



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE PIEDRÍN Y
ARENA BASADO EN HERRAMIENTAS LOGÍSTICAS DE TRANSPORTE**

Luis Miguel Alberto Barrios Recinos
Asesorado por el MA. Ing. Iván Raúl Flores Corona

Guatemala, abril de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE PIEDRÍN Y ARENA BASADO EN HERRAMIENTAS LOGÍSTICAS DE TRANSPORTE

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS MIGUEL ALBERTO BARRIOS RECINOS
ASESORADO POR EL MA. ING. IVÁN RAÚL FLORES CORONA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE PIEDRÍN Y ARENA BASADO EN HERRAMIENTAS LOGÍSTICAS DE TRANSPORTE

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 28 de octubre de 2013.



Luis Miguel Alberto Barrios Recinos



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

AGS-MGIPP-0006-2014

Guatemala, 25 de febrero de 2014.

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Industrial
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Luis Miguel Alberto Barrios Recinos** carné número **2006-14816**, quien optó la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Iván Raúl Flores Corona
Ingeniero Mecánico
Colegiado No. 9448

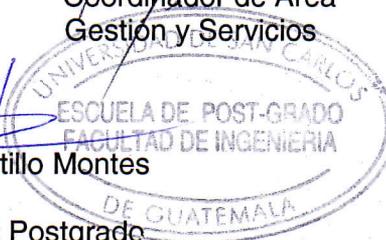
MSc. Ing. Iván Raúl Flores Corona
Asesor (a)

“Id y enseñad a todos”

MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la



REF.DIR.EMI.051.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE PIEDRÍN Y ARENA BASADO EN HERRAMIENTAS LOGÍSTICAS DE TRANSPORTE**, presentado por el estudiante universitario **Luis Miguel Alberto Barrios Recinos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE PIEDRÍN Y ARENA BASADO EN HERRAMIENTAS LOGÍSTICAS DE TRANSPORTE**, presentado por el estudiante universitario **Luis Miguel Alberto Barrios Recinos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 21 de abril de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por sus bendiciones recibidas y guiarme en todo mi camino.
- Mis padres** Por todo su apoyo, sacrificio y ejemplo de vida que me hacen una mejor persona cada día.
- Mi novia** Por ser parte fundamental en mi carrera y apoyarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis abuelos

Por recordarme de dónde vengo, teniendo siempre los pies sobre la tierra.

Mi familia

Por estar siempre pendientes de mi persona y acompañarme en cada paso que daba a lo largo de este camino.

Agregados de Guatemala

Por ser fuente de desarrollo que me ayudó a crecer profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. ANTECEDENTES	01
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	05
3. JUSTIFICACIÓN	07
4. OBJETIVOS	09
5. ALCANCES	11
6. HIPÓTESIS	13
7. MARCO TEÓRICO	15
8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	19
9. METODOLOGÍA	23
10. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	29

11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	31
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	33
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Cronograma de actividades.....31

TABLAS

- I. Presupuesto34

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar
%	Porcentaje
\bar{Y}	Promedio de una variable (Y)
Q	Quetzal

GLOSARIO

AGRECA	Abreviatura de nombre de la empresa Agregados de Guatemala.
Arcilla	Suelo o roca sedimentaria de grano muy fino compuesta principalmente de silicatos y que mezclada con agua se puede modelar y cocida se endurece; se usa para fabricar objetos de cerámica.
Árido	Se denomina árido al material granulado que se utiliza como materia prima en la construcción, principalmente.
Caliza	Roca sedimentaria formada básicamente por calcita (carbonato de calcio); se utiliza para extraer la cal sometiéndola a altas temperaturas.
Granel	En gran cantidad o abundancia.
MRP	Siglas del método de planificación de materiales, Materiales Requeridos Planificados.

RESUMEN

La empresa Agregados de Guatemala está pasando por una situación donde no controlan la cantidad de materia prima que ingresa a la línea de producción primaria, con la aplicación de este estudio podrán definir y estimar sus costos aproximados con mayor precisión y determinar el punto óptimo para mejorar el control de viajes ingresados a la trituradora y la utilización de los recursos.

El material que utiliza la empresa es caliza obtenido de la cantera de planta zona 6, no se utiliza ningún tipo de tecnología para llevar el control de los recursos, todo se hace de manera manual donde influye la subjetividad del operador de turno.

En la actualidad no es posible determinar fácil y rápidamente como llevan el control de los viajes, por ello es necesario realizar este estudio para que el proceso sea más eficiente y apoyar a la empresa en minimizar el costo por viaje de material acarreado.

También se realizará un estudio de la cantera para determinar de cuánto es la producción esperada de materia prima y como maximizar cada viaje.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó como un apoyo para la empresa Agregados de Guatemala (AGRECA) en cuestión de acarreo y compra de materia prima, por ser un material a granel que contiene roca y arcilla no se lleva un control adecuado de lo que realmente necesita o qué cantidad es necesaria para alcanzar las metas deseadas en producción y ventas.

El problema que está presentando AGRECA son los altos costos en el acarreo de materia prima y la poca disponibilidad de caliza, se tratará de resolver aplicando los conocimientos de logística de transporte, utilizando los costos de acarreo de los distintos proveedores, aplicando un estudio de rutas para encontrar la más corta y eficiente para el traslado de los camiones, toma de tiempos de carga, traslado y descarga de la materia prima.

Es importante resolver este problema debido a que podrán saber cuánto es el costo real de acarreo y su disponibilidad para la producción de los agregados; se espera obtener el tiempo máximo de carga para tomar en cuenta los atrasos causados por los distintos factores que implican el acarreo y automatizar el sistema para retirar el factor de error humano.

El impacto de esta investigación es que se lograrán reducir costos determinando claramente los recursos necesarios para cumplir con las metas esperadas de producción diarias.

Con los resultados de la materia prima y cómo mejorar el proceso de su acarreo, la empresa podrá optimizar los costos de compra, traslado, manejo y cuanta materia prima es necesaria para producir lo esperado según el presupuesto del mes.

Se beneficiará a la empresa disminuyendo los costos de energía eléctrica y diesel, también mejorarán el mantenimiento que se dará a la maquinaria, debido a que se hará una mejor distribución del tiempo de trituración optimizando el manejo de materiales necesarios para cada reparación con tiempos productivos y de ocio.

En el capítulo 1 se describe una breve reseña de la empresa y su estructura, a qué se dedica y qué maquinarias están involucradas en el proceso de trituración de piedra caliza de la cantera de zona 6.

En el capítulo 2 incluirá una reseña de todas las herramientas logísticas que se utilizarán para resolver el problema, detallando los métodos a seguir y los datos necesarios para la resolución efectiva de los problemas que se encuentren en la investigación.

En el capítulo 3 se analiza la descripción de actividades del manejo y tipo de materias primas que utiliza la planta y su calidad. También qué proveedores están involucrados en el traslado y cómo es el proceso del manejo del material.

En el capítulo 4 se presenta una descripción de la administración del área de cantera, la mano de obra, las políticas a seguir en donde se definirá cuánto material es bueno para la producción y cuánto se desecha; así como las prácticas que tienen para el cuidado del medio ambiente y la recepción de la materia prima.

En el capítulo 5 se analizarán los costos de la materia prima y sus involucrados, se realizará un plan de optimización y mejora en el manejo elaborando propuestas realistas y de fácil aplicación al proyecto.

El capítulo 6 incluirá los métodos utilizados para proponer una mejora al proceso y determinar si se obtuvieron los resultados esperados para la empresa.

1. ANTECEDENTES

La empresa Agregados de Guatemala (AGRECA) inició operaciones en el 2004, se dedica a la fabricación de piedrín y arena a partir de materiales a granel, en especial caliza en bruto (roca y arcillas). Desde el 2012 distribuye sus productos en el mercado nacional y Centro América.

La empresa presenta problemas en el manejo de materia prima por ser un producto a granel y no saben realmente cuánto material rocoso contaminado con arcillas están comprando, por lo que se tiene mucho tiempo de ocio para la maquinaria al estar arrancada y no poder trabajar. Son tiempos muertos para los operarios, pérdidas en el manejo de la materia prima, inexactitud en los inventarios, escasez de materia prima, etc.

Se lleva el control por viajes descargados y tienen problemas con el conteo de los viajes, el acarreo lo subcontratan y esta empresa gana por viaje descargado. La mayor parte del tiempo los pilotos reportan más viajes de los que descargan por lo que se debe aplicar un nuevo método donde no participe el factor humano.

Al analizar el estado de este problema se ha investigado y se obtuvo las referencias del estudio sobre canteras y trituración de materias primas en el libro, Jimeno, C., (2001). Áridos, manual de prospección explotación y aplicaciones. Madrid. "Donde nos dará los estudios realizados en materia de calidad".

Este documento posee mucha información sobre todo el manejo de materiales necesarios para la trituración de los distintos tipos de materiales utilizados para los áridos y cuáles son sus propiedades; en materia de logística de transportes se toma como referencia “en la logística de transporte siempre es conveniente analizar las 2 caras de la moneda por qué no necesariamente se está ahorrando de tal manera que trasladar poco volumen lo único que genera es un elevado costo de transporte” (Francesc, 2005, p.16). Esta frase es motivadora debido que hay mucha área de oportunidad para lograr reducir de alguna manera los costos de acarreo de materia prima.

Como aplicaciones en general del proyecto, “logística es el proceso de planear, implementar, y controlar efectivamente y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de cumplir con los requisitos del cliente” (Castellanos, 2009, p. 3). De este fragmento se tomarán las bases que fundamenten la investigación garantizando la satisfacción del cliente, que en este caso sería tener suficiente materia prima a un costo sustentable para la producción.

En lo referente a los costos, “la transportación generalmente representa el elemento individual más importante en los costos de logística para la mayoría de las empresas, se ha observado que el transporte absorbe un tercio del costo total de producción” (Ballou, 2004, p. 164). Es necesario determinar los costos que la empresa está teniendo en el transporte de su materia prima debido a que es la única forma de acarrear el material, ya que al tener una clara percepción de dónde están sus gastos podrán tomar decisiones acertadas de cómo mejorar el sistema de control.

Como una herramienta de la logística se analizará cómo aplicar el justo a tiempo, “mediante el sistema justo a tiempo se intenta reducir la ineficiencia y el tiempo improductivo de los procesos de producción, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto o del servicio” (Krajewski, 2000, p. 735). Aplicando estos nuevos métodos a los sistemas de producción podrán mejorar los procesos y hacer más rentable la empresa.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa no lleva un control exacto de cuánta materia prima se está utilizando, ya que por ser un producto a granel contiene roca caliza y arcillas. Por el momento, se lleva el control por cada viaje que hacen los camiones, todos con capacidad volumétrica diferente y sin llevar el control exacto solo se tiene el conteo por parte del operador y se corrobora la información con el conteo que llevan pilotos de la unidad. También se toma en cuenta lo variante de la cantera no son solamente de piedra pura, se tiene la necesidad de enviar a la trituradora el material que está disponible, aunque contenga mucha arcilla que no sirve para el proceso. De esto surge la interrogante:

¿El control de materia prima con procedimientos estandarizados que minimice las fallas a causa del factor humano permitirá mejorar los costos de insumos para la fabricación de pedrín y arena en Agregados de Guatemala?

Para responderla se realizan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el volumen de materia de desecho de la materia prima que se genera en la trituración primaria de piedra caliza en la cantera La Pedrera?
- ¿El Departamento de Planificación de Producción podrá hacer referencia rápida de cuanta materia prima están consumiendo y sus controles pueden ser auditables?

- ¿Cuáles son los costos de la materia prima reales y que factores externos están involucrados en el acarreo de la materia prima?
- ¿Si determinar el tiempo máximo de operación de la trituradora primaria la empresa podrá mejorar el uso de los recursos de planta?

3. JUSTIFICACIÓN

Es importante conocer el volumen materia prima que ingresa a la línea primaria de trituración y analizar la contaminación para poder determinar cuáles serán las metas diarias y mensuales esperadas, ya que con esto la empresa solamente está fabricando sin tomar en cuenta todos los factores externos que la afectan. Se tiene un control que no es sistematizado y utiliza el factor humano en la notificación de la materia prima consumida afectando los costos; también con una correcta aplicación de este estudio podrán saber exactamente cuánto tiempo necesita la empresa y la cantidad de materia prima para alcanzar las metas diarias de producción.

Se tienen que conocer estos factores para realizar los ajustes a lo largo de la línea de producción logrando optimizar todos los procesos y eliminando factores de errores que solamente incrementan los costos, ahorrando en los recursos que posee la empresa.

La motivación para realizar este tema es considerar que se tienen las posibilidades de reducir costos y mejorar los procesos utilizando herramientas tecnológicas y estandarizando el proceso, con esto la empresa se dedicará a conseguir lo que necesita para que su línea de producción esté en las mejores condiciones posibles.

La línea de investigación es implementación de sistemas de producción considerando herramientas como: justo a tiempo, tecnología de producción optimizada. Con esto tendrán una mejora en el análisis y manejo de los costos

por el acarreo y compra de la materia prima mejorando las utilidades de la empresa.

4. OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de control de materia prima para la fabricación de piedrín y arena en Agregados de Guatemala en la planta de la zona 6, minimizando los costos de operación.

Específicos

1. Determinar el volumen de materia prima que Agregados de Guatemala está utilizando y su desecho.
2. Diseñar un nuevo control de planificación de materia prima para el ahorro de recursos.
3. Establecer los costos de acarreo de materia prima y determinar su importancia en el costo total.
4. Determinar el tiempo máximo de utilización de la trituradora primaria.

5. ALCANCES

La investigación será de carácter descriptivo tomará en cuenta el análisis del material (roca caliza) de la cantera ubicada en zona 6 de la ciudad de Guatemala y tendrá un alcance de 6 meses (febrero 2014 – julio 2014), obteniendo toda la información de calidad de la materia prima, conteos de viajes, información de costos de acarreo, costos de materia prima, mano de obra directa e indirecta, materiales y repuestos, costos de diesel y energía eléctrica, mejorando el manejo de insumos de AGRECA planta zona 6.

Solucionando el problema será más fácil el control de los gastos que tiene la planta en la compra de su materia prima y la documentación del proceso podrá ser auditable a lo largo del proceso, se beneficiará a los operadores de maquinaria móvil, así como a los equipos de trituración, maximizando la utilización de los recursos de la empresa logrando reducir sus costos de producción y acarreo.

6. HIPÓTESIS

A continuación se presentan la hipótesis de investigación y sus variables:

- Hipótesis de investigación: si se mejora el sistema de control en la fabricación de pedrín y arena se reducirán costos de compra y acarreo de materia prima.
- Hipótesis nula: no se logra mejorar el sistema de control en la fabricación de pedrín y arena, no se reducirán los costos de compra ni los del acarreo de la materia prima.
- Hipótesis alternativa: si se logra mejorar el sistema de control de materia prima en la fabricación de pedrín y arena se mantienen los costos iguales.
- Variable independiente: control de materia ingresada al proceso. Es una variable cuantitativa, entera.
- Variable dependiente: reducción de costos de operación. Es una variable cuantitativa, monetaria.

7. MARCO TEÓRICO

El fundamento teórico sobre el cual se inicia la investigación y que servirá como base a la indagación por realizar se presenta a continuación. Como conceptos básicos de la investigación se obtendrán aportes de los siguientes libros recomendados en la Maestría de Gestión Industrial.

Sistemas de Producción cita lo siguiente: “el modelo de transporte busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes a varios destinos. Los datos del modelo son: nivel de oferta en cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino y el costo de transporte unitario de la mercancía a cada destino. Como solo hay una mercancía un destino puede recibir su demanda de una o más fuentes. El objetivo del modelo es el de determinar la cantidad que se enviará de cada fuente a cada destino, tal que se minimice el costo del transporte total”. (Hiller, 2006, p. 85), con esta definición se podrá relacionar lo aprendido en la teoría y se podrá aplicar los modelos de transporte en la práctica.

Otro de los puntos muy importantes de la investigación se obtiene de la clase de estudios financieros aplicados a proyectos de ingeniería, donde se cita “La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo” (Besley & Brigham, 2005, p. 543), explica la importancia de conocer los gastos y las ganancias que implican la fabricación del producto y propone herramientas de manejo de datos

enfocados desde el punto de vista financiero, qué beneficien a la empresa y se obtenga una maximización de ganancias.

Como base usará la tesis elaborada por Ortiz, C. A., (2005), “Optimización del manejo y control de la materia prima en la empresa papelera internacional S. A.” En ella se realizan el análisis de la situación actual del manejo de material prima y utiliza métodos como MRP, justo a tiempo y manejo de inventarios donde los podría aplicar en la investigación.

Se tomarán aportes de la tesis de Gramajo, (2009), titulada: “Mejoramiento del área de trituración terciaria, mediante la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción”. En ella muestra cómo se realizan las pruebas de capacidad de maquinaria, dosificación de la materia prima, estudios de producción de piedrín y arena; se analizan las causas de la baja productividad, condiciones actuales de la planta así como también realiza un estudio y hacen unas propuestas de mejora que podrían funcionar en la aplicación del tema de investigación. Se implementa un sistema de mejora continua donde se aplica y se acerca al objetivo que es necesario de la investigación.

Se aplicarán los modelos planteados en la investigación de Mijas, D. A. (2008), “Elaboración de un modelo de control interno para minimizar la pérdida de materia prima en la empresa de lácteos Produlac. 2008”, donde se presentan algunos datos para su análisis y así realizar comparaciones con los obtenidos, logrando definir mejores modelos de control al proceso del acarreo de la materia prima.

De la empresa se obtiene la información técnica de los agregados para la construcción “El piedrín de AGRECA cumple con los requisitos de calidad en cuanto a granulometría, porcentaje de partículas planas y alargadas, desgaste

físico y químico; entre otras características fundamentales para obtener concretos, asfaltos, blocks, adoquines, postes, tubos y otros productos prefabricados dignos de competir en los mercados más exigentes. Diferentes medidas de los piedrines: - piedrín 1 ½" No 4, piedrín 1" No. 56, piedrín 1" No. 57, piedrín 3/8" No. 8, ½" lavado ¼, 3/8" lavado, 3/16" " (Manual de Agregados, 2013, p. 2).

Para el tema de acarreo de materiales “es necesario observar que todos los movimientos de materiales no añaden nada de valor al producto, el costo del traslado es pagado por la dirección, pero el trabajo realizado no mejora el producto, en general el traslado de materiales añade costes” (Vaugh, 1990, p. 120) . El acarreo de materiales incluye todo movimiento de materiales a través de varios almacenes de operaciones desde la materia prima hasta la última etapa de embarque del producto.

Se tratará de eliminar métodos que no valgan la pena para reducir al mínimo el acarreo de materiales que utilizan ayuda mecánica eliminando el uso de la mano de obra en el movimiento de materiales, evitar transferencias innecesarias de materiales del piso al lugar de trabajo de contenedor a contenedor, incrementar la velocidad del acarreo, usar contenedores, unidades de carga y a la gravedad como fuerza de movimiento así como elaborar un plan de acarreo de materiales.

Es necesario evaluar el equipo que se tiene, “el proceso de evaluación y selección de máquinas consume mucho tiempo y es caro, es aconsejable antes de iniciar hacer una evaluación preliminar del equipo disponible y determinar si es capaz de cumplir con los requerimientos” (Inns, 1995, p. 47), con ello determinar qué factores afectan la selección del equipo. Entre estos están:

- Adaptabilidad
- Flexibilidad
- Capacidad de carga
- Rapidez
- Espacio requerido
- Supervisión requerida
- Mantenimiento
- Costo (depreciación, mantenimiento, instalación)
- Ambiente (seguridad en las condiciones de trabajo)
- Factor humano (labor directa requerida para operarlo, instalación, mantenimiento).

Se necesita un buen análisis de los costos de toda la materia prima, “presupuestos de materiales y partes: en este presupuesto se especifican las cantidades planificadas de cada materia prima, por cada producto” (Pearson Education, 2005, p. 179). Determinando claramente las metas de producción se puede realizar una ingeniería hacia atrás para determinar la cantidad de materia prima requerida y saber cuánto es el máximo costo que podrán pagar por cada tonelada.

Las herramientas logísticas son importantes porque facilitan el manejo de los materiales y se realiza una mejor planificación “Justo a Tiempo, no es un procedimiento de control de materiales, stocks y obra en curso, sino una filosofía de gestión” (Pascual, 2009, p. 5) es necesario que en este proceso se utilice este tipo de método debido que suele comprarse materia prima de más y solamente se incrementan los costos de producción mensuales.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE
PREGUNTAS ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.1. Descripción del problema
- 1.2. Alcances de la investigación
- 1.3. Preguntas de investigación

2. MARCO TEÓRICO

- 2.1. Modelo de redes
 - 2.1.1. Algoritmo del árbol expandido
 - 2.1.2. Método de trasbordo con capacidades
 - 2.1.3. Método de transporte
- 2.2. Teoría de colas
 - 2.2.1. Sistema de filas de espera
 - 2.2.1.1. Con un solo servidor
 - 2.2.1.2. Con múltiples servidores

- 2.3. Métodos de control
 - 2.3.1. Justo a tiempo
 - 2.3.2. Mejora continua
 - 2.3.3. Adaptación rápida de la maquinaria
 - 2.3.4. Redes de proveedores
- 2.4. Análisis de costos
 - 2.4.1. Análisis de costos de producción
 - 2.4.2. Análisis de mano de obra
 - 2.4.3. Análisis de insumos
 - 2.4.4. Costos aplicados al proceso

3. SITUACIÓN ACTUAL

- 3.1. Descripción general de la empresa
 - 3.1.1. Ubicación
 - 3.1.2. Antecedentes históricos
 - 3.1.3. Misión
 - 3.1.4. Visión
 - 3.1.5. Actividades productivas de la empresa
 - 3.1.6. Estructura organizacional
 - 3.1.6.1. Organigrama general
- 3.2. Área de materia prima cantera
 - 3.2.1. Descripción
 - 3.2.1.1. Ubicación
 - 3.2.1.2. Antecedentes del manejo
 - 3.2.2. Actividades que se realizan

4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- 4.1. Materia prima
 - 4.1.1. Tipo

- 4.1.2. Calidad
 - 4.2. Proveedores involucrados
 - 4.3. Manejo de materiales
 - 4.3.1. MRP
 - 4.3.2. Sistemas justo a tiempo
 - 4.4. Administración y control de inventarios
 - 4.5. Políticas de manejo de materia prima
5. ADMINISTRACIÓN DEL ÁREA DE MATERIA PRIMA
- 5.1. Diagnóstico general
 - 5.1.1. Análisis FODA
 - 5.2. Mano de obra
 - 5.3. Políticas en el manejo de la materia prima
 - 5.4. Análisis del equipo que se utiliza
 - 5.5. Análisis de costos en los que se incurre en el manejo de materia prima
 - 5.6. Informe de producción de materia prima
 - 5.7. Desperdicio
 - 5.8. Medio ambiente
 - 5.9. Procedimientos de carga de materia prima
 - 5.10. Proceso de recepción
 - 5.10.1. Diagrama de flujo del proceso de recepción
 - 5.10.2. Almacenamiento
 - 5.10.2.1. Controles o formas de controlar la materia prima
 - 5.11. Capacidad de trituración de materia prima
 - 5.11.1. Maquinaria utilizada para el acarreo de materia prima y trituración

6. COSTOS

6.1. Costos de mano de obra

6.2. Costos de maquinaria

6.3. Costos de recursos

7. METODOLOGÍA

7.1. Métodos utilizados

7.1.1. Análisis de resultados

7.2. Comparación con el método antiguo de acarreo

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

9. METOLOGÍA

El estudio será del tipo descriptivo debido a que es un tema poco conocido se recolectarán los datos actuales, serán medidos y se evaluará cual es el resultado del estudio. Basándose en los hallazgos se podrá proponer un nuevo método para reducir los costos de producción para la planta de agregados.

El diseño es transeccional descriptivo debido a que se realizará una recolección de datos actuales y será comparado con un método propuesto basado en la producción justo a tiempo. El alcance será de 6 meses y será solamente en el acarreo de materia prima de cantera zona 6 hacia la trituradora primaria de agregados.

Se realizará una investigación del tipo experimental, por lo que será necesario evaluar los datos actuales y aplicar nuevas técnicas para garantizar que la investigación sea rentable para la empresa.

Se harán pruebas con los 4 operadores de la maquinaria determinando el estudio de tiempos y los tiempos de ocio, también a los 12 pilotos se les impartirán charlas motivacionales y capacitación acerca de las rutas y tiempos que deben de tomar para garantizar la efectividad en la entrega de cada viaje de materia prima descargado.

Las 6 personas que se encuentran en cantera serán evaluadas mediante unas pruebas por una persona eficiente y con experiencia en el proceso. La evaluación sobre las rutas de acceso y toma de tiempos será realizada con mapas topográficos proporcionados por Agregados de Guatemala, las muestras

de calidad y toma de tiempos de cribado serán realizadas en el Departamento de Calidad para garantizar la veracidad de la información.

El análisis de datos y presentación será realizada en conjunto con el Departamento de Planificación y por el gerente de planta para determinar anomalías y cuál propuesta es la que le conviene a la empresa.

El trabajo de investigación se dividirá en 5 fases:

- Fase 1

Es necesario medir el volumen de materia prima que está ingresando a la línea de producción, siendo el volumen el peso de la piedra medido en metros cúbicos, también se debe determinar la humedad y el peso específico de la materia prima, la cantidad de viajes de camiones con material a granel (los despachados de cantera y recibidos en la trituradora primaria), también es necesario medir la cantidad de material que se separa en las 2 fases (limpio y de calidad), así como la abertura de los tamices para determinar cuál será la mejor opción de utilización de mallas. Se debe medir cuánto producto terminado se produce y con qué combinación de cargas se obtiene y el tiempo de traslado de materia prima de cantera a trituradora primaria.

- Fase 2

Se realizarán las mediciones en la sección primaria de la planta de Agregados de Guatemala zona 6, se medirán los volúmenes de producto terminado en básculas y pesadoras para lo cual es necesario conocer las especificaciones técnicas de cada producto para determinar la cantidad de producto final que se obtendrá.

Se cubicarán los 6 camiones que realizan el acarreo de materia prima para determinar el volumen que ingresa a la línea y serán cubicadas las unidades que cargan el material en cantera para determinar la cantidad necesaria para cada camión con las distintas excavadoras.

También se analizará el número de aberturas por metro cuadrado de las mallas colocadas en la zaranda, se recopilarán los datos en volumen de cuanto material pasa por hora hacia la pila de piedra limpia, al mismo tiempo se medirá el volumen de desecho que se obtiene con esta información y se podrá determinar la media de producto que está ingresando a la línea.

Se llevará el control de los viajes que ingresan a la línea primaria para definir el tiempo máximo de viaje por unidad y obtener un control más estricto de conteo de viajes donde se determine rápidamente si alguna unidad está perdiendo tiempo o tardándose más de la cuenta, para esto es necesario dejar tiempos de holgura debido que pueden tener bastantes problemas.

Para tener conocimiento del tiempo de reacción que detiene la línea al suceder algo imprevisto se llevará un control de conteo de fallas.

La cubicación de los camiones y las unidades de carga se realizarán una vez a lo largo de la investigación debido a que no cambiará a lo largo del experimento.

Las mallas colocadas en la zaranda deberían tener una medida estándar, ya que según el proveedor es necesario conocer cuánto material pasa por ella y lo divide.

Se tomarán medidas en la entrada y la salida para determinar el volumen completo del material, esto debería de hacerse cada 2 días en horarios diferentes. El experimento consiste en obtener los datos de carga de la línea con las diferentes combinaciones de materia prima y carga de los motores eléctricos.

- Fase 3

Para medir los viajes se elaborarán reportes diarios de operación y se llevará el control diario por un mes.

Para medir el tiempo de acarreo de viajes se debe tomar en la cantera, por unidad cargada y el momento exacto en el que llega a la tolva de descarga, se realizará una vez por turno de operadores, 3 veces por semana en distintos turnos.

Se llevará el control de fallas diarias en el reporte de operación de la trituradora, con estos datos se determinará el tiempo de ocio de la maquinaria y cuánto tiempo es necesario para repararla.

Para recopilar todos los datos de la investigación se pueden utilizar instrumentos de medición tales como: cronómetros, pesadoras, básculas y reportes en Excel, los cuales ayudarán a definir un nuevo formato para dejar todo documentado. Esto se realizará en el laboratorio de agregados de la planta ubicada en la zona 6.

- Fase 4

En esta fase se analizarán los costos de cada uno de los recursos utilizados en planta para la separación del producto entre material limpio y el

desecho, mano de obra, arrendamiento de camiones y los que se incurren desde el punto de vista financiero.

- Fase 5

Se realizará el estudio con base a lo aprendido en la Maestría de Gestión Industrial utilizando herramientas tales como: estudio de tiempos y ruta más corta. El objetivo de esta fase es determinar si la propuesta de mejora que se analizó es significativamente mejor para la empresa comparada con la anterior y con ello se podría implementar este proyecto.

10. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis se realizará con un enfoque univariado puesto que la variable independiente es la cantidad de viajes ingresados a la línea de producción y la dependiente son los costos por el acarreo de cada viaje de materia prima. Por ser variables separadas y no tener ninguna relación una con otra se puede estudiar de manera separada y crear un conjunto de resultados que brinde la información necesaria para la investigación.

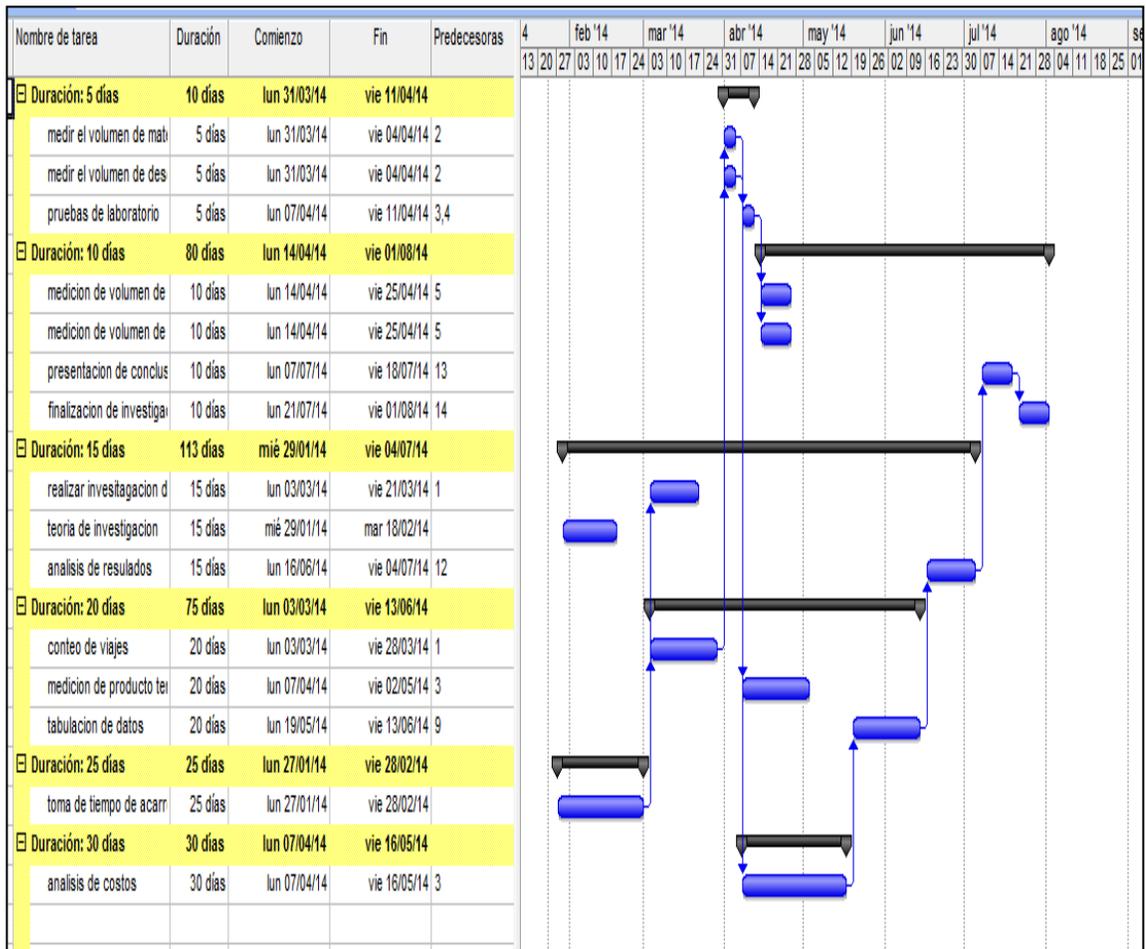
Se utilizará la media para tratar de homogenizar los datos y basarse en una medida que generalice los resultados en las distintas variables tales como: cantidad de viajes, volumen por acarreo, volumen de desecho, cantidad de producto terminado; de la media, mediana y moda se obtendrá los análisis que se necesitan para poder tomar decisiones en los datos.

Se tomarán en cuenta los errores que se podrán incurrir en la toma de datos y como se manipulan los mismos, es necesario el determinar si herramientas tecnológicas para que la manipulación de datos sea la correcta, también se tomarán muestras al azar para que nuestros datos sean lo más apegado a la realidad.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta a continuación la descripción de las tareas a ejecutar y el período programado para su inicio y finalización.

Figura 1. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Los recursos físicos y financieros necesarios para llevar a cabo el presente estudio de investigación propuesto serán proporcionados por la empresa, contándose con el acceso a datos de producción y curvas del producto, con el apoyo del Departamento de Calidad y del gerente de la planta. Entre los recursos se encuentran los siguientes:

- Humanos
 - Un ingeniero de planta
 - Supervisor de producción
 - Planificador de producción
 - Operadores de maquinaria
 - Un asesor del trabajo de investigación

- Tiempo

El tiempo estimado de la investigación es de 9 meses iniciando en el mes de enero a junio de 2014.

- Físicos
 - Equipo de computación
 - Impresora
 - Teléfono
 - Papel bond
 - Lapiceros

- Servicios
 - Internet
 - Impresión

A continuación se presenta en la tabla I, el costo de la investigación.

Tabla I. **Presupuesto**

Categoría	Subtotal (Q)
Asesor	2 500,00
Físicos	500,00
Servicios	700,00
Imprevistos	400,00
TOTAL	4 100,00

Fuente: elaboración propia.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Anaya, J. (2009). *Transporte de mercancías; enfoque logístico de Distribución*. Madrid: Esic Editorial.
2. Ballou, R. (2004). *Logística, Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Educación.
3. Blank, L., y Tarquin, A. (2012). *Ingeniería Económica (7ª. Ed.)*. México: McGraw-Hill.
4. Castellanos, A. (2009). *Manual de la Gestión logística del transporte y Distribución de mercancías*. Colombia: Universidad del Norte.
5. Chase, R. (2007). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva (10ª. Ed.)*. México: McGraw-Hill.
6. Francesc, A. (2005). *Logística de Transporte*. Catalunya: Univ. Politéc.
7. Gramajo, E. N. (2009). *Mejoramiento del área de trituración terciaria, mediante la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción, Tesis de licenciatura no publicada*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
8. Hiller, F. (2009). *Introducción a la investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill.

9. Inns, F. (1995). *La Selección, prueba y evaluación de máquinas y equipos Agrícolas: teoría*. Roma: Organización de las Naciones Unidas.
10. Jimeno, C (2001). *ÁRIDOS, manual de prospección, explotación y aplicaciones*. Madrid: E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid.
11. Keller, J. (2001). *El Manual Oficial de Seguridad*. (5ª. Ed.). México: Sélter y Asociados, Inc.
12. Krajewski, L. (2000). *Administración de Operaciones: Estrategias y Análisis*. México: Pearson Educación.
13. Mijas, D.A. (2008). *Elaboración de un modelo de control interno para Minimizar la pérdida de materia prima en la empresa de lácteos Produlac G & M*. Universidad tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador.
14. Niebel, B. (193). *Ingeniería Industrial, Métodos, tiempos y movimientos*. (9ª. Ed.). México: Alfaomega.
15. Ortiz, C. A. (2005). *Optimización del manejo y control de la materia prima en la empresa papelera internacional S. A. Tesis de licenciatura no publicada*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
16. Vaughn, R. (1990). *Introducción a la ingeniería Industrial*. Barcelona: Editorial Reverté, S. A.