sumamos el tiempo de ciclo que se tarda el primer ciclo producido, más la cantidad producida a partir del primer ciclo de 6 adoquines dándonos un total de adoquines

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{480}{X} = \frac{480}{109,32} = 4.32 \text{ minutos por lote de 6 adoquines}$$

El tiempo de producción de un adoquín es de 0,73 minutos cada adoquín.

### **3.11. Determinación de los costos de producción**

Observamos que para las actividades de mayores tiempos corresponden a mezclado y vibrado, esto se debe a que la maquina mezcladora y la vibradora apenas tienen una capacidad de 6 adoquines por lote, lo que es reconocido como cuello de botella, pues el takt time hace un cálculo, para satisfacer la demanda se necesita que el adoquín se fabrique en 0,22 minutos.

El costo de producción son todos los costos que incurren en el proceso de industrialización del adoquín transformando las materias primas en productos elaborados. Son tres elementos los que integran el costo de producción: materia prima directa, mano de obra directa y cargos indirectos.

### 3.11.1. Materia prima directa

La materia prima directa es el primer elemento del costo de producción y para la empresa de adoquín de nuestro estudio tenemos al cuero que corresponde a gran porcentaje de constitución del adoquín. Así mismo la planta del ha tomado dentro de la clasificación de la materia prima directa.

**Tabla 14-3.** Materia prima directa.

<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>				
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad kg</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
<b>1</b>	agregados (gravilla y arena)	0,22	0,3	0,07
<b>2</b>	Cemento	0,11	7,6	0,01
				<b>0,08</b>

**Realizado por:** Fabián Chugñay, 2016.

La materia prima directa se encuentra cuantificada por cada para de adoquín, un valor de \$0,08 dólares.

### 3.11.2. Mano de obra directa

Se encuentra en el departamento de producción, operarios que intervienen en todos y cada uno de los procesos de producción, es decir en la planta de producción de adoquín.

**Tabla 15-3.** Mano de obra directa

MANO DE OBRA										
No.	Puesto	SUELDO	BENEFICIOS SOCIALES							
			Aporte Patronal	D. Tercero	D. Cuarto	F. de Reserva	Vacaciones	Sueldo + B. sociales	Costo /Hora	Costo /minuto
1	Operario 1	366	40,809	30,50	30,50	30,50	15,25	513,56	3,21	0,05
2	Operario 2	366	40,809	30,50	30,50	30,50	15,25	513,56	3,21	0,05
3	Operario 3	366	40,809	30,50	30,50	30,50	15,25	513,56	3,21	0,05
4	Operario 4	366	40,809	30,50	30,50	30,50	15,25	513,56	3,21	0,05
									<b>12,84</b>	<b>0,21</b>

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016.

En el cuadro se evidencia que el número de operarios del departamento de producción de la planta n corresponde a 4 operarios, quienes se encuentran encargados de la manufactura de cada orden de producción, perciben el sueldo básico, que corresponde a \$366, mas todos los beneficios de ley por tanto el cálculo por hora de trabajo en mano de obra directa corresponde a \$12,84 y el costo por minuto de trabajo a \$0,21.

### 3.11.3. Costos indirectos de fabricación por unidad

Por definición los costos indirectos de fabricación engloba lo que es materiales indirectos, mano de obra indirecta, en donde se incluye cargos sociales, es decir son todos aquellos desembolsos en el que se necesita incurrir para el desarrollo de la fabricación de adoquín, a continuación se detallan los rubros que corresponden a este elemento del costo.

**Tabla 16-3.** Materiales indirectos

Materiales Indirectos (para de 6 unidades)					
No.	Descripción	Cantidad	U. de medida	P. Unitario	Total
1	Resinas	0,002	Litros	3,00	0,006
2	Acelerante	0,03	Litros	0,01	0,0003
<b>Total</b>					<b>0,01</b>

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016.

En materiales directos tenemos que por cada para de adoquín se tiene un valor de \$0,91 dólares.

**Tabla 17-3.** Costos indirectos.

No.	Descripción	Costo	Unidad	Cantidad	Total
1	Materiales Indirectos	0,02	par	1,00	0,02
2	Energía eléctrica	0,001	Minuto	0,00	0,00
3	Depreciaciones	0,004	par	1,00	0,00
4	Insumos	0,019	par	1,00	0,02
<b>Total</b>					<b>0,02</b>

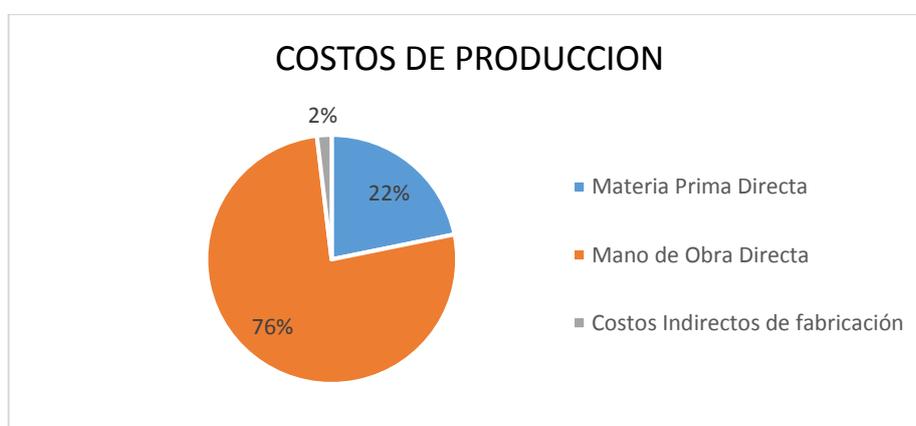
Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

Cuando los tres elementos de costo se integran tenemos el valor de producción de un adoquín teniendo en cuenta que hemos integrado la mano de obra directa, que representa al 76% del costo de producción, la materia prima directa consume el 22% del costo total y finalmente los costos indirectos de fabricación que representa el 9%

**Tabla 18-3.** Costos de producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN (POR LOTE)		Participación
Elemento	Costo \$	%
Materia Prima Directa	0,3	22%
Mano de Obra Directa	0,9	76%
Costos Indirectos de fabricación	0,02	2%
<b>Total por lote</b>	<b>1,23</b>	<b>100%</b>
costo unitario	0,20	

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016



**Figura 6-3.** Costo de producción

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

Como consecuencia de la evaluación realizada del costo de la mano de obra directa, se deduce que representa un costo variable y se encuentra en función de la capacidad de producción de la planta, y de la optimización del tiempo, para en lo posible reducir el costo de mismo.

### **3.12. Planificación agregada de la producción del proceso actual**

La planificación agregada de la producción tiene como objeto anticipar decisiones con la finalidad de optimizar el uso de los recursos productivos de la situación actual, para anticiparnos a un escenario donde podremos evaluar una futura producción, un equilibrio de participación de los recursos con los que cuenta la unidad productiva, para en base a ello, determinar los cambios o variaciones, frente a las distintas decisiones gerenciales que se puedan aplicar.

### **3.13. Comportamiento de la demanda**

El comportamiento de la demanda obedece a un objetivo numérico, que es un número específico de adoquines requeridos se le identifica como demanda específica. Por el interés de cumplir con una planificación.

En donde se va a evaluar la calidad de servicio social que es la principal entidad del cantón, el cual trabaja por el desarrollo económico y social de la población

Para el desarrollo del plan agregado de la producción se toma en cuenta lo siguiente:

- El inventario inicial que es el resultado del stock o inventario final del periodo anterior.
- La demanda estimada es el requerimiento o la necesidad del producto.
- Los días disponibles, son los días del mes donde se efectúa el trabajo, tomando en cuenta que cada mes tiene, diferente número de días laborables por distintas causas, como son los días, feriados, fiestas nacionales o fiestas locales.
- La producción requerida, se refiere a cuanto debemos producir en el periodo, en base al inventario inicial, al stock de seguridad y a la demanda.

- Horas de producción requerida, se refiere a cuanto tiempo de mano de obra directa se va a necesitar para poder manufacturar las unidades requeridas.
- Las horas disponibles por trabajador, son los productos de las 8 horas laborables, que se conocen también como horas normales y los días disponibles por mes.
- Trabajadores requeridos, representa el cálculo del número de trabajadores necesarios para cumplir la producción requerida.
- Trabajadores contratados, es el número de trabajadores fijos con los cuales cuenta la unidad productiva, es decir la capacidad en cuanto a mano de obra directa.
- Mano de obra excedente. Representa la mano de obra excedente en función de la producción requerida.
- El stock de seguridad requerido describe el nivel extra de productos que se mantiene en almacén para hacer frente a eventuales roturas o imprevistos en la producción.
- El inventario final representa las unidades que quedan en el almacén al final de un periodo.
- El costo de horas normales es el producto de la producción requerida por el costo de mano de obra directa.
- Nómina mensual representa el rol de pagos del departamento de producción de toda la mano de obra directa.
- El déficit de demanda significa cuanto más tendría que demandarse en unidades para poder consumir el 100% de la capacidad de mano de obra con el que cuenta la unidad productiva.

**Tabla 19-3. Plan agregado de producción inicial**

DETALLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inv. Inicial	5000,00	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56
Demanda estimada (Uni.)	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78
Días disponibles	21,00	21,00	19,00	19,00	20,00	20,00	21,00	20,00	20,00	18,00	21,00	19,00
Producción requerida (Uni.)	42.055,56	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00
Hrs producción requerida (hrs.)	510,60	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43	467,43
Hrs disponibles de 4 trabajadores (hrs.)	168,00	168,00	152,00	152,00	160,00	160,00	168,00	160,00	160,00	144,00	168,00	152,00
Horas extras necesarias	342,60	299,43	315,43	315,43	307,43	307,43	299,43	307,43	307,43	323,43	299,43	315,43
Stock de seguridad requerido (Uni.)	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78
Inventario final (Uni.)	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56
Costo de horas normales (\$)	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24
Costos de horas extras \$	4.400,13	3.845,89	4.051,32	4.051,32	3.948,61	3.948,61	3.845,89	3.948,61	3.948,61	4.154,03	3.845,89	4.051,32
Costo total (\$)	<b>6.454,37</b>	<b>5.900,13</b>	<b>6.105,55</b>	<b>6.105,55</b>	<b>6.002,84</b>	<b>6.002,84</b>	<b>5.900,13</b>	<b>6.002,84</b>	<b>6.002,84</b>	<b>6.208,27</b>	<b>5.900,13</b>	<b>6.105,55</b>
Productividad	3.459,33	3.459,33	3.129,87	3.129,87	3.294,60	3.294,60	3.459,33	3.294,60	3.294,60	2.965,14	3.459,33	3.129,87

**Realizado por:** Fabián Chugñay, 2

## CAPITULO IV

### 4. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La investigación y análisis de resultados realizado en cuantos métodos y tiempos de trabajo en la planta de producción de adoquines de GAD municipal, y los diferentes contextos plantean nuevas necesidades para la optimización del proceso de producción.

Como se evidencio en el capítulo anterior existen cuellos de botella en la producción, provocando un mayor tiempo en cuatro procesos, por lo que se determina son los cuellos de botella. Por lo que se hace necesario eliminarlos, realizando una propuesta técnica, que tenga factibilidad económica.

#### *4.1. Objetivos*

##### *4.1.1. General*

Aumentar la productividad en la planta de fabricación de Adoquines del GAD Municipal los costos de producción en el proceso de manufactura del adoquín.

##### *4.1.2. Específicos*

- Proponer métodos de producción incrementando la capacidad de la planta.
- Realizar una propuesta de inversión en la adquisición de maquinaria y aumento de la mano de obra directa
- Desarrollar la planeación agregada de la producción para la mejora de la organización en la producción para lograr una intervención eficiente de los recursos.
- Cronometrar los cambios en los tiempos con la nueva intervención de los recursos y mano de obra.
- Evaluar los nuevos costos la producción con la propuesta para valorar en cuanto se incrementa la productividad.

#### ***4.2. Importancia***

La suma de personas que comparten intereses comunes resulta entonces fundamental para sacar iniciativas productivas de alto impacto económico y social adelante, la creatividad del GAD Municipal mediante formas para la obtención de recursos para subsistencia de la actividad industrial, uniendo las potencialidades del talento Humano para la unión de esfuerzos en muchas ocasiones es la única manera de sacar adelante iniciativas de desarrollo mediante la inversión en nueva tecnología, esto se hace palpable en la comunidades rurales que no tienen acceso a estabilidad laboral

Las habitantes del Cantón Chambo, requiere el compromiso e interacción de los actores con la finalidad de crear productividad en su unidad de manufactura y el reconocimiento de que la innovación en la producción crea las posibilidades de mejorar las condiciones del clima laboral en la toma de decisiones de las medidas y programas para enfrentarlos en el desarrollo y evaluación de las medidas concretas.

#### ***4.3. Factibilidad***

La propuesta es totalmente factible debido a que existe en el mercado local la tecnología necesaria para generar productividad en la industria del adoquín; Así mismo el talento Humano se adaptará a un nuevo proceso, con el fin de generar rendimiento que garantice una disminución en los costos de producción para volver a la unidad productora mayormente eficiente que aporte al desarrollo socio - económico del Cantón.

#### ***4.4. Viabilidad***

La viabilidad de la siguiente propuesta está sustentada por:

##### ***4.4.1. Recursos humanos***

Para la planificación, asesoría, capacitación y control del proceso de producción será de mucho impacto positivo el Plan maestro de producción donde se planifica y programa la producción en función del recurso humano disponible.

#### 4.4.1. Recursos materiales

Siendo que la unidad productora es del cantón, donde todos sus integrantes son los dueños de la unidad productora, se proyecta una inversión en nueva tecnología, con el aporte de recursos de GAD en donde creará mejores perspectivas de desarrollo personal, institucional y social en sí.

**Tabla 20-4.** Matriz de marco lógico de la propuesta

ACTIVIDAD	RESULTADOS	INDICADORES				SUPUESTOS E HIPÓTESIS
		TIPO DE INDICADOR	LINEA BASE	LINEA META	FUENTE VERIFICABLE	
<b>COMPONENTE: INVERSION EN TECNOLOGÍA</b>						
Adquisición de máquina Mezcladora  Maquina vibro compactadora	Incremento del 200% de la productividad	Evaluación del Índice de productividad	Se realizara un promedio de producción mensual de 13178 unidades de adoquines	Cumplir con los 42.778 unidades de demanda mensual.	Registro del tiempo cronometrado	El ahorro de tiempo en el mezclado y transportes sin esfuerzo físico reducirá los costos de mano de obra directa.
<b>COMPONENTE: PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN</b>						
Planificación agregada de la producción	Permite una proyección de los recursos y del costo de la producción durante un periodo de tiempo	Evaluación del Índice de costos de producción	No existen Archivos de planificación de la producción	Base de datos de archivos de órdenes de Producción	Constatación de la presencia de los Archivos de hojas de costos por órdenes de trabajo	Optimizar la mano de obra y recursos, disponibles, con la reducción de costos de la producción.
<b>TABLA 2 - 4 MATRIZ DE LA PROPUESTA 2</b>						
ACTIVIDAD	RESULTADOS	INDICADORES				SUPUESTOS E HIPÓTESIS
		TIPO DE INDICADOR	LINEA BASE	LINEA META	FUENTE VERIFICABLE	
<b>COMPONENTE: ELIMINACIÓN DE ESFUERZOS FISICOS EN EL TALENTO HUMANO</b>						
Eliminación de excesos en el esfuerzo físico de los operarios	Disminución de los costos de mano de obra directa	Esfuerzo físico	Existe gran porcentaje esfuerzo físico por sus herramientas y equipo rudimentario	Triplicar la productividad actual	Registro de producción mensual	Mayor rendimiento del talento humano disponible

COMPONENTE: CAMBIO DE MÉTODO							
Cambio de método de fabricación	de	Se ahorra tiempo porque la maquinaria semiautomatizada realiza el 99% del proceso	Medición del tiempo en el proceso de moldeado y vibro-compactación	Existe demora porque se carece de maquinaria semiautomática	Baja del 25% del tiempo incremento del 300% de la capacidad de producción	Medición de la productividad	Se cumple con la planificación de adoquinado de los barrios del Cantón

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

En la Tabla 1 – 4 se propone cuatro componentes, el primero es inversión en tecnología tanto en una máquina semiautomática En donde se ahorrara tiempo.

Se propone una planificación y control de la producción en base al pronóstico de la demanda. Se cambia el método de trabajo realizando por lote de producción mayor a 6 adoquines porque la adquisición de la maquinaria tiene una capacidad de producción de 9 unidades de adoquines.

#### 4.5. Proyección de resultados

##### 4.5.1. Establecimiento de tiempos propuestos

Se realiza una simulación de cronometraje de la propuesta tomando como base las especificaciones técnicas de la maquinaria mezcladora y vibro compactadora de adoquines, se realiza en las mismas condiciones con el tamaño de la muestra calculada que corresponde a 5, mismo número de veces de los primeros registros para poder evaluar las variaciones de manera eficiente.

**Tabla 21-4.** Proyección de resultados de la propuesta

	Dosificación	Mezclado	Moldeado	Vibro compactación	Apilamiento	Curado	Secado al aire	Total
<b>Promedio (min.)</b>	0,85	0,79	0,21	0,84	0,29	0,25	0,29	3,52
<b>Suplementos %</b>	0,21	0,25	0,18	0,29	0,20	0,12	0,10	1,35
<b>Tiempo estándar lote de 9 unidades (min.)</b>	1,03	0,99	0,25	1,08	0,35	0,28	0,32	4,30

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

#### 4.5.2. Determinación de los tiempos suplementarios

La medición de los nuevos tiempos suplementarios tendrá variación en las actividades donde se cambia el método de trabajo, teniendo los siguientes tiempos suplementarios en base al cambio de tiempos de las tres actividades anteriores que eran dosificación, moldeado, vibro compactado y apilamiento.

**Tabla 22-4.** Determinación del tiempo estándar en el proceso

DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR EN EL PROCESO							
	Dosificación	Mezclado	Moldeado	Vibro compactación	Apilamiento	Curado	Secado al aire
<b>Promedio (min.)</b>	0,85	0,79	0,21	0,84	0,29	0,25	0,29
<b>Suplementos %</b>	0,15	0,21	0,09	0,09	0,14	0,12	0,10
<b>Tiempo estándar lote de 9 unidades (min.)</b>	0,98	0,96	0,23	0,91	0,33	0,28	0,32
<b>Tiempo estándar por adoquín (min.)</b>	0,11	0,11	0,03	0,10	0,04	0,03	0,04

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

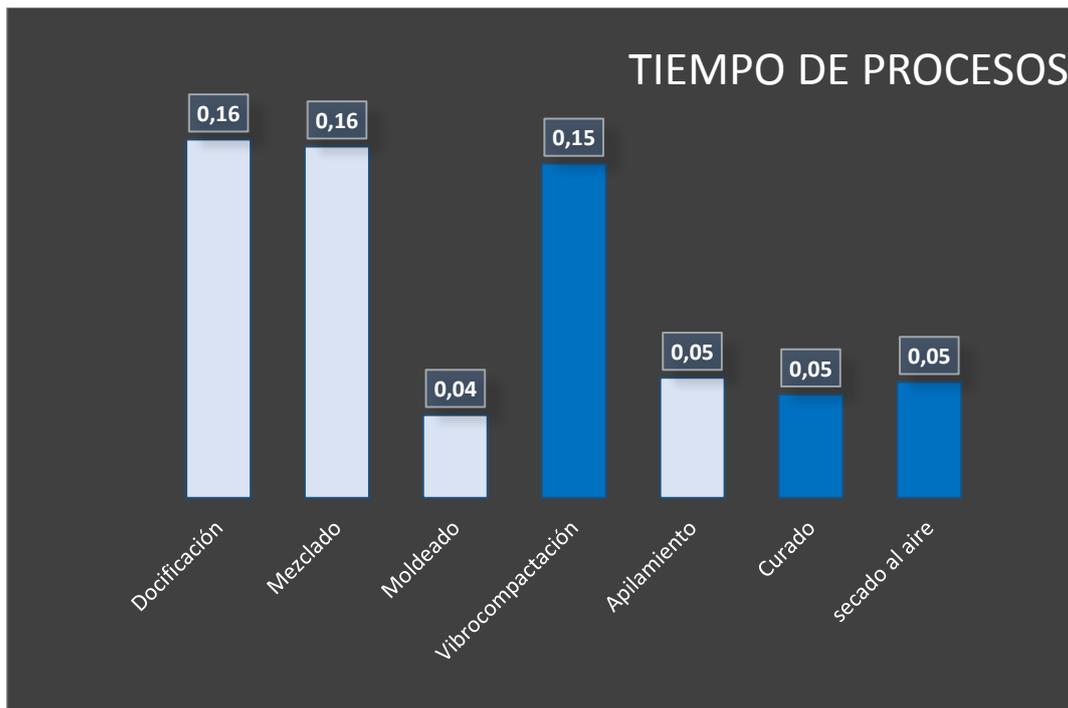
En la propuesta ya con la implementación de la maquinaria, cambia el porcentaje de suplemento, se elimina los suplementos por trabajar esfuerzo físico, es decir se elimina el 6% de tiempo de las 4 actividades.

**Tabla 23-4.** Propuesta del takt time

ADOQUINERA DEL GAD CHAMBO								
TAKT TIME								
Adoquín	Fecha:	8-Mar-16	Demanda	770000	Und			
1	Takt Time:	8	Hrs al Día	8	Hr			
	No. Operadores	3	Min al Día	480				
No. De Orden			Plazo de entrega	18	meses			
De Prueba			Total minutos	172800				
			<b>Takt Time</b>	0,224				
	Dosificación	Mezclado	Moldeado	Vibro compactación	Apilamiento	Curado	Secado al aire	Total
<b>Promedio (min.)</b>	0,85	0,79	0,21	0,84	0,29	0,25	0,29	3,52
<b>Suplementos %</b>	0,15	0,21	0,09	0,09	0,14	0,12	0,10	0,90
<b>Tiempo estándar lote de 9 unidades (min.)</b>	0,98	0,96	0,23	0,91	0,33	0,28	0,32	4,01
<b>Tiempo estándar por adoquín (min.)</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,03</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,45</b>
<b>Piezas Hr.</b>	551,13	562,07	2381,79	591,18	1644,74	1909,48	1704,55	
<b>Piezas 8 Hr.</b>	4409,06	4496,53	19054,34	4729,48	13157,89	15275,81	13636,36	
<b>Takt time</b>	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

El takt time en un nuevo escenario con la aplicación de la propuesta y la connotación con el promedio estándar de cada una de las actividades, se evidencia que todas las actividades se encuentran por debajo de takt time, incrementándose la productividad.



**Figura 7-4.** Takt time con la aplicación de la propuesta  
 Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

**Tabla 24-4.** Tiempos de procesos en la aplicación de las propuestas.

No.	Operación	9 unid. (min.)	1 unidad adoquín (min.)
1	Dosificación	0,98	0,16
2	Mezclado	0,96	0,16
3	Moldeado	0,23	0,04
4	Vibro compactación	0,91	0,15
5	Apilamiento	0,33	0,05
6	Curado	0,28	0,05
7	secado al aire	0,32	0,05
	<b>tiempo por 9 adoquines</b>	4,01	0,45

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

#### 4.6. Tiempo promedio de producción

Para calcular el tiempo promedio de producción de cada para de adoquines tenemos la siguiente ecuación.

$$4,01 + 0,16X = 480$$

$$X = 485,80$$

Donde:

Tiempo de ciclo por para de 9 adoquines = 4,01 minutos

Tiempo máximo factores 0,16 minutos

X = cantidad de producción a partir del segundo paro

#### ***4.7. Cantidad total de producción diaria de adoquines***

Para determinar la cantidad total de producción diaria sumamos el tiempo de ciclo que se tarda el primer paro de adoquín, más la cantidad producida a partir del primer paro, dándonos un total de:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{480}{X} = \frac{480}{486,80} = 0,99 \text{ minutos por lote}$$

El tiempo promedio por un lote de 9 adoquines es 0,99 minutos de tal manera que el tiempo de cada adoquín será 0,11 minutos.

#### ***4.8. Costo de producción***

Con la nueva tecnología los costos de la materia prima permanecen constantes, lo que va a existir una variación significativa, es en los costos fijos de producción y especialmente en los costos de depreciación de la nueva maquinaria adquirida, incremento en el mantenimiento de la misma, y el aumento en el gasto de combustibles. Así mismo existe un ahorro significativo en la mano de obra por la reducción de tiempos suplementarios por esfuerzo físico, y reducción del tiempo de producción de cada unidad producida.

##### ***4.8.1. Materias primas directas***

La materia prima tendrá el mismo valor de \$0.04 por concepto de materiales agregados

**Tabla 25-4. Materia prima directa**

Materia Prima Directa				
No.	Descripción	Cantidad kg	P. Unitario	P. Total
1	Agregados (gravilla y arena)	0,1	0,3	0,03
2	Cemento	0,11	7,6	0,01
				<b>0,04</b>

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

#### 4.8.2. Mano de obra directa

La mano de obra directa ya se encuentra evaluada, con 4 operarios de la planta que trabajan 8 horas diarias, con un salario básico de \$366 más los beneficios de ley se logra establecer un costo por hora de trabajo de \$12,84, y un costo por minuto de \$0,21.

**Tabla 26-4. Costo de mano de obra directa propuesta**

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA			
Elemento	Tiempo por lote (min.)	Costo MOD \$	Total
Mano de Obra Directa	0,99	0,21	0,21
<b>Total por adoquín</b>			<b>0,02</b>

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

#### 4.8.3. Costos indirectos de fabricación por unidad

Los costos indirectos de fabricación incrementan sus costos en varios requerimientos nuevos como son combustibles, nuevo mantenimiento e incremento en el valor de las depreciaciones de una inversión en maquinaria en \$35.000,00 con un valor depreciable de \$3.500,00 con una vida útil de 10 años, se costea el valor de la depreciación también por el tiempo de funcionamiento.

**Tabla 27-4.** Propuesta de costos indirectos de fabricación por unidad

<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN (para)</b>					
No.	Descripción	Costo	Unidad	Cantidad	Total
1	Materiales Indirectos	0,02	lote	1,00	0,02
2	Energía eléctrica	0,001	Minuto	1,00	0,00
3	Depreciaciones	0,020	lote	1,00	0,02
4	Costos combustible	0,013	minuto	1,00	0,01
5	Mantenimiento	0,052	minuto	1,00	0,05
6	Insumos	0,019	unidad	1,00	0,02
				<b>Total</b>	<b>0,12</b>

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

#### 4.8.4. Determinación del costo de producción

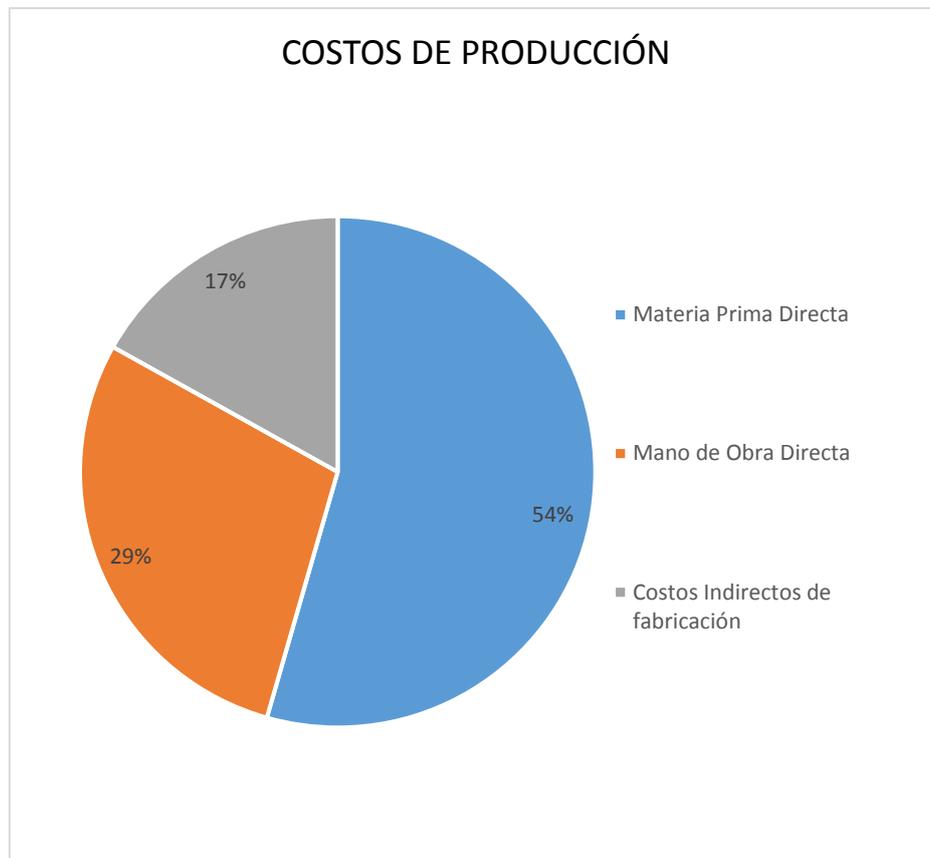
Como consecuencia de lo evidenciado con los nuevos datos de los costos de producción, tenemos el siguiente detalle de los costos del producto.

**Tabla 28-4.** Propuesta de costo de producción por para

<b>COSTOS DE PRODUCCION (POR PARA)</b>		<b>Participación</b>
<b>Elemento</b>	<b>Costo \$</b>	<b>%</b>
Materia Prima Directa	0,40	54%
Mano de Obra Directa	0,21	29%
Costos Indirectos de fabricación	0,12	17%
<b>Total por lote</b>	<b>0,74</b>	<b>100%</b>
Costo Unitario	0,08	

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

Del resultado miramos que los nuevos costos de producción son de \$0,74 por una para de 9 unidades y un valor unitarios de \$0,08. El porcentaje de aporte de la Materia Prima Directa el 54%, la mano de obra directa aporta con el 29% y los costos indirectos de fabricación de 17%.



**Figura 8-4.** Propuesta del costo de producción  
 Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

***4.9. Planificación agregada de la producción aplicando la propuesta***

Para la planificación agregada de la producción utilizamos la demanda de 5 km de carretera con un total de 770.000 unidades de adoquinado. Luego al aplicar la nueva propuesta con la inversión en maquinaria tenemos los siguientes resultados evidenciados en la tabla a continuación:

**Tabla 29-4.** Planificación agregada de la producción aplicando la propuesta

<b>ESTRATEGIA: PLAN AGREGADO DE LA PRODUCCIÓN</b>												
<b>MESES</b>												
<b>DETALLE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Inv. Inicial</b>	5000,00	8876,92	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56	8555,56
<b>Demanda estimada (Uni.)</b>	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78	42.777,78
<b>Días disponibles</b>	21,00	21,00	19,00	19,00	20,00	20,00	21,00	20,00	20,00	18,00	21,00	19,00
<b>Producción requerida (Uni.)</b>	42.055,56	38.178,64	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00	38.500,00
<b>Hrs producción requerida (hrs.)</b>	115,19	104,57	105,45	105,45	105,45	105,45	105,45	105,45	105,45	105,45	105,45	105,45
<b>Hrs disponibles de 4 trabajadores (hrs.)</b>	168,00	168,00	152,00	152,00	160,00	160,00	168,00	160,00	160,00	144,00	168,00	152,00
<b>Horas extras necesarias</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Incremento de la producción mensual</b>	<b>321,36</b>	<b>385,98</b>	<b>283,26</b>	<b>283,26</b>	<b>331,94</b>	<b>331,94</b>	<b>380,62</b>	<b>331,94</b>	<b>331,94</b>	<b>234,58</b>	<b>380,62</b>	<b>283,26</b>
<b>Stock de seguridad requerido (Uni.)</b>	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78	4.277,78
<b>Inventario final (Uni.)</b>	8.876,92	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56	8.555,56
<b>Costo de horas normales (\$)</b>	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24	2.054,24
<b>Costos de horas extras \$</b>	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
<b>Costo total (\$)</b>	<b>2.055,74</b>											
<b>Productividad</b>	<b>10.594,23</b>											

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

En la tabla se evidencia gran incremento de la productividad, con la misma capacidad de Mano de Obra Directa, tenemos que se puede cumplir con la demanda requerida sin necesidad de horas extras en mano de obra, a más ello, después de haber cumplido la demanda requerida con 115 horas de trabajo, podemos ocupar

53 horas, lo que se traduce en un aumento de 321,26 adoquines adicionales al mes, esto ayudara a ser más eficientes en la conclusión de las obrar de adoquinado de los dos barrios del cantón Chambo.

#### 4.10. Viabilidad financiera dela inversión

**Tabla 30-4.** Flujo de caja mensual.

	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Inversión</b>	-35.000,00												
<b>Ahorro de desembolsos de la MOD</b>		4.400,13	3.845,89	4.051,32	4.051,32	3.948,61	3.948,61	3.845,89	3.948,61	3.948,61	4.154,03	3.845,89	4.051,32
<b>Total flujo de caja</b>	-35.000,00	4.400,13	3.845,89	4.051,32	4.051,32	3.948,61	3.948,61	3.845,89	3.948,61	3.948,61	4.154,03	3.845,89	4.051,32

**Realizado por:** Fabián Chugñay, 2016

En la tabla se muestra el flujo de caja, el mismo que no se ha realizado en función de ingresos y costos de la actividad empresarial, dado que no se trata de un negocio privado, sino de una entidad pública cuyo objetivo es la labor social, los valores que se cuantifican en la tabla representa el ahorro que tiene la entidad municipal en mano de obra directa por horas extras, para el incremento de la producción , es decir, que la entidad hubiera tenido que afrontar dichos valores al personal por conceptos de mano de obra directa, al aplicarse la propuesta de cambio, esto representan ahorros de efectivo, los mismos valores serán útiles para recuperar la inversión en maquinaria.

**Tabla 31-4.** Flujo de caja mensual

	FLUJO ANUAL DE CAJA					
	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión</b>	<b>-35000</b>					
Ahorro de desembolsos de la MOD		48.040,23	50.442,24	50.442,24	50.442,24	50.442,24
Total flujo de caja	-35000	48.040,23	50.442,24	50.442,24	50.442,24	50.442,24
<b>VAN</b>	<b>\$179.688,34</b>					
<b>TIR</b>	<b>138%</b>					

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

En la tabla, se representa el resumen anual del flujo de caja para 5 años, en donde se proyecta los flujos de caja tomando como base la tasa de inflación que corresponde al 5,02% anual, de ahí que podemos calcular el Valor Actual Neto, quien arroja un resultado de \$ 179.688.00 que interpretando el resultado tenemos que si invertimos en el proyecto los \$35,000, podemos alcanzar un ahorro total de \$ 179.688.14 en los 5 años.

#### 4.11. Medición de la productividad

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. La productividad tiene una relación directa con la tecnología, es decir si incluye tecnología en el sistema de producción se produce más en menor tiempo y menor costo, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la producción y progreso de toda unidad productiva.

$$Productividad\ inicial = \frac{Cantidad\ producida\ inicial}{Número\ de\ trabajadores} = \frac{230,14}{4} = 57,53$$

57.53 unidades significa el rendimiento de cada uno de los operarios

Con la inserción de tecnología en la planta de producción del GAD de Chambo tenemos la siguiente productividad

$$Productividad\ propuesta = \frac{Cantidad\ propuesta}{Número\ de\ trabajadores} = \frac{1527,27}{4} = 381,82$$

De los resultados expuestos observamos que la productividad inicial está muy por debajo de las expectativas de cumplimiento del municipio, con la inserción de tecnología, miramos que la misma se multiplica en 6,6 veces, por lo que se recomienda, al nuevo método de trabajo en cuanto a la producción se refiere.

## CAPITULO V.

### 5. RESULTADO DEL PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS

#### 5.1. Hipótesis

La aplicación de Métodos y Tiempos en la Unidad productora de adoquines del GAD de Chambo incrementa la productividad.

#### 5.2. Resultados de productividad

**Tabla 32-5.** Productividad por operario situación inicial- situación propuesta

Cant. de adoquines por operario	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prd. Situación Inicial (unidades)	3.459	3.459	3.130	3.130	3.295	3.295	3.459	3.295	3.295	2.965	3.459	3.130
Productividad Situación propuesta (unidades)	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594	10.594

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016.

Ho: Hipótesis nula

Hi = Hipótesis del investigador

Ho: Aplicar Métodos y tiempos en la Unidad productora de adoquines no produce incremento significativo en la productividad.

Hi = Al Aplicar Métodos y Tiempos en la Unidad productora de adoquines, se incrementa la productividad

x1 =Productividad Inicial

x2 = Productividad de la propuesta

Ho:  $x1 \leq x2$

Hi:  $X1 > X2$

El nivel de significancia de se va a tomar en un 5% es decir  $\alpha. = 0,05$

Sí;  $P < \alpha$  rechazo de la  $H_0$

### 5.3. Pruebas de normalidad

$H_0$ : Los datos provienen de una distribución normal

$H_1$ : los datos no provienen de una distribución normal

$P\text{-valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  **Cálculos**

Se Utiliza el paquete estadístico SPSS

**Tabla 33-5.** Prueba de normalidad

Cantidad de adoquines	Productividad situacion inicial.	SHAPIRO-WILK		
		Estadístico	Gl	Sig.
		0,877	12	0,08

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

### Prueba de Normalidad

- $P\text{ valor} \geq \alpha$

$0,08 > 0,05$

Se acepta la hipótesis nula, los datos siguen una distribución normal

### 5.4. Prueba TStudent

## Productividad

T-TEST GROUPS=SITUACION(1 2)  
 /MISSING=ANALYSIS  
 /VARIABLES=PRODUCCION  
 /CRITERIA=CI(.95).

## Prueba T

Estadísticas de grupo

Productividad	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Cantidad de adoquines situación inicial	12	3280,87	164,105	47,373
situación propuesta	12	10594,23	,000	,000

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Cantidad de adoquines	Se asumen varianzas iguales	21,833	,000	-154,378	22	,000	-7313,357	47,373	-7411,603	-7215,112
	No se asumen varianzas iguales			-154,378	11,000	,000	-7313,357	47,373	-7417,625	-7209,090

Figura 9-5. Prueba T Student

Realizado por: Fabián Chugñay, 2016

Ho:  $P > \alpha = 0,05$  se acepta la hipótesis nula

$0,000 < 0,05$

Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis del investigador

Si probamos la prueba T student miramos el cuadro no arroja un nivel de significancia de:

$0,000 < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis de investigación, *es decir que existe diferencias significativas, en la productividad en la situación Inicial y la productividad en la situación propuesta.*

## CONCLUSIONES

- Al cronometrar, evaluar y analizar el proceso productivo de manufactura en la planta productora de adoquines, se evidencia dos grandes cuellos de botella, y gran esfuerzo físico de los operarios por las herramientas utilizadas, siendo el tiempo mayor de todos el de vibro compactación minutos, seguido del mezclado.
- Al evaluar la productividad en base a las operaciones y procesos actuales de producción de adoquín, se obtuvo una productividad mensual de 3.459 unidades mensuales, mientras que la propuesta de un nuevo método proyecta una productividad promedio de 10.594 unidades mensuales. Lo que significa 6,6 veces más que la situación actual.
- Al programar la producción de adoquín, basado en la evaluación correspondiente de métodos y tiempos iniciales encontramos que para cumplir con el pronóstico de la demanda, y cumplir la proyección del GAD Municipal con los cuatro operarios que trabajan en el departamento de producción de la planta industrial, se requiere horas extras al año, con un costo de \$4.413 mensual adicional en mano de obra adicional para poder cumplir con el pronóstico de la demanda.
- Al aplicar métodos y tiempos en la empresa de producción de adoquín, se eliminará los cuellos de botella, mediante la adquisición de ....., reemplazando el trabajo físico, de esta manera se obtendría lotes de 9 unidades para alcanzar el 100% de la capacidad de producción propuesta.
- Al realizar la planificación de la producción, sin los cuellos de botella, se obtuvo que el GAD municipal podría cumplir sus obras en menos de 18 meses.
- Los indicadores financieros, indican viabilidad de la propuesta el VAN nos arroja \$ 179.688,34 una TIR del 138%, si la empresa realiza una inversión en maquinaria de \$35.000, 00

## RECOMENDACIONES

- Si con la nueva inversión se disminuyen los costos, el GAD municipal puede llegar a servir en obras de infraestructura a mayor número de barrios, ayudando así a su desarrollo socioeconómico.
- Realizar una programación agregada mensual, estableciéndose metas y objetivos de producción de adoquín, para brindar calidad en la atención al cliente, así como desarrollo organizacional que involucre también la seguridad e higiene industrial de sus trabajadores asegurando su integridad personal.
- Es preciso, que el talento humano que labora en la planta se capacite en normas de calidad, ya que con mayor control de calidad, el adoquín, alcanzará mejores estándares de servicio por parte del gobierno seccional.
- Los indicadores financieros establecieron viabilidad, en las condiciones de estancamiento de la demanda, los mismos serán mayormente alentadores si se incrementa la producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **CASO A.** (2006) *Técnicas de Medición del Trabajo*. 2ª ed. Madrid–España: Fundación Confemental, pp. 14-19.
2. **FRED. M.** (2000) *Estudio de tiempos y movimientos*. 2ª ed. México: Pearson Education, pp. 3-6.
3. **MUNICIPIO, G.** (2016) *GAD MUNICIPAL CHAMBO*. [Recuperado el 7 de Marzo 2016, de <http://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/index.php/mision>
4. **NUÑEZ. R.** (2016) *Repositorio Epoch*. Recuperado el 27 de Febrero 2016, de [dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/1427/1/92T00017.pdf](http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/1427/1/92T00017.pdf)
5. **OIT,** (2013) *INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO*. 4ª ed. Ginebra: George Kanawaty, p.9
6. **PAZMIÑO, I,** (2015) *LINEAMIENTO PARA MEJORAR EL NUEVO CATASTRO DE LOS PREDIOS URBANOS Y RURALES DEL CNTON CHAMBO*. Recuperado el 25 Marzo 2016, de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/1427/1/92T00017.pdf>
7. **QUEZADA. M, y VILLA. W.** (2007) *Estudio del trabajo*. 1ª ed. Medellín – Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano, pp.67-70.
8. **ROMERO. J.** (2013) *GAD Municipalidad de Chambo*. Recuperado el 5 Marzo 2016, de [http://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/5ORDENANZA\\_ORGANICO\\_FUNCIONAL\\_LCDO.\\_ALVAREZ.pdf](http://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/5ORDENANZA_ORGANICO_FUNCIONAL_LCDO._ALVAREZ.pdf)
9. **SALAZAR B.** (2016). *Estudio del trabajo*. Recuperado el 3 Enero 2016, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-del-trabajo/>

## ANEXOS

### ANEXO A. ADOQUINERA DE LA MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CHAMBO



### ANEXO B. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL ADOQUIN



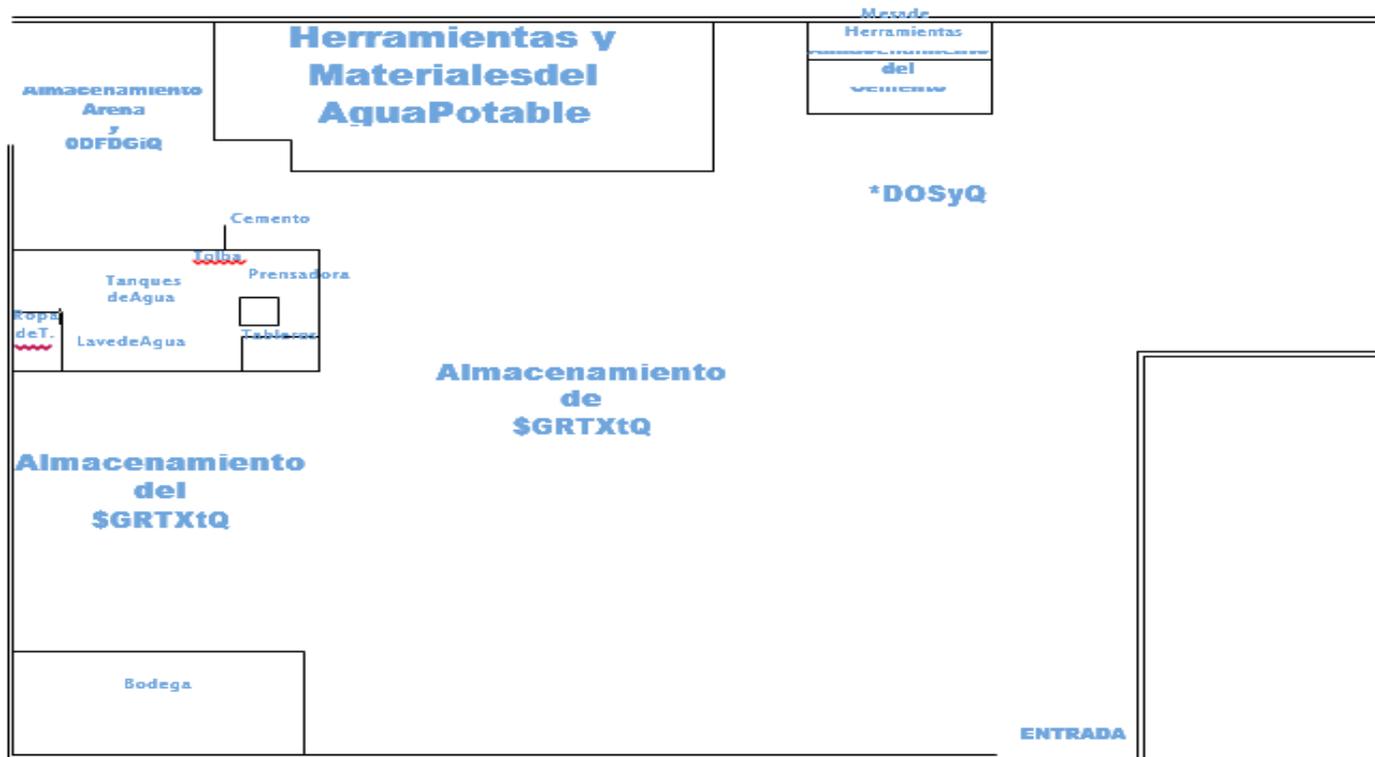
### **ANEXO C. COMPACTACIÓN DEL ADOQUÍN**



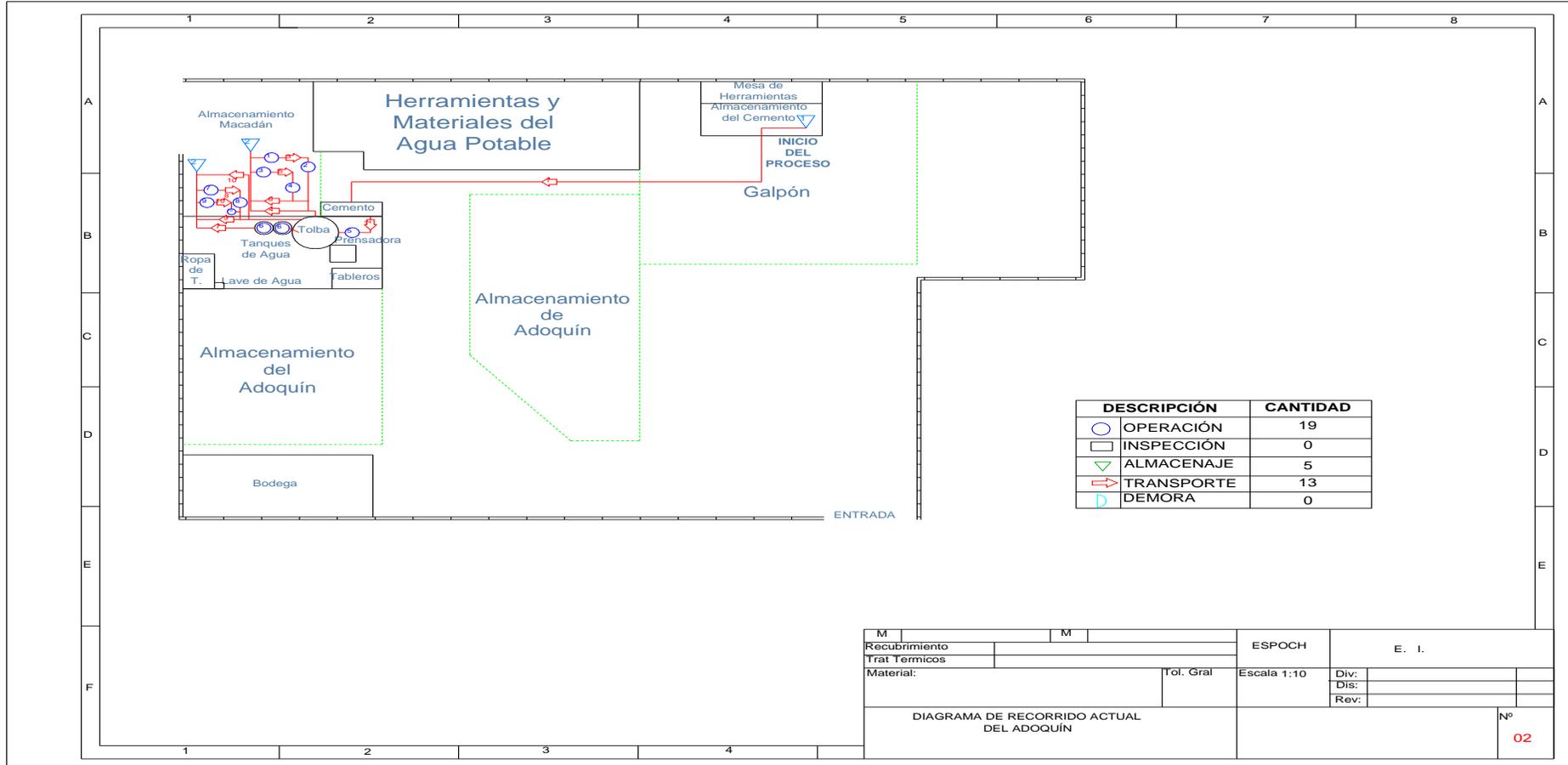
### **ANEXO D. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL**



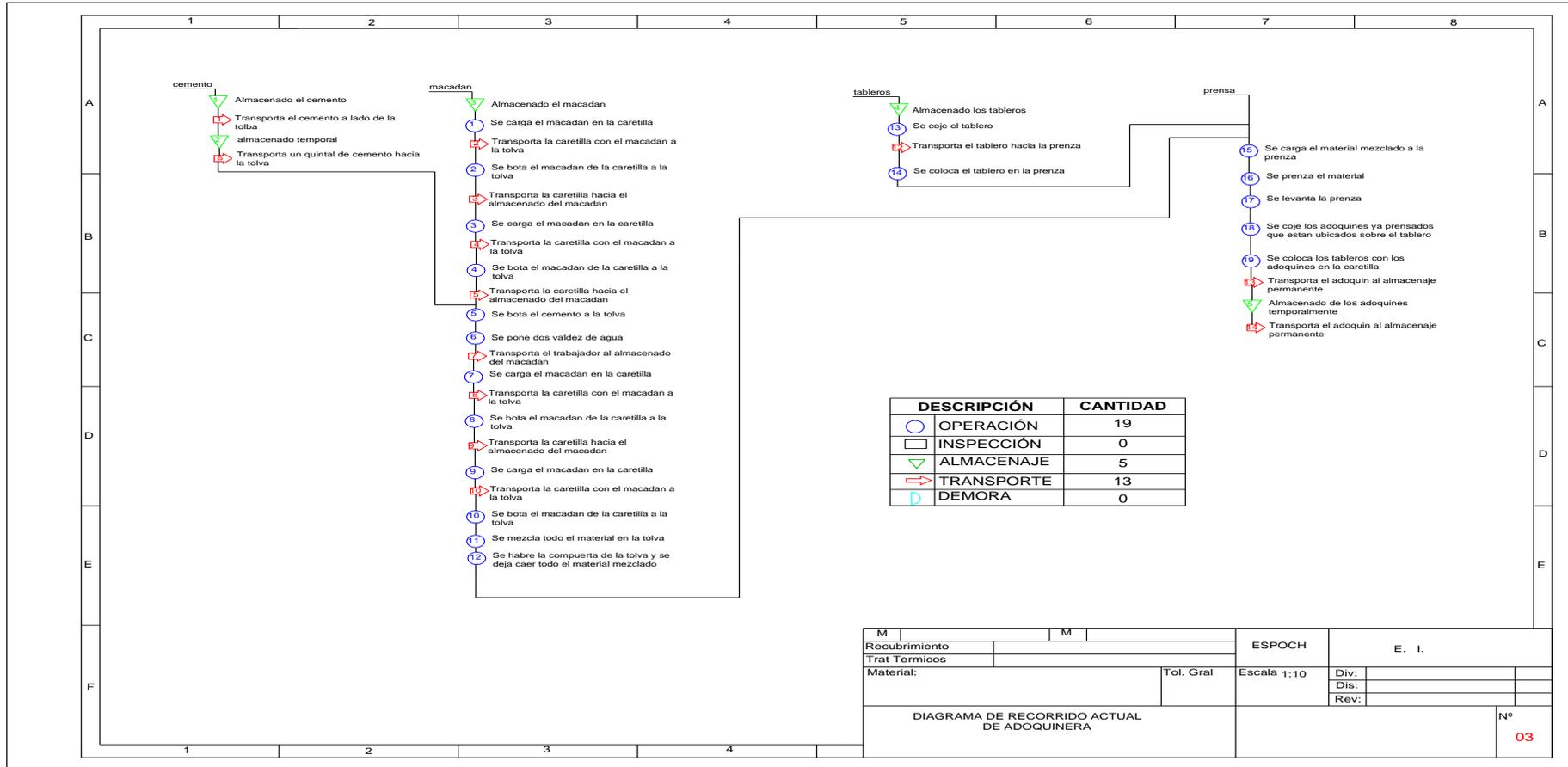
## ANEXO E. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



## ANEXO F. DIAGRAMA DE RECORRIDO 1



## ANEXO G. DIAGRAMA DE RECORRIDO 2



DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
○ OPERACIÓN	19
□ INSPECCIÓN	0
▽ ALMACENAJE	5
⇒ TRANSPORTE	13
D DEMORA	0

M	M	ESPOCH	E. I.	
Recubrimiento			Div:	
Trat Termicos			Dis:	
Material:	Tol. Gral	Escala 1:10	Rev:	
DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL DE ADOQUINERA			Nº	03