



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

“MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A.).”

Edwin Noé Gramajo Estrada

Asesorado por Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León

Guatemala, mayo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

“MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A).”

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

EDWIN NOÉ GRAMAJO ESTRADA

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

“MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A.)”

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2008.



Edwin Noé Gramajo Estrada



Guatemala, 20 de abril de 2009.
Ref.EPS.DOC.603.04.09.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

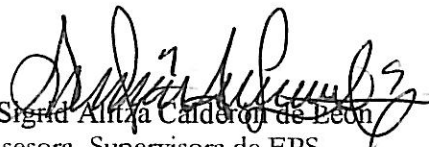
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Edwin Noé Gramajo Estrada**, Carné No. **199012933** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA S.A.)”**.

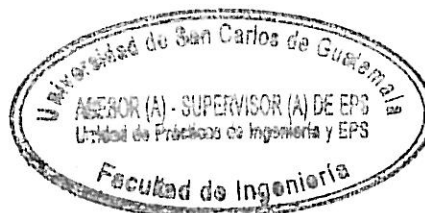
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Sigrid Alfiza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 20 de abril de 2009.
Ref.EPS.D.229.04.09.

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Gómez Rivera.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA S.A.)"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Edwin Noé Gramajo Estrada** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

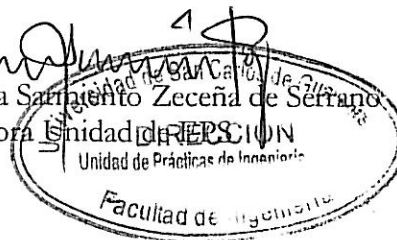
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado “MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA. (AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A.)” , presentado por el estudiante universitario Edwin Noé Gramajo Estrada, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala abril de 2009.

/mgp



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 titulado "MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRÍN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A.)" presentado por el estudiante universitario Edwin Noé Gramajo Estrada, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2009.

/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: **“MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA, MEDIANTE LA DOSIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA HACIA LAS LÍNEAS DE PRODUCCION , PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PIEDRIN, DE LA PLANTA PALÍN OESTE, EN LA EMPRESA AGREGUA, (AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A.)”**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Noé Gramajo Estrada**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2009.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS: Qué gracias a su misericordia, sabiduría y el entendimiento me permitió cumplir uno de mi sueño en la vida.

MI PADRE: Juan Francisco Gramajo Urrutia, por brindarme su ayuda incondicional.

MI MADRE: Elvira Estrada de Gramajo, por su ejemplo de vida, cariño, amor y apoyo que me ha brindado.

MIS HERMANOS: Fredy Gramajo, Norma Gramajo, por su ayuda incondicional. y Alida Gramajo (D.E.P.)

MIS ABUELITOS: Eusebio Estrada (D.E.P.)
Adela García (D.E.P.)
Jesús Urrutia (D.E.P.)
Joaquín Gramajo (D.E.P.)

MI ESPOSA: Brenda Alecio, por apoyarme, motivarme para seguir adelante y estar conmigo.

MI HIJA: Melany Jimena Gramajo, con mucho amor y ser de mi vida.

MIS SOBRINOS: Juanito, Lorena, Waleska, Wuilmer y Dayner, con mucho cariño.

MIS TÍOS Y TÍAS: Con especial cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres, ya que ellos me están dejando la mejor herencia que un padre le deja a un hijo: la educación. ¡Los quiero mucho!

Walter Rene Oajaca, por impulsarme hacia delante con sus consejos y apoyo. ¡con especial cariño!

AGREGADOS DE GUATEMALA, y muy especialmente a Ing. Estuardo Rivera, por su incondicional apoyo para la elaboración del presente trabajo.

A los Ingenieros Sigríd Calderón, María Martha Wolford y Fredy Gramajo, por su gran ayuda para realizar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

1. ASPECTOS GENERALES DE AGREGADOS DE GUATEMALA S.A.

1.1	Historia de la empresa.....	1
1.2	Actividades de AGREGUA, S.A.	2
1.3	Estructura organizacional.....	2
	1.3.1 Superintendente de planta.....	3
	1.3.2 Supervisor de planta.....	4
	1.3.3 Jefe de planta.....	4
	1.3.4 Jefe de taller.....	4
	1.3.5 Recursos humanos.....	4
1.4	Visión.....	5
1.5	Misión.....	5
1.6	Política de seguridad de la empresa.....	5
1.7	Ubicación de la empresa.....	6

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Capacidad del proceso.....	7
2.2	Definición dosificación de la materia prima.....	8
2.3	Definición de productividad.....	8
2.4	Definición de disponibilidad.....	9
2.5	Definición de agregados.....	9
2.6	Cantera.....	10
2.7	Trituración terciaria.....	10
2.8	Indicadores asociados a la productividad y la calidad.....	10
2.8.1	Conceptos de indicadores.....	10
2.8.2	Eficiencia productiva.....	10
2.8.3	Eficiencia mecánica.....	11
2.8.4	Medidas de control.....	11
2.8.5	Plan de monitoreo.....	12
2.8.6	Acción correctiva.....	12
2.9	Estudio del proceso de producción.....	13
2.9.1	Diagrama de operaciones.....	13
2.9.2	Diagrama de flujo del proceso.....	14
2.9.3	Estudio de tiempos y movimientos.....	15

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN Terciaria

3.1	Descripción del proceso.....	17
3.1.1	Descripción del producto.....	25

3.1.2	Análisis por medio de Causa-Efecto y Pareto.....	25
3.1.2.1	Causa y Efecto.....	28
3.1.2.2	Diagrama de Pareto.....	29
3.1.2.3	Diagrama de recorrido del proceso.....	29
3.2	Condiciones generales del área de trituración terciaria.....	31
3.2.1	Causas de la baja productividad en el proceso.....	31
3.2.2	Materia prima.....	32
3.2.3	Donde se obtiene la materia prima.....	32
3.2.4	Control de carga hacia las líneas de producción.....	33
3.3	Diagrama de operaciones.....	33
3.4	Diagrama de flujo.....	33
3.5	Diagrama de hombre máquina.....	33
3.6	Eficiencia actual.....	35
3.7	Medios de producción del pedrín de una pulgada y media pulgada.....	37
3.7.1	Maquinaria.....	38
3.7.2	Equipo de producción.....	39
3.7.3	Análisis del personal empleado en el proceso.....	43
3.7.4	Controles actualmente utilizados.....	44
3.7.5	Condiciones de trabajo.....	46
3.7.6	Tipos de paros.....	48

4. SISTEMA DE CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA

4.1	Análisis de las operaciones.....	51
4.2	Puntos críticos de control dentro del proceso.....	55
4.3	Procedimientos de monitoreo.....	56

4.4	Control basado en inspecciones.....	57
4.5	Control estadístico.....	57
4.6	Paros de producción.....	58
4.6.1	Diagrama de pareto, propuesto.....	60
4.6.2	Fallas mecánicas.....	61
4.6.3	Factores externos.....	61
4.7	Factores considerados para mejorar la productividad del pedrín de una pulgada y media pulgada.....	62
4.7.1	Balance de líneas.....	64
4.7.2	Capacidad de producción de la línea.....	66
4.7.3	Estudio de tiempos, de un centro de trabajo.....	68
4.7.4	Definición de incentivos.....	73
4.7.5	Índice de productividad.....	74
4.7.6	Diagrama hombre-máquina, mejorado.....	78
5.	IMPLEMENTACIÓN DE LA ACCIÓN CORRECTIVA DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA	
5.1	Principios del mejoramiento de la productividad.....	81
5.1.1	Principios del proceso de productividad.....	83
5.1.2	Principios de la automatización.....	84
5.1.3	Principio del mercado.....	84
5.2	Límites de especificación de la productividad.....	85
5.3	Límites de proceso.....	86
5.4	Relación de capacidad del proceso.....	87
5.4.1	Merma de la disponibilidad.....	88

5.4.2	Tiempo de paro.....	89
5.5	Procedimientos o guía de control de la productividad.....	89
5.6	Programa de seguimiento.....	92
5.6.1	Implementación de tableros de control de producción en las áreas de trabajo.....	93
5.6.2	Planes de acciones preventivas y correctivas de demoras en la producción.....	95

6. MEJORA CONTINUA DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA

6.1	Propuesta de la mejora.....	99
6.2	Mejoramiento de las condiciones de trabajo.....	101
6.3	Sistema de costos versus productividad.....	103
6.4	Instalación de un sistema automatizado para la dosificación de la materia prima.....	105
6.5	Retroalimentación.....	107

CONCLUSIONES.....	109
--------------------------	------------

RECOMENDACIONES.....	111
-----------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍAS.....	113
---------------------------	------------

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

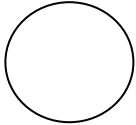
FIGURAS

1.	Organigrama general.....	3
2.	Plano de ubicación.....	6
3.	Diagrama de flujo, piedrín de una pulgada.....	20
4.	Diagrama de flujo, piedrín de media pulgada.....	23
5.	Estadística sobre causas que afecta el proceso.....	26
6.	Diagrama de Causa-Efecto, disminución de la productividad.....	28
7.	Diagrama de Pareto, paros en el proceso.....	29
8.	Diagrama de recorrido del piedrín.....	30
9.	Área de la planta.....	31
10.	Área de cantera.....	32
11.	Diagrama hombre máquina, trituración.....	34
12.	Maquinaria de trituración.....	38
13.	Hidrocono.....	41
14.	Cono barmac.....	41
15.	Bandas transportadoras.....	42
16.	Zaranda vibratoria.....	42
17.	Área de señalizaciones y protección de seguridad.....	47
18.	Área de carga.....	47
19.	Grafica de paros de zaranda.....	49
20.	Grafica de trituración VSI.....	50
21.	Gráfica de resumen de paros.....	50
22.	Diagrama de Pareto, índices de mejora.....	60
23.	Diagrama de hombre máquina, mejorado.....	79
24.	Modelo de beneficio.....	82
25.	Dosificación de la materia prima.....	106

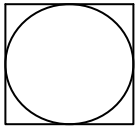
TABLAS

I.	Producción piedrín de una pulgada y media pulgada.....	18
II.	Eficiencia del proceso del piedrín de una pulgada.....	36
III.	Eficiencia del proceso del piedrín de media pulgada.....	37
IV.	Paro de zaranda vibratoria.....	48
V.	Paro de trituradora VSI	49
VI.	Prueba para análisis de la operación.....	52
VII.	Reporte de paros, área terciaria.....	59
VIII.	Factores considerados para la disminución de la productividad.....	63
IX.	Clasificación de los operarios por tiempos.....	65
X.	Capacidad de producción del piedrín de una pulgada.....	67
XI.	Capacidad de producción del piedrín de media pulgada	67
XII.	Datos de tiempo del cambio de fajas.....	69
XIII.	Datos de tiempos de reparación de rodos.....	70
XIV.	Datos de tiempo del distribuidor de materia prima.....	71
XV.	Productividad parcial (Actual).....	76
XVI.	Control de la productividad.....	77
XVII.	Límites de especificación para el manejo de productividad.....	86
XVIII.	Guía de control de la productividad, del baypass.....	91
XIX.	Control de la producción.....	94
XX.	Formato de control de mantenimiento de la maquinaria.....	97

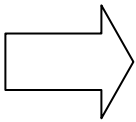
LISTA DE SÍMBOLOS



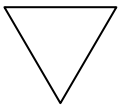
Operación de transformación del producto.



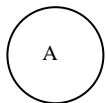
Operación de transformación y verificación del producto.



Traslado del material de un proceso a otro.



Almacenamiento de materia prima o almacenamiento de producto terminado.



Secuencia del diagrama. Es decir, cuando termina la página y el diagrama no ha terminado, continúa en la página siguiente.

Barmac. VSI,

Cono de trituración.

(TG3, TG4)

CV2, CV3, CV4	Codificación de zarandas vibratorias.
E	Error permitido.
Hidrocono, (TI2, TI3)	Cono de impactos.
K	La probabilidad de error.
n	El número de valores observado en una muestra.
N	Número de observaciones realizada dentro de un proceso.
P	Probabilidad que suceda.
Q	Probabilidad que no suceda.
S	Desviación estándar.
T	Puntos de porcentaje de distribución.
X	Promedio.

GLOSARIO

Agregados	Constituyen la materia prima indispensable para la producción de obras de concreto, asfalto, block y otros elementos prefabricados.
Automatización	Mecanización aumentada para la producción de artículos y servicios.
Base	Material que se extrae en el área primaria, con ciertas características, que sirve como relleno o cimiento en la construcción.
Barmac	Marca de conos que se utiliza para la trituración de la materia prima, en el área terciaria.
Baypass	La distribución de la materia prima, por medio de una compuerta automatizada.
Capacidad del proceso	Es la eficacia en el rendimiento de la calidad en un proceso con determinados factores, establecidos bajo condiciones normales.

Calidad	Es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permita satisfacer necesidades.
Cuaternario	En esta área se produce los materiales finos y el área de lavado.
Cono	Maquinaria que procesa la materia prima, por medio de trituración, los productos que se extrae son más finos.
Cantera	El área donde se extrae la materia prima (piedras) para el proceso de elaboración de agregados.
Descapote	Es la extracción de materiales que recubren la materia prima a utilizar como: (tierra, arcilla, barro)
Hora-hombre	La cantidad estándar del trabajo ejecutado, por un hombre en una hora.

Hidrocono	Maquinaria que procesa la materia prima, por medio de impacto. Se obtienen materiales o producto de medidas más grande.
Primaria	Es el inicio del proceso de trituración del material (piedra), la materia prima pasa su primer proceso, se extrae el basalto, (tipos de piedra) y base natural.
Plan de muestreo	Es un plan específico que determina el tamaño de la muestra a utilizar, el criterio asociado.
PPO	Planta Palín Oeste.
Secundaria	Es el área de trituración de la materia prima, por medio de impacto del hidrocono y se transporta hacia la pila pulmón.
Terciaria	Se define como el área, donde pasa la mayor parte del proceso de trituración, aquí se extrae materiales finos para otra área, así como pedrín de una pulgada y pedrín de media pulgada.

RESUMEN

El contenido de este trabajo de graduación desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado, incluye conceptos básicos que intervienen en el desarrollo del proceso, con el objetivo de mejorar el área de trituración terciaria, para la dosificación de la materia prima, en donde se calcula la productividad actual que son relativamente bajas, esto debido que el producto generado es muy bajo.

Se realizó un análisis que incluye la reducción de costos y tiempos improductivos en la empresa, con el fin de localizar los puntos donde se debe aplicar la mejora, así como conocer todas aquellas causas que hacen baja la producción como: (fallas mecánicas, mantenimiento preventivo y capacitación).

Se identificaron las oportunidades de mejora en el área terciaria, pero la más relevante fue: realizar la dosificación de la materia prima mediante un baypass, con la finalidad de aumentar la productividad en el área terciaria, con esto la materia prima ingresa de forma porcentual al área de producción.

Se elaboró un diagrama de Hombre-máquina para medir la eficiencia, los tiempos muertos en el proceso productivo y todas aquellas técnicas como: (capacitaciones, incentivos, reconocimientos y clima organizacional) que permitan mejorar las condiciones de los trabajadores.

Realizar mejoras a la planta, con el objetivo mantener un control, seguimiento del proceso del material y producto terminado, (véase página 100). Así asegurar su rentabilidad en el futuro y continuar participando en los mercados nacionales e internacionales, por medio de estrategias de ventas y cambio de actitud del trabajador.

OBJETIVOS

- **General**

Mejorar el área de trituración terciaria, mediante la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción, para la productividad del proceso de elaboración del piedrín, en la empresa “AGREGUA, S.A.”

- **Específicos**

1. Analizar el proceso del área terciaria que permita hacer un análisis de estudio de tiempo, las causas de la baja productividad y disminuir los tiempos improductivos.
2. Realizar un análisis de los paros por fallas de los equipos, así como: mantenimiento, calidad de materiales y una descripción de los equipos de producción.
3. Implementar en el proceso de elaboración de agregados en el área terciaria, la formulación del diseño de un sistema de control de paros del proceso de producción, y la instalación de un dosificador de materia prima.
4. Aplicar mejoras a la producción del área terciaria, donde se pueda explicar lo referente con la productividad actual, disponibilidad, tiempos y demoras de las operaciones del proceso.
5. Desarrollar un programa para la seguridad y bienestar de la empresa para mantener la buena salud de los empleados.

INTRODUCCIÓN

El contenido que se describe en este trabajo de graduación desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado, incluye conceptos básicos que intervienen en el desarrollo de la trituración terciaria, con el fin de mejorar la productividad en una área específica.

En la empresa Agregados de Guatemala, planta Palín Oeste, con el fin de localizar los puntos donde se debe aplicar la mejora, uno de los puntos se realiza en la distribución de la materia prima hacia las líneas de producción, por medio de un baypass, además se realizan diagramas de flujo, estudio de tiempos, diagrama de hombre-máquina y balance de líneas. El trabajo incluye seis capítulos, los cuales se desarrollan de la siguiente forma:

En el capítulo uno existen las generalidades de la empresa, reseña histórica, actividad productiva, estructura organizacional, visión, misión y políticas de seguridad.

El capítulo dos contiene la base teórica de la capacidad del proceso, asociado a la productividad y la calidad, un estudio del proceso de producción. Con base a la utilización en el desarrollo del trabajo.

El capítulo tres presenta el estado actual de la planta, en la aplicación de técnicas de ingeniería, tales como: descripción del proceso, condiciones generales del área de trituración terciaria, proceso actual del pedrín de una pulgada y media pulgada, medios de producción del pedrín.

El capítulo cuatro presenta la propuesta del sistema de control y mejora de la productividad, del área de trituración terciaria. Donde se realiza análisis de las operaciones, puntos críticos de control del proceso, procedimientos de monitoreos, control basado en inspecciones, definición de incentivos, índice de productividad, con el fin de localizar los puntos donde se debe aplicar la mejora.

En el capítulo cinco se describe la implementación de la acción correctiva de principios del mejoramiento de la productividad, principios de mercado, límites de especificación de la productividad, límites de proceso, merma de la disponibilidad, tiempo de paro, procedimientos y guías de control de la productividad, programas de seguimiento, implementación de tableros de control de producción en áreas de trabajo. Este es un punto clave para mejorar la producción, ya que estas acciones correctivas logrará aumentar la productividad.

El capítulo seis describe la mejora continua del área de trituración terciaria como: implantación de la mejora, mejoramiento de las condiciones de trabajo, sistema de costos versus productividad, instalación de un sistema automatizado, para la dosificación de la materia prima y retroalimentación.

Y por último, se presenta las conclusiones y recomendaciones pertinentes como medios de aportación para el mejoramiento de la productividad, y el valor de la mejora continua en el proceso.

1 ASPECTOS GENERALES DE AGREGADOS DE GUATEMALA, S.A.

A continuación se detallan las generalidades de la empresa Agregados de Guatemala S.A., así como las características, historia, actividades, visión, misión y política.

1.1 Historia de la empresa

La industria de construcción demandaba la existencia de una sólida productora de agregados, para satisfacer la necesidad de productos variados con estándares de calidad mundial, abastecimiento garantizado.

Por ello, en marzo del año 2004, nace Agregados de Guatemala, S.A. (AGREGUA) aprovechando las fortalezas de tres empresas líderes de la industria de construcción y perfilándose a nivel de la industria, como el mejor y más grande productor del istmo.

Produciendo pedrín, arena, base trituradas y otros agregados para diversos usos en construcción, AGREGUA ha logrado posicionarse en el mercado como la marca de mejor calidad, gracias a sus estrictos procesos productivos y la utilización de la más moderna y eficiente tecnología disponible a nivel mundial.

Dentro de sus hechos significativos ante la responsabilidad social y empresarial, contribuye al mejoramiento y construcción de escuelas, con la

aportación de: (piedrín, arena) así como áreas recreativas a la población, desde el año 2005.

1.2 Actividades de Agregua S.A.

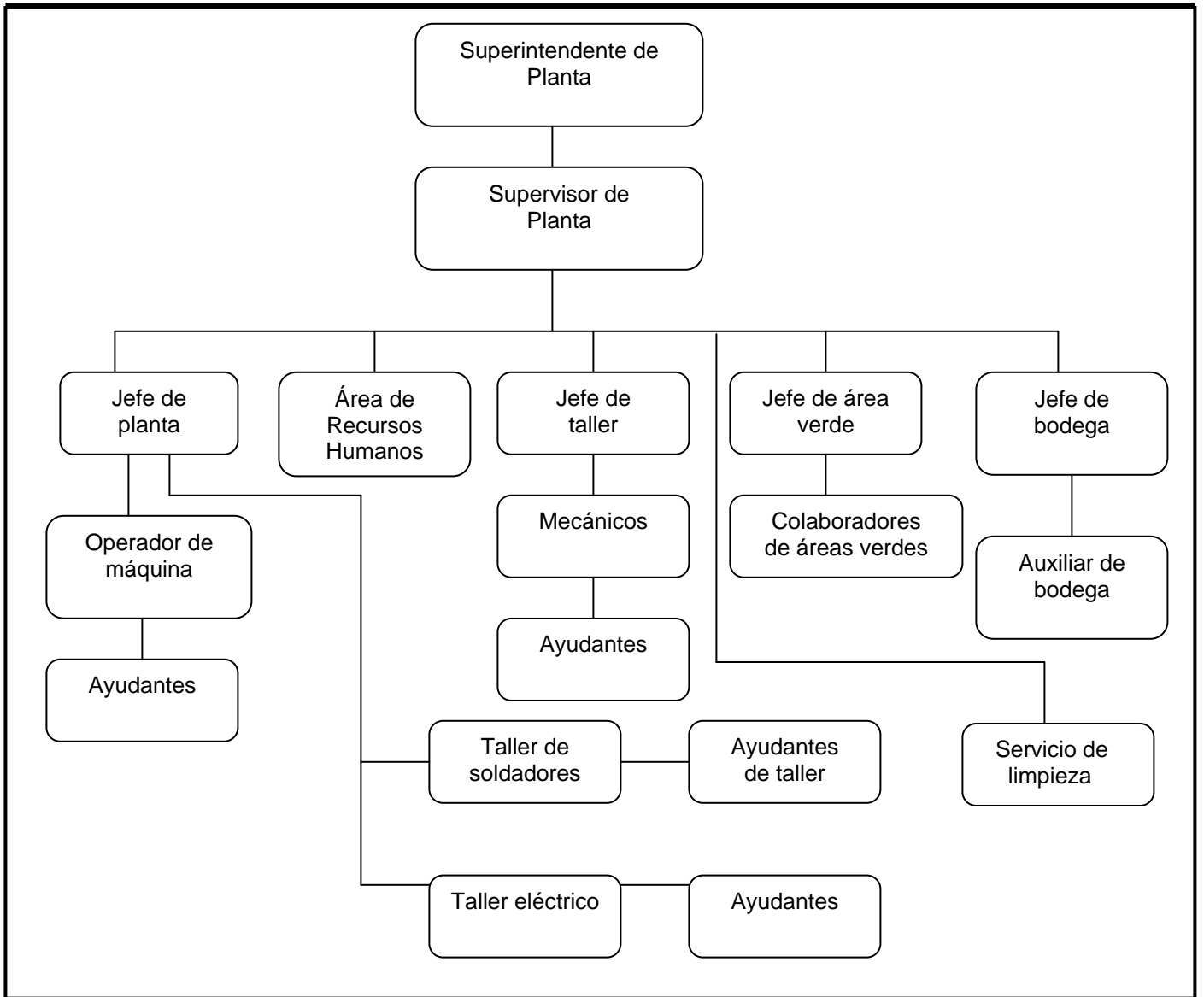
Agregua se dedica a la fabricación de agregados, que constituyen la materia prima indispensable para la producción de obras de concreto, asfalto, block y otros elementos prefabricados en general, que busca la máxima calidad de forma sostenida que sólo Agregua ofrece.

Gracias a la mejor materia prima, tecnología de punta, personal calificado y laboratorios bien equipados, con la calidad de los agregados, se ha cumplido con las expectativas de los clientes. Además, presta el servicio de trituración en el lugar que los clientes designen.

1.3 Estructura organizacional

La empresa Agregados de Guatemala, Planta Palín Oeste, está organizada de la manera siguiente (véase figura 1.)

Figura 1. Organigrama de Planta Palín Oeste (Agregados de Guatemala)



1.3.1 Superintendente de planta

Es la persona encargada de la Planificación, Dirección, Control y decisiones de las estrategias de trabajo dentro de la empresa.

1.3.2 Supervisor de planta

Es la persona que asiste al superintendente de la planta, su finalidad es velar por que se ejecuten las órdenes, así como el control del proceso e informar y dar seguimiento de las mejoras que se realice dentro de la planta.

1.3.3 Jefe de planta

Se encarga del proceso productivo, del mantenimiento y supervisa al trabajador de planta, reporta al superintendente de planta bajo control y relación del supervisor de planta.

1.3.4 Jefe de taller

Es la persona encargada del servicio de mantenimiento del equipo de trabajo como: maquinaria de planta, maquinaria de cantera y vehículos pesados. Tiene a su cargo cuatro mecánicos y tres ayudantes, reporta al superintendente o supervisor de planta.

1.3.5 Recursos humanos

Es una dependencia de oficinas centrales de recursos, su finalidad es seleccionar al trabajador del área sur al momento de su contratación, actualmente existen tres personas a cargo de esta área.

1.4 Visión

“ Ser el proveedor líder en la región de agregados, productos y servicios relacionados.”

1.5 Misión

“Proveer a los mercados de la región con los mejores agregados, productos y servicios relacionados, basándonos en los principios de responsabilidad social, integridad y excelencia para satisfacer las necesidades de nuestros clientes y de la comunidad.”

1.6 Política de seguridad de la empresa

Las políticas de seguridad son las reglas y procedimientos que regulan la forma en que la organización previene, protege y maneja los riesgos de diferentes daños. Con la meta de cero accidentes.

Dentro de las medidas de seguridad, Agregua cuenta con un estricto control sobre componentes de:

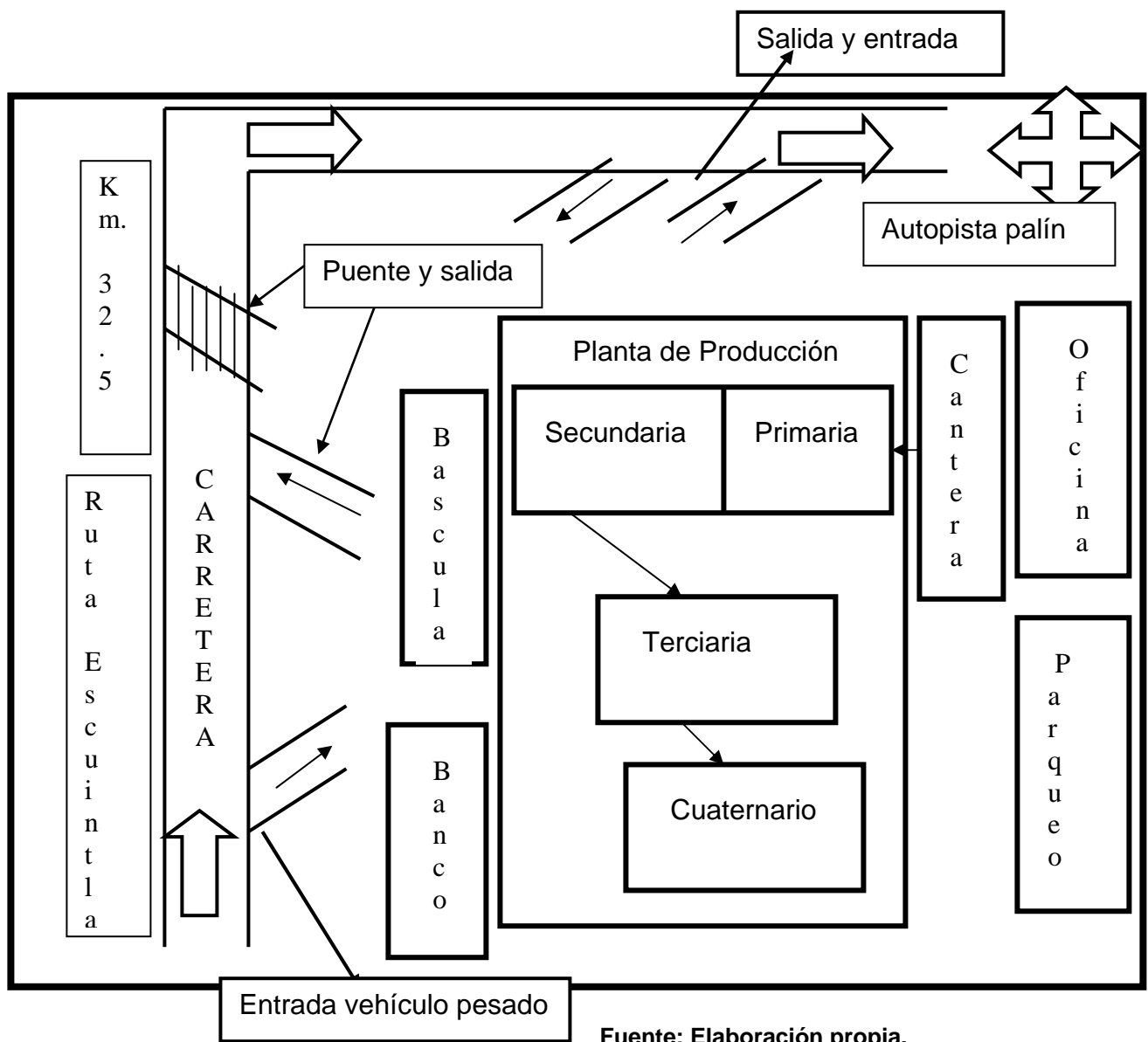
- ✓ Una política de privacidad.
- ✓ Una política de acceso de su personal dentro del área de planta.
- ✓ Una política de mitigación de polvos.
- ✓ Una política de mantenimiento para la maquinaria.
- ✓ Una política de divulgación de información.
- ✓ Una política de seguridad industrial.

Fuente: Información del capítulo uno, proporcionada por Agregados de Guatemala, referencia electrónica. www.agregua.com

1.7 Ubicación de la empresa

En relación a la empresa, Agregados de Guatemala, (Agregua) se encuentra ubicada en: kilómetro 32.5 carretera al pacífico, Palín Escuintla. A continuación se realiza un plano de la ubicación de la planta, (véase figura 2).

Figura 2. Plano de ubicación, Planta Palín Oeste



2 MARCO TEÓRICO

A continuación se desarrollan los distintos temas que conforman la base del proceso de producción, para el mejoramiento de la productividad de la empresa Agregados de Guatemala S.A.

2.1 Capacidad del proceso

La capacidad del proceso es la eficacia en el rendimiento de la calidad en un proceso con determinados factores establecidos y bajo condiciones normales de la operación bajo control. Esta se determina cuando se ha logrado obtener una mejora de calidad, aumento en la productividad que sé la óptima en el proceso.

Existen dos aspectos importantes de la capacidad del proceso:

- a) Factores de proceso: este aspecto incluye la materia prima, la mano de obra, la maquinaria, los equipos de medición, la habilidad del inspector.
- b) Condiciones de proceso: se debe tener las medidas normalmente distribuidas y permanecer siempre bajo un estado estadístico de control.

La capacidad de proceso se determina, a fin de juzgar su actitud para cumplir con las especificaciones de un producto. Por lo tanto, si se tiene información de la capacidad del proceso, que es de $140\text{m}^3/\text{hora}$. Los productos podrán encontrarse en aquellos procesos que se ha minimizado la cantidad de trabajo de producto defectuoso y fallas mecánicas.

2.2 Definición dosificación de la materia prima

- a) “Se define como la cantidad de materia prima que se desea distribuir dentro de un proceso de producción.” Autor. Jay, Heizer. Decisiones tácticas.
- b) “El porcentaje de materia prima que se maneja en una área o línea específica para la elaboración de cierto producto, dentro de un proceso productivo.” Autor. Jay, Heizer. Decisiones tácticas.

2.3 Definición de productividad

- a) “Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes, servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.” Autor. Tawfik, lois. Administración de la producción.
- b) “La productividad, también conocido como eficiencia es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.” Autor. Humberto, Pulido. Calidad Total y Productividad.
- c) “ También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema, la productividad factor es la razón de la producción con la suma asociada con los (factores de insumos de mano de obra y capital).” Autor. Humberto, Pulido. Calidad Total y Productividad.

Productividad = salida/ entradas

Entradas: Mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital.

Salidas: Productos

2.4 Definición de disponibilidad

- a) “La disponibilidad se suele expresar como el porcentaje del tiempo que un servicio o un sistema está disponible. La cantidad de producto o servicio, con el cual se puede contar en un tiempo propicio al momento de ser despachado.” Autor. Niebel, Benjamín W. Estudio de tiempos.
- b) “El valor del producto con que se cuenta dentro de la empresa para ser vendida a sus clientes y así satisfacer las necesidades.” Autor. Adam y Ebert. Administración de la producción.

2.5 Definición de agregados

- a) “Es un material granular, como: la arena, la grava y la roca triturada, debe estar constituido por partículas, limpias, duras, resistentes y durables.” Referencia electrónica, <http://es.wikipedia.org/> junio, 2008.
- b) “Viene de mezclar, que constituyen la materia prima indispensable para la producción de obras de concreto, asfalto, block y otros elementos prefabricados.” Referencia electrónica, <http://es.wikipedia.org/> junio, 2008.

2.6 Cantera

Se define como la explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, rocas ornamentales. Donde se obtienen la materia prima para la trituración.

2.7 Trituración terciaria

Se define como el área de trituración de la materia prima, donde se obtiene el producto terminado de pedrín de una pulgada y de media pulgada, así como la distribución de material fino ya triturado, hacia el área cuaternaria, donde se extraen las otras medidas de producto.

2.8 Indicadores asociados a la productividad y calidad

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la calidad y la productividad: eficiencia, efectividad y eficacia.

2.8.1 Concepto de indicadores

“Los indicadores tienen por finalidad medir el grado en que se ha alcanzado determinado objetivo o resultado. Se puede emplear, para valorar los resultados y evaluar los progresos a lo largo del tiempo, en lo tocante al logro de determinados objetivos.” Autor. Jay, Heizer. Decisiones tácticas.

2.8.2 Eficiencia productiva

La eficiencia productiva de un sistema productivo complejo es el nivel de aptitud logrado en la capacidad de movilizar los recursos humanos y no humanos a efectos de producir objetos o servicios, según las formas y los

costos que la demanda requiere. Es lograr los resultados deseados, con menos recursos, en el tiempo adecuado, con un mayor volumen de ganancias.

2.8.3 Eficiencia mecánica

- a) “Se define como más eficiencia con un consumo reducido. Una máquina simple es algo que convierte la aplicación de una fuerza en trabajo útil, la eficiencia de la máquina se define como la relación del trabajo de salida entre el trabajo de entrada.” Autor. Hodson, William K. Manual del ingeniero industrial.

- b) “La cantidad de trabajo útil realizado por la máquina nunca podrá ser mayor que el trabajo que se le suministra. Siempre habrá algunas pérdidas debidas al rozamiento o a alguna otra fuerza disipadora.” Autor. Hodson, William K. Manual del ingeniero industrial.

2.8.4 Medidas de control

Son las actividades que se llevan a cabo en cada uno de los puntos críticos de control, para disminuir o eliminar los riesgos dentro de un proceso determinado.

Algunas medidas de control que se realizan en los procesos están: las inspecciones en los procesos y distribución, la cantidad de material que ingresa a una tolva para la trituración, las diferentes mediciones realizadas para mantener un estricto control de calidad al producto, que el personal utilice los equipos de seguridad al ingresar a la planta, etc.

2.8.5 Plan de monitoreo

Se refiere a la planeación de cómo cuándo y quiénes ejecutarán las actividades para la evaluación de los puntos de control de un proceso determinando. Dicho en otras palabras, es la definición de las acciones que se ejecutarán, el lugar y el momento en que se realizarán y el personal que hará efectivo lo planificado.

Se debe asegurar que los riesgos sean controlados y garantizar la seguridad de un producto en todas las operaciones del proceso.

Para establecer un plan de monitoreo es necesario hacer primero un análisis del proceso, para determinar los riesgos del proceso y los puntos en donde se requiere que se tenga un control de inspección, para luego proceder a unificar cada uno de estos puntos de control, crear el plan y documentarlo.

2.8.6 Acción correctiva

Cuando se tiene una desviación o alteración de lo que se había planeado se debe tener un plan de contingencias, que se le conoce como acción correctiva. Se define como cualquier actividad que se debe ejecutar cuando los resultados del monitoreo indican una pérdida de control.

Los tipos de acción correctiva: muestreo al azar para verificación de especificaciones del producto; inspecciones después de una actividad que sea determinante para la calidad del producto; supervisión general del proceso, implementación de técnicas de muestreo de aceptación, la creación de nuevos proyectos de producción.

2.9 Estudio del proceso de producción

Dentro del proceso de producción de agregados, es la trituración de piedras, que es extraída de sus cantera. Actualmente, la distribución de la carga a los circuitos de trituración es procesada por hidroconos, conos, detector de metales, paso de zarandas, transportadores de bandas eléctricas.

Su funcionamiento de trituración a través de un circuito cerrado, y monitoreado por un sistema automatizados, supervisión de operarios del proceso, el cual cuenta con: con siete cribas, tres conos, tres VSI, un sistema de lavado del material y una gran banda de distribución.

El proceso de producción de agregados como: variedad de piedrín y arena, base de trituración; gracias a sus estrictos procesos productivos y la utilización de la más moderna y eficiente tecnología disponible a nivel mundial.

2.9.1 Diagrama de operaciones

En el diagrama de proceso de operaciones se exponen todas las operaciones, inspecciones, tolerancias de tiempo y materiales que se van a utilizar en un proceso de fabricación.

Un diagrama de proceso de operaciones es una representación de los momentos donde se introducen los materiales al proceso y de la secuencia de inspecciones y de todas las operaciones, excepto aquellas que tiene que ver con el manejo del material. Comprende la información que se considera necesaria para el análisis, tal como el tiempo requerido y lugar de localización.

Cuando se elabora un diagrama de proceso de operaciones, se usan dos símbolos: un círculo pequeño que generalmente mide 3/8 de pulgada de

diámetro que denota una operación y un cuadrado de 3/8 de pulgada por lado que denota una inspección.

Se efectúa una operación, cuando la parte que se estudia es transformada intencionalmente o cuando es estudiada o planeada, antes de desarrollar un trabajo productivo en ella.

Se realiza una inspección, cuando la parte que se estudia es examinada para determinar si está en conformidad con el estándar.

Antes de construir el diagrama de proceso de operaciones, el analista debe identificarlo con el título colocado en la parte superior del papel.

En general, la información de identificación que incluye: número de la parte, número de dibujo, descripción del proceso, método propuesto o método ya existente, fecha y nombre de la persona que hace la diagramación y llevará el encabezado de diagrama de proceso de operaciones.

2.9.2 Diagrama de flujo del proceso

Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, retrasos y almacenamiento que tiene lugar durante un proceso o procedimiento, incluyendo tanta información que se considera para el análisis, como tiempo requerido y distancia recorrida.

El diagrama de flujo contiene, en general, más detalles que el diagrama de proceso de operación. El diagrama de flujo es útil para poner de manifiesto costos ocultos, tales como distancias, recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez que se enfocan estos períodos no productivos, el analista puede proceder a mejorarlos. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de proceso de flujo, muestra todos los transportes y

retrasos de almacenamiento con los que tropiezan un artículo su recorrido por la planta. Una flecha indica transporte, el cual se puede definir como: el mover un objeto de un lugar a otro, a menos que el movimiento se efectúe durante el curso normal de una operación o inspección. Una D mayúscula grande indica retraso.

Un retraso ocurre cuando una parte no se puede procesar inmediatamente, imposibilita la llegada a otra estación de trabajo. Un triángulo equilátero invertido sobre su vértice, indica almacenamiento, o sea, cuando una parte se guarda y protege de un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada; entonces cuando se hace una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo identificador, dentro del mismo cuadrado con un círculo.

Antes de construir el diagrama de flujo, el analista debe identificarlo con el título colocado en la parte superior del papel. En general, la información de identificación que incluye, número de la parte, número del dibujo, descripción del proceso, método propuesto o método ya existente, fecha y nombre de la persona que hace la diagramación, éste en el llevará encabezado del diagrama de proceso de operaciones.

2.9.3 Estudio de tiempos y movimientos

Es una técnica para calcular con exactitud, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada a través de una norma de rendimiento preestablecido.

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

3 SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA

La descripción del proceso de producción del área terciaria contempla un análisis con base al diagrama de flujo, así como descripción del producto, las causas de la disminución de productividad, el proceso y obtención de materia prima, los tiempos muertos, eficiencia del proceso, así como la producción actual, condiciones y niveles de trabajo.

3.1 Descripción del proceso

Dentro de la producción el proceso es a base de trituración, su desarrollo dentro del área terciaria se obtiene el pedrín de media pulgada y de una pulgada, se cuenta con dos áreas de producto terminado de pedrín de una pulgada y una área de producto terminado de pedrín de media pulgada. Para la producción se maneja turnos de 23 horas, horas efectivas, producción diaria, la acumulada, así como el consumo de combustible y energía. Todo esto con base la producción diaria del pedrín de media y una pulgada.

Debido al tiempo de horas efectivas, es mala la producción diaria, ya que se produce menos como se observa en la página 18, según la capacidad de las líneas del proceso.

A continuación en la tabla I, se presenta un formato de producción de las medidas de pedrín.

Tabla I. Producción piedrín de una pulgada y media pulgada.

Medidas	Producción		Existencia	Combustibles	Energía	Horas Efectivas	Dia
	Hoy	Acum. M3/hora.					
Piedrín 1"	735	1,802.0	16,098.1	57.43	2,642.84	5.55	04
Piedrín 1/2 "	130	366.0	3,242.1	10.16	467.44	0.98	
Piedrín 1"	662	2,464.0	16,317.7	75.51	3,661.46	4.94	05
Piedrín 1/2 "	107	473.0	3,249.1	12.20	591.81	0.80	
Piedrín 1"	780	3,244.0	16,613.7	87.11	3,759.87	5.79	06
Piedrín 1/2 "	148	621.0	3,242.0	16.53	713.41	1.10	
Piedrín 1"	389	3,633.0	16,915.1	72.47	1,797.49	2.89	07
Piedrín 1/2 "	90	711.0	3,288.6	16.77	415.87	0.67	
Piedrín 1"	579	4,952.0	16,932.4	83.01	2,384.07	5.36	10
Piedrín 1/2 "	190	1,060.0	3,321.6	27.24	782.34	1.76	

Datos: proporcionado por la empresa.

Los datos en la tabla I es una reseña histórica del año 2007, proporcionado por la empresa como base de su proceso de producción del piedrín.

Desventaja: es que la producción diaria es baja, debido a los constantes paros en el proceso de producción del piedrín, el valor de gastos de combustibles y energía es mayor, ya que el funcionamiento del equipo permanece.

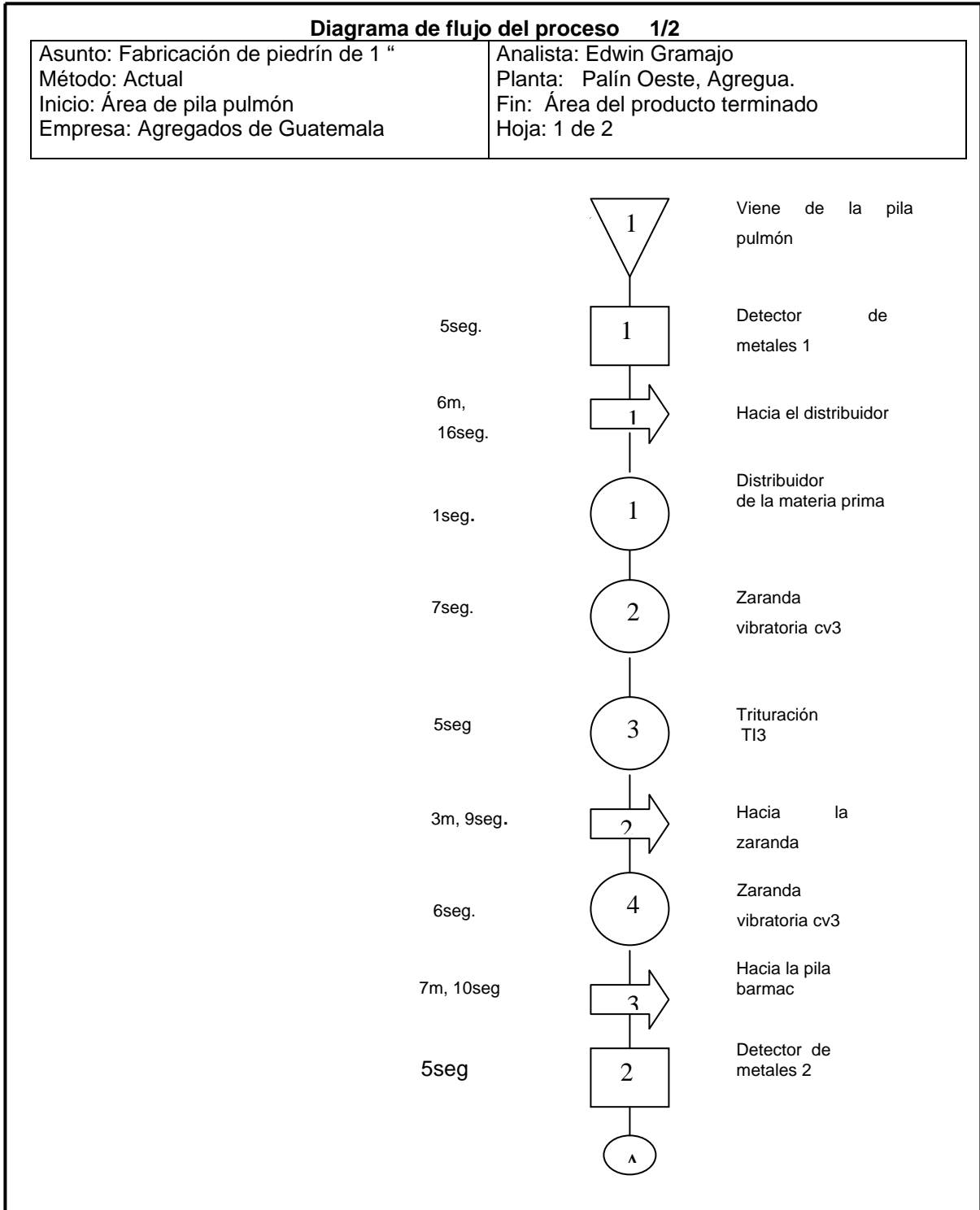
Ventaja: mediante una planificación en el mantenimiento, rediseño de un distribuidor de materia prima, capacitar y motivar al trabajador en lo referente a la productividad.

Los diagramas de flujo que se presenta a continuación, no poseen cambios porque el proceso no se pueden obviar, es de importancia el seguimiento del proceso que beneficie la productividad de la Planta Palín Oeste, de la empresa Agregua de Guatemala.

El procedimiento de elaboración del piedrín de una pulgada es el siguiente:

Viene de la pila pulmón, a través de un túnel, se transporta en una banda eléctrica (6m,16seg.), en el recorrido pasa por un detector (5seg.), para llegar al distribuidor (1seg.), va hacia la zaranda CV3 (7seg), pasa por hidrocono para la trituración TI3 (5seg.), se transporta hacia la zaranda de nuevo CV3 (3m, 9seg.), el proceso de la zaranda (6seg.), luego se transporta hacia pila barmac (7m, 10seg.), sale del túnel, pasa por un detector de metales número dos (5seg.), se transporta por medio de una banda eléctrica (5m, 11seg.), para caer a la trituración del cono TG3 (6seg.), luego se transporta en una banda eléctrica hacia la zaranda (4m, 10seg.), para luego pasar por una zaranda vibratoria CV4 (6seg.), se traslada en una banda eléctrica para el área de producto terminado (4.3m, 9seg.), luego el producto se queda almacenado en un área, para ser distribuida a sus clientes.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso (método actual)

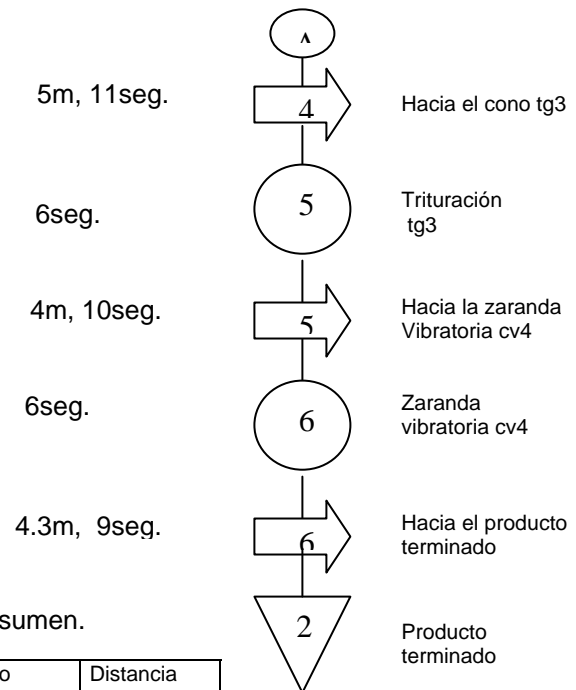


Continuación diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo del proceso 2/2

Asunto: Fabricación de piedrín de 1 “
 Método: Actual
 Inicio: Área de pila pulmón
 Empresa: Agregados de Guatemala

Analista: Edwin Gramajo
 Planta: Palín Oeste, Agregua.
 Fin: Área del producto terminado
 Hoja: 2 de 2



Resumen.

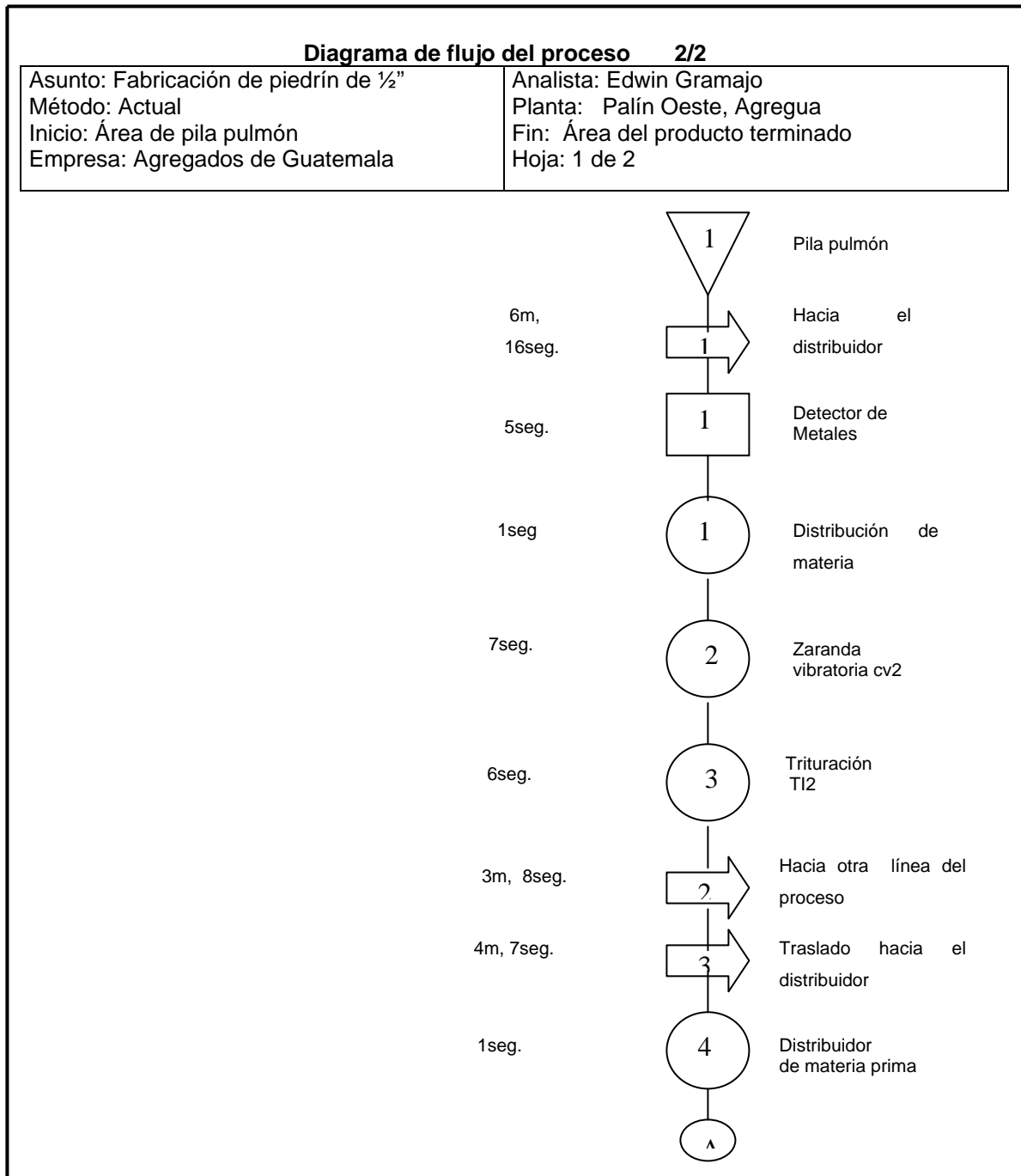
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación		6	31seg.	
Inspección		2	10seg	
Combinada		0	-----	
Demora		0	-----	
Transporte		6	65seg.	29.3m
Almacenaje		2	-----	
Total	6	16	106seg.	29.3m

Después de observar el diagrama de flujo del proceso, se puede determinar que existe inconveniente en la producción al desarrollo del proceso, (baja producción). El significado del diagrama es hacer un análisis de la línea de fabricación del pedrín de una pulgada. Dentro de las ventajas está: el estudio que se le puede aplicar al proceso, control de calidad que se puede implementar, las operaciones o puntos críticos que se pueden detectar.

El procedimiento de elaboración del pedrín de media pulgada es el siguiente:

Viene de la pila pulmón, a través de un túnel y se transporta en una banda eléctrica (6m, 16seg.), en el recorrido pasa por un detector de metales (5seg.), para llegar a un distribuidor, baypas (1seg.), se traslada a una zaranda vibratoria CV2, (7seg.), para caer al hidrocono de trituración TI2, (6seg.), y luego se transporta en una banda eléctrica (3m, 8seg), para caer a hacia una banda que viene del túnel de la pila pulmón, hacia el distribuidor (4m, 7seg.), pasa por el distribuidor (1seg.), y luego hacia la zaranda vibratoria CV2, (7seg.), se traslada en una banda eléctrica para el área de producto terminado (4.3m, 8seg.), luego el producto se queda almacenado en una área, para ser distribuida a sus clientes.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso (método actual)

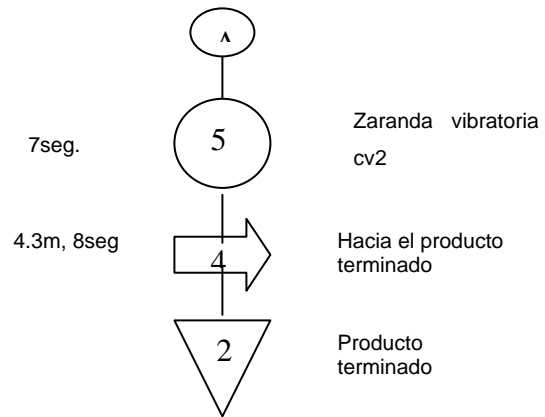


Continuación diagrama de flujo de proceso

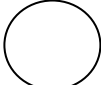
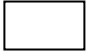


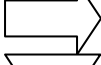

Diagrama de flujo de proceso 2/2

Asunto: Fabricación de pedrín de ½”
 Método: Actual
 Inicio: Área de pila pulmón
 Empresa: Agregados de Guatemala

Analista: Edwin Gramajo
 Planta: Palín Oeste, Agregua
 Fin: Área del producto terminado
 Hoja: 2 de 2



Resumen.

Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo	Distancia
Operación		5	22seg.	
Inspección		1	5seg.	-----
Combinada		0	-----	
Demora		0	-----	
Transporte		4	39seg.	17.3m
Almacenaje		2	-----	-----
Total	6	12	66seg	17.3m

Después de observar el diagrama de flujo del proceso, el significado de este diagrama es mostrar el desarrollo del proceso de fabricación del pedrín de media pulgada, se puede concluir que existe un problema en la fabricación, respecto a la baja producción. Dentro de las ventajas está: las operaciones no se pueden obviar, control de calidad que se puede implementar, las operaciones y puntos críticos que se pueden detectar.

3.1.1 Descripción del producto

En esta área (terciaria), la empresa procesa el pedrín de una pulgada y de media pulgada, así como la trituración de los materiales finos, para el área de cuaternario, donde se procesa otras medidas de pedrín y la arena lavada.

El pedrín se elabora a base de trituración de piedras, que son extraídas de sus canteras, dentro de sus mediciones o características rectangulares, que son diseño de la trituración de la maquinaria.

Estos productos son adquiridos por empresas que se dedica a la construcción de inmuebles, carreteras, prefabricados, etc.

3.1.2 Análisis por medio de Causa-Efecto y Pareto

Debido a la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción para procesar el pedrín, así como la distribución hacia otras áreas de la planta, se toma un grupo de trabajadores para encuéstalos, de la jornada diurna.

Ya que no se cuenta con un análisis de control, sobre el bajo rendimiento de la producción, por los constantes paros del proceso, ya que es necesario medir, evaluar, planear y mejorar la distribución de la materia prima, para mejorar la productividad.

Mediante las consecuencias (paros, gastos y eficiencia) de como hacer la distribución de la materia prima, hacia las líneas de producción se define las causas y efectos de la disminución de la productividad.

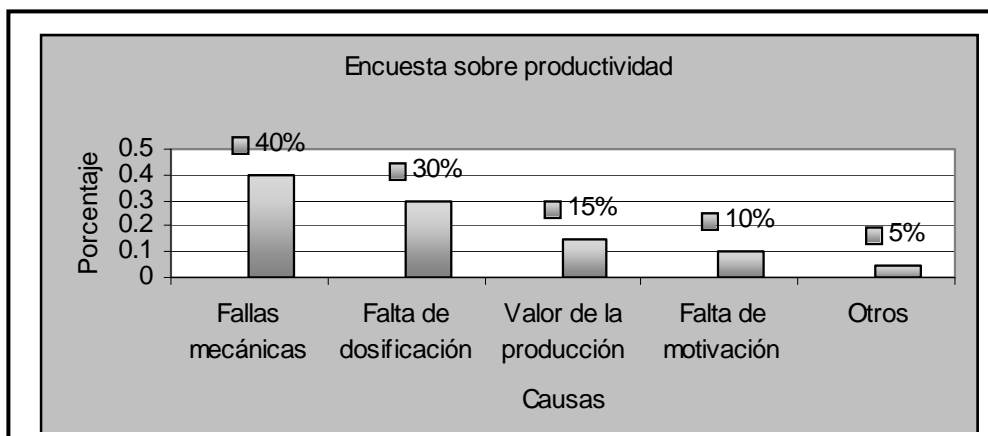
Deficiencias: bajo proceso de producción se observa en la tabla I página 18, debido a paros constantes de la maquinaria.

Desventajas: no se distribuye proporcionalmente la materia prima, falta de mejorar el volumen de disponibilidad del producto.

Por medio de un estudio de encuesta al personal de la planta para definir las causas y efectos de la disminución de la productividad. Después de tabular el número de encuestas se obtuvo que el mayor porcentaje de causas son: fallas mecánicas, operarios, baja la producción y falta de motivación.

Con base al muestro simple se toma un número de 50 encuestados, de un número de 80 empleados de la jornada diurna, con diez preguntas en cada formato para los empleados, se extrae la siguiente tabulación con el porcentaje de las respuestas pertinentes.

Figura 5. Estadística sobre causas que afecta el proceso



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta un formato de la encuesta, como ilustración.

Instrucciones: Marca con una "X" en los paréntesis las respuestas que considere pertinentes.

1.1 ¿Para usted cuál es la causa de la baja productividad.?

Fallas () Trabajador () Motivación () Producción ()

1.2 ¿Sabe usted qué es la productividad en su área de trabajo.?

Sí () No ()

1.3 ¿Qué valor de incentivo económico existe para mejorar su productividad?

25% () 50% () 75% () 100% ()

1.4 ¿Actualmente cuál es la causa de baja producción en la planta.?

Falta de dosificación () Maquinaria () Trabajador ()

1.5 ¿Tiene importancia para usted baja producción en el proceso del pedrín.?

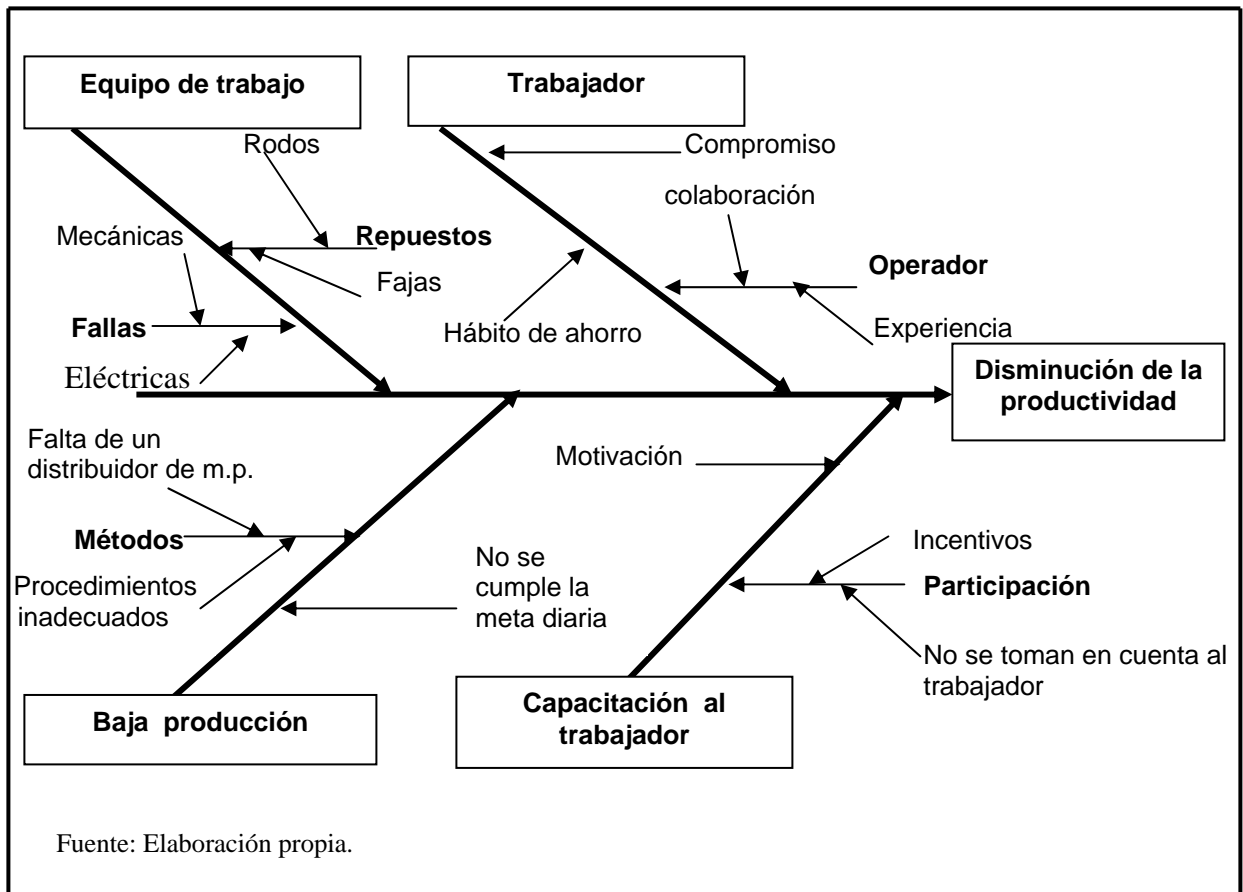
Sí () No ()

En la figura 5, se detallan las causas que el trabajador de la empresa (Agregua), hace referencia por medio de encuesta, la cual sobre sale las fallas mecánicas. Se le informo al trabajador la temática de la encuesta y su grado de escolaridad es de sexto primaria como mínimo.

3.1.2.1 Causa y Efecto

Como se menciona en la figura 5, se toma la información para la realización de un esquema de Causa-Efecto, se obtiene los mismos problemas siendo los siguientes: fallas mecánicas, operario, producción y motivación.

Figura 6. Diagrama de Causa-Efecto, disminución de la productividad del proceso. Agregados de Guatemala.



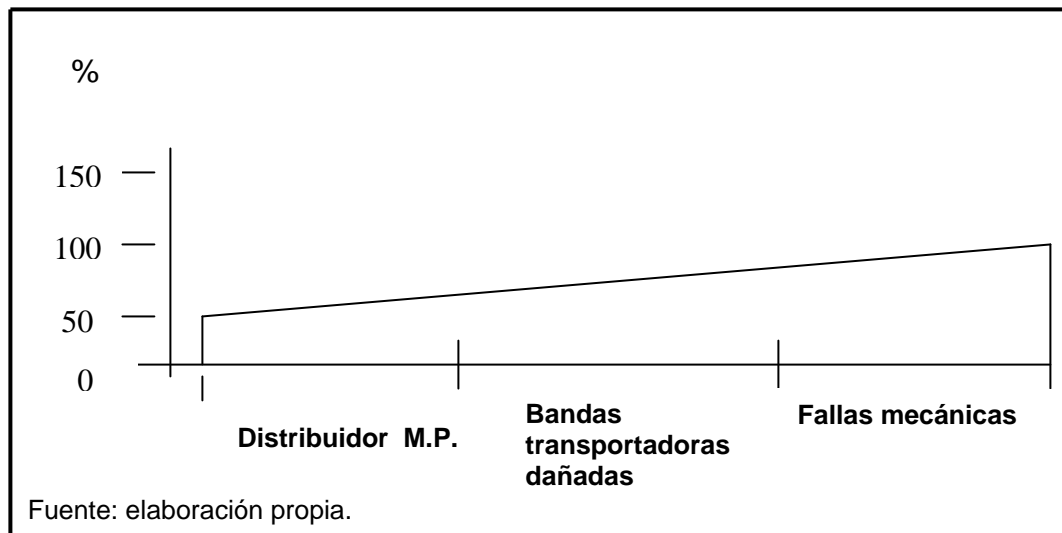
Por medio del estudio del diagrama de la figura 6, se define las causas primarias y secundaria de la productividad dentro de la producción, esto precisa hacer una tolva de un sistema automatizado, que permita la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción.

3.1.2.2 Diagrama de Pareto

Con base a las figura 5 y 6, se hace una comparación sobre la situación de la productividad, realizando una serie de interrogantes directas a los trabajadores, del turno nocturno. El diagrama de Pareto se observa que el mayor porcentaje de paros del proceso se debe al distribuidor de materia prima en las líneas, luego le siguen bandas transportadoras dañadas y finalmente, fallas mecánicas del equipo.

Como se hace referencia del formato de encuesta, el diagrama de Pareto facilita seleccionar el problema más importante y centrarse en atacar su causa más relevante, seleccionando un grupo de trabajadores de la planta, con preguntas directas sobre el paro del proceso, siendo el porcentaje mas alto las fallas mecánicas, del área de trituración terciaria.

Figura 7. Diagrama de Pareto, paros en el proceso

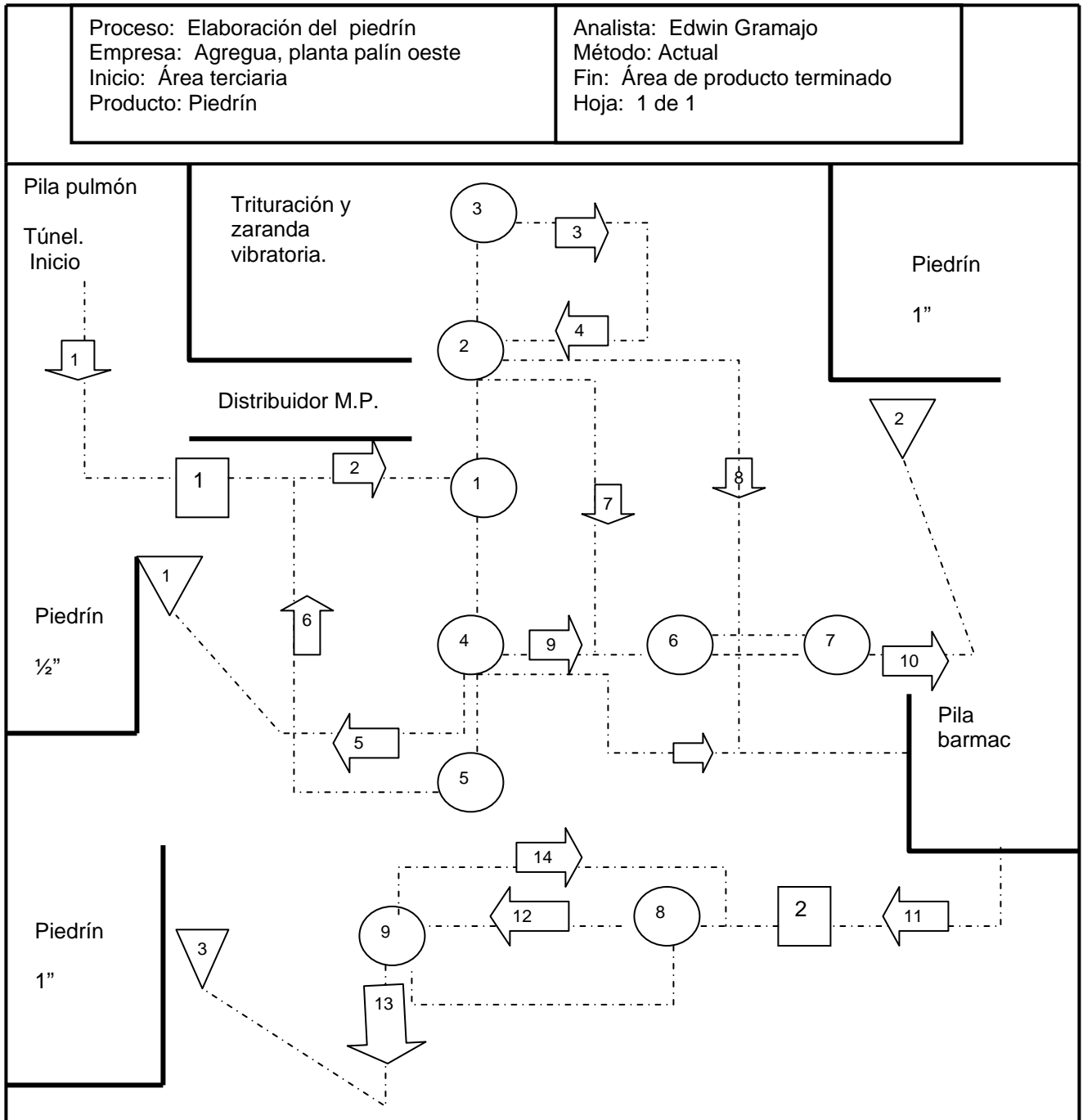


3.1.2.3 Diagrama de recorrido del proceso

El diagrama de recorrido del proceso es de utilidad para observar las causas del proceso productivo y el análisis de la materia prima donde se

elabora el piedrín de una y media pulgada. Para su elaboración se toma como base el diagrama de flujo. A continuación se muestra la figura 8.

Figura 8. Diagrama de recorrido del piedrín de una y media pulgada



En el diagrama de recorrido, (Véase la figura 8), se observa que existe un reproceso, debido al tamaño de la piedra, ya que hay material que se vuelve a triturar. Lo que ocasionan que el tiempo de transporte se incremente aproximadamente en un minuto.

3.2 Condiciones generales del área de trituración terciaria

No se cuenta con método apropiado para la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción, actualmente la distribución de la carga a los circuitos de trituración, se hace de forma manual y sólo puede efectuarse si el equipo está parado. En la foto siguiente se muestra, área de la planta.

Figura 9. Área de la planta



Fuente. Foto tomada en Planta Palín Oeste.

3.2.1 Causas de la baja productividad en el proceso

Dentro de los factores, es importante identificar los valores de la productividad actual, que afecta considerablemente el desarrollo de la rentabilidad, lo cual se le debe dar mayor atención al producto generado. El análisis es la falta de un dosificador de materia prima, un plan de mantenimiento preventivo y aumento en la producción.

3.2.2 Materia prima

Está constituida por rocas, que sale de la cantera de la planta, ubicada en el área del cerro, la cual lleva un cierto proceso de descapote, (bajar el cerro, sacar la arcilla, la tierra) para luego ser trasladada al sector de primaria, (planta). Siguiendo figura se muestra área de cantera.

Figura 10. Área de cantera



Fuente. Foto tomada en planta palín oeste.

En la figura 10, se observa un cerro, en la cual se extrae la materia prima, para el proceso de producción de Agregua.

3.2.3 Dónde se obtiene la materia prima

La planta cuenta con una área específica donde se obtiene la piedra, que forma parte de la materia prima, para la elaboración de sus productos, este sector se le llama cantera donde es explotada a cielo abierto, para extraer las rocas de mayor calidad. Como se observa en la figura 10.

3.2.4 Control de carga hacia las líneas de producción

Consiste en hacer pasar la materia prima a ciertos procesos del área terciaria, a través de un monitoreo computarizado, se realiza la distribución de la carga, hacia el hidrocono, zarandas y las banda transportadoras. El problema es la falta de un dosificador de materia prima, que permita la distribución porcentual de la materia prima para su trituración. Se determino en base al análisis de causa y efecto, diagrama de pareto.

3.3 Diagrama de operaciones

El diagrama muestra la secuencia ordenada de todas las operaciones que son necesarias para el proceso de producción de pedrín de media pulgada y una pulgada. El análisis permite definir el cambio del dosificador de la materia prima.

3.4 Diagrama de flujo

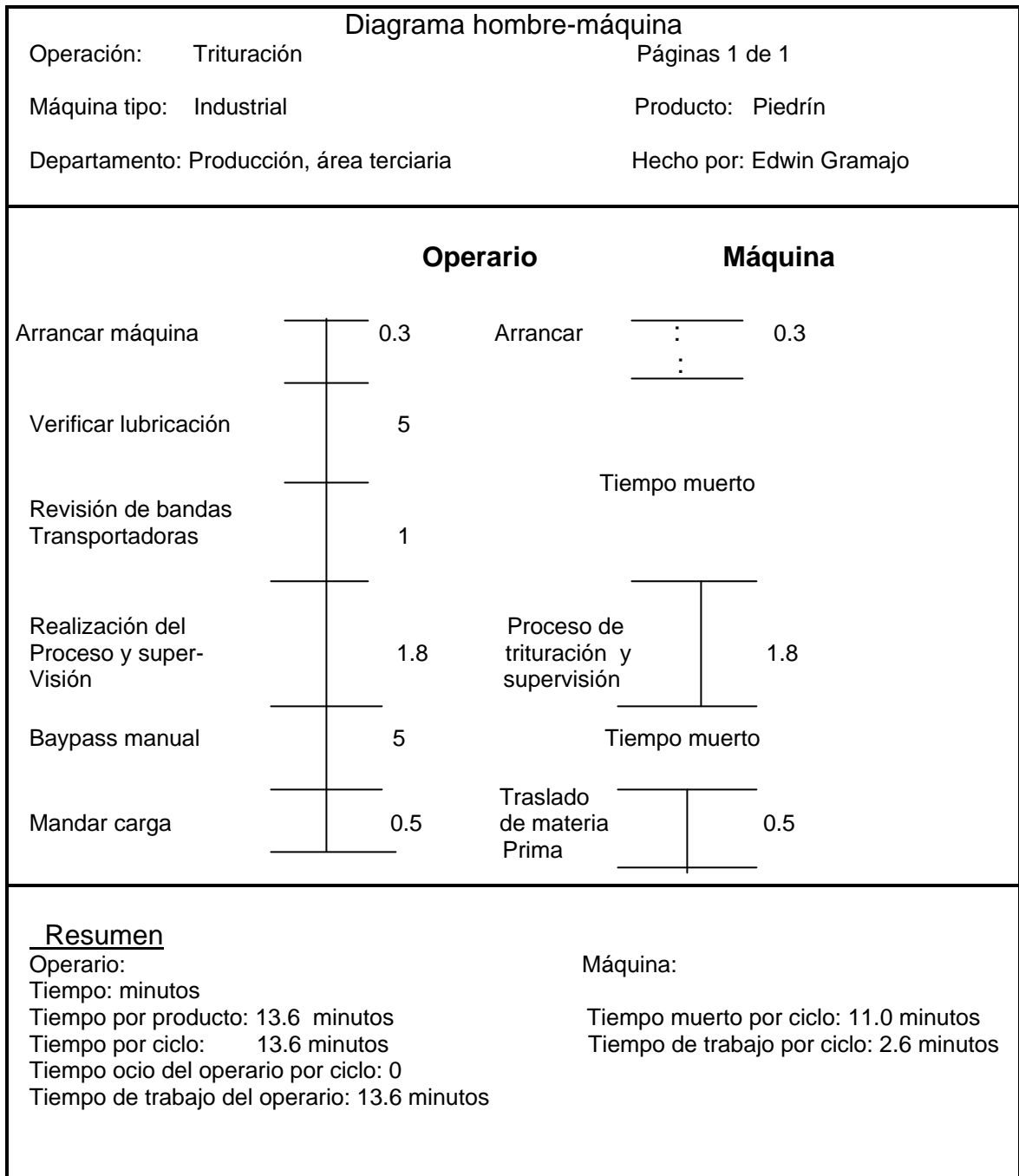
El diagrama de flujo detalla más que el diagrama de operaciones, muestra los componentes de las etapas del proceso de producción del pedrín, de media pulgada y una pulgada. Análisis se realizó mediante la toma de tiempos, para mejorar la distribución hacia las líneas de producción. Véase las figuras 3 y 4.

3.5 Diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina muestra una representación gráfica del trabajo, o tiempo coordinado de espera entre operarios y máquina. El análisis es tener en cuenta las estaciones de trabajo más críticas y poder aprovechar el acoplamiento, tiempo y la inactividad del operario. En el área terciaria, pasa en si todo el proceso de trituración y transportación hacia la otra área de

cuaternario, al final del diagrama se muestra un cuadro resumen con los tiempos de actividad del hombre y de la máquina. Véase la figura 11.

Figura 11. Diagrama hombre-máquina, trituración



En el diagrama de la figura 11, el proceso es a través de un sistema automatizado, se evidencia que la información se obtuvo mediante el estudio de tiempo, de cada operación del operario y la máquina.

Uno de los problemas que se observa en el diagrama hombre máquina, es el tiempo muerto del equipo en la instalación del bypass manual, con el fin de trabajar una sola área de trabajo, lo cual causa una baja producción en la fabricación del pedrín.

La deficiencia que se puede observar es el tiempo de elaboración del pedrín de 14 minutos, así como el tiempo muerto por ciclo de 11 minutos, lo cual produce un incremento de combustible, energía y tiempo de trabajo.

3.6 Eficiencia actual

Se calcula con relación al número total de horas producidas por metro cúbico, la cual tiene una capacidad de producción del 60m³/hora, de una pulgada, y la capacidad de producción de 52m³/hora, de media pulgada, al inicio del proceso, pero no se cumple debido a fallas. Se refiere a los recursos empleados y los resultados obtenidos, se busca la utilización correcta de los recursos, con la finalidad de mejorar la productividad

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum(\text{S.E})}{\sum(\text{S.E.P})}$$

Donde:

S.E.= Segundos estándares por proceso

S.E.P= Segundos estándares permitidos por proceso

Toda esta información se obtiene a través del estudio de tiempos, de las operaciones de trabajo realizadas por los operarios en el área.

Se tomo el tiempo de un mismo operador de una línea de proceso, S.E. se obtuvo tomando el tiempo del producto y S.E.P. se obtuvo sumando los tiempos del producto y revisión del proceso.

Tabla II Eficiencia del proceso del pedrín de una pulgada, área terciaria

Operador uno	Tiempos S.E.	Tiempo de espera basado, revisión del proceso	S.E.P.
Mismo	0.98	0.08	1.06
Mismo	0.95	0.11	1.06
Mismo	0.97	0.09	1.06
Mismo	0.99	0.07	1.06
Mismo	0.95	0.11	1.06
Mismo	1.06	0	1.06
Mismo	0.98	0.08	1.06
Mismo	0.95	0.11	1.06
Mismo	1.06	0	1.06
Mismo	0.98	0.08	1.06
Totales	9.87		10.6

$$\text{Eficiencia} = \frac{9.87}{10.6} \times 100 = 93.11\%$$

Según tabla II, este 93.11% representa la capacidad con que se trabaja el proceso del pedrín de una pulgada, lo cual se considera aceptable para la empresa, ya que su nivel no está en ese rango debido a las fallas mecánicas, ocasionado por el trabajo pesado, de triturar piedras.

El análisis de la capacidad del pedrín de una pulgada, es considerada aceptable en su eficiencia, siempre que no existan fallas mecánicas.

Tabla III Eficiencia del proceso del Piedrín de media pulgada, área terciaria

Operadores	Tiempos S.E.	Tiempo de espera basado, revisión del proceso	S.E.P.
Mismo	0.58	0.08	0.66
Mismo	0.55	0.11	0.66
Mismo	0.61	0.05	0.66
Mismo	0.56	0.10	0.66
Mismo	0.54	0.12	0.66
Mismo	0.56	0.10	0.66
Mismo	0.58	0.08	0.66
Mismo	0.54	0.12	0.66
Mismo	0.55	0.11	0.66
Mismo	0.53	0.13	0.66
Totales	5.6		6.6

$$\text{Eficiencia} = \frac{5.6}{6.6} \times 100 = 85\%$$

Se observa en tabla III, este 85% representa la capacidad con que se trabaja el proceso del piedrín de media pulgada, lo cual es aceptable a las expectativas de la empresa, ya que su nivel de eficiencia no está en ese rango. El análisis es aceptable en su eficiencia, cuando no existan paros en la producción.

3.7 Medios de producción del piedrín de una pulgada y media pulgada

Dentro de los medios de producción están: los métodos, maquinaria, recursos humano, materia prima y capital. Todo enfoque del proceso se contemplan los insumos, procesos y salidas. Esta industria utiliza los medios en gran parte en la inversión inicial, ya que se requiere de maquinaria

especializada para la obtención de productos de calidad, así como recurso humano calificado.

La maquinaria es fundamental dentro del proceso, por lo cual es necesario un distribuidor de materia prima, que permita reducir el tiempo, para la mejora de la productividad.

3.7.1 Maquinaria

La maquinaria utilizada en el proceso de fabricación se resumen en: bandas transportadoras, trituradoras de mandíbula, alimentadores vibratorios, cribas vibratorias, hidroconos, VSI, bombas sumergibles y centrífugas, entre otros. Así como la falta de un distribuidor de materia prima, que permita la dosificación hacia las líneas del proceso. Véase la figura 12.

Figura 12. Maquinaria de trituración



Fuente. Foto tomada en Agregua, Planta Palín.

En la figura 12 se observa la maquinaria de trituración, la opción es instalar un sistema de dosificación de materia prima mecanizado, entre una banda transportadora y una zaranda, que permita distribuir la materia prima hacia las líneas de producción.

3.7.2 Equipo de producción

El equipo de producción utilizado en el proceso de fabricación del piedrín de una pulgada y media pulgada, es el siguiente:

- **Bandas transportadoras:** son los medios de transportación de los materiales, como el producto terminado, que consiste en fajas eléctricas, movidas por medio de rodillos, a través de un sistema automatizado.

Desventajas: falta de resistencia de las fajas, soporte de rodos de retorno y resistencia de fajas del motor de la banda.

- **Alimentadores vibratorios:** su finalidad es alimentar a través de una canaleta, proveniente de la pila pulmón y barmac, para traer la materia prima hacia las bandas transportadoras. La pila barmac es donde se encuentra la materia prima con ciertas especificaciones. (una y media, pulgada).

Desventajas: poca resistencia del alimentar, rodos de carga en mal estado, y cambio de piezas de la estructura debido al impacto.

- **Zarandas vibratorias:** su función es seleccionar los diferentes tipos de materiales, que pasa por ella, a través de mallas con ciertas medidas, específicas para realizar la función de colar el material que cumple con las especificaciones necesarias, para sacar el producto o reprocesar el mismo.

Desventajas: rompimiento de mallas, constantemente se tapa la mallas, poca resistencia de las fajas del motor de la zaranda.

- **Hidrocono TI2:** su función es la trituración de la materia prima (piedra), aquí se realiza el proceso de triturar la piedra, a través de impacto, aquí se extrae el producto de media pulgada. El que no cumple con las especificaciones, pasa por el reproceso.

Desventajas: rompimiento de fajas del motor, poco soporte de la mandíbula del cono.
- **Hidrocono TI3:** este realiza la función de triturar la piedra a través de impacto, para obtener el producto con ciertas especificaciones de medición o volver a reprocesar el mismo.

Desventajas: desgaste de fajas, cambio constante de la mandíbula del hidrocono.
- **Cono Barmac TG3:** este cono realiza la trituración de la materia prima que viene de la pila barmac, este cono extrae materiales más finos, para producto más específico. Su función es a través de trituración, de materiales más finos.

Desventajas: el cambio de camisas del barmac, aumento de la vibración del barmac y desgaste de fajas.
- **Cono Barmac TG4:** este cono realiza la trituración de materiales más pequeño, que vienen del cono TI3, su proceso de fino, para el área de cuaternario, así como el producto de una pulgada. Tritura materiales de ciertas medidas más pequeñas.

Desventajas: Control de la lubricación, el nivel de vibración del cono, el desgaste de las mandíbulas y fajas del motor del barmac.

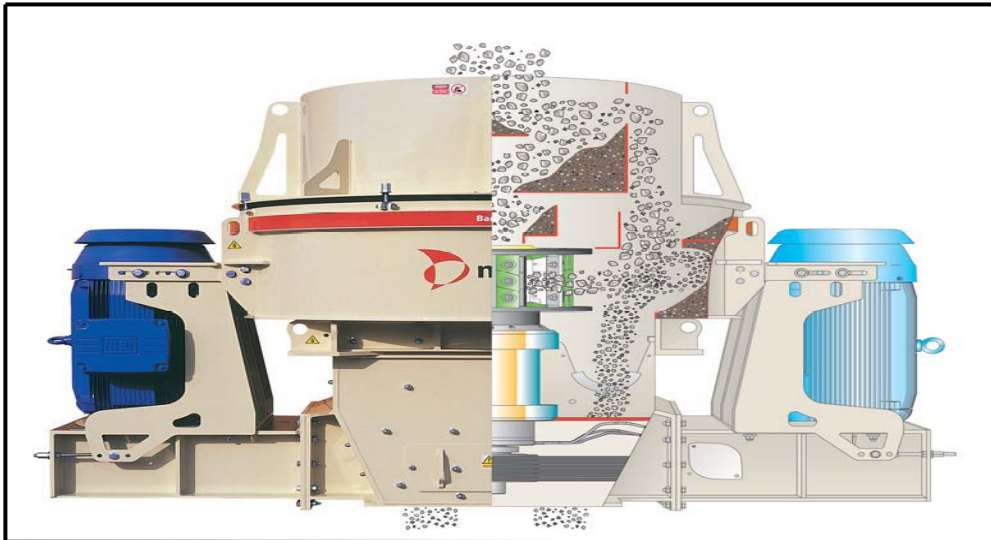
A continuación se presenta fotos del equipo de producción, de Agregua, Planta Palín.

Figura 13. Hidrocono



Fuente: Referencia electrónica, [www. Google.com](http://www.Google.com)

Figura 14. Cono barmac



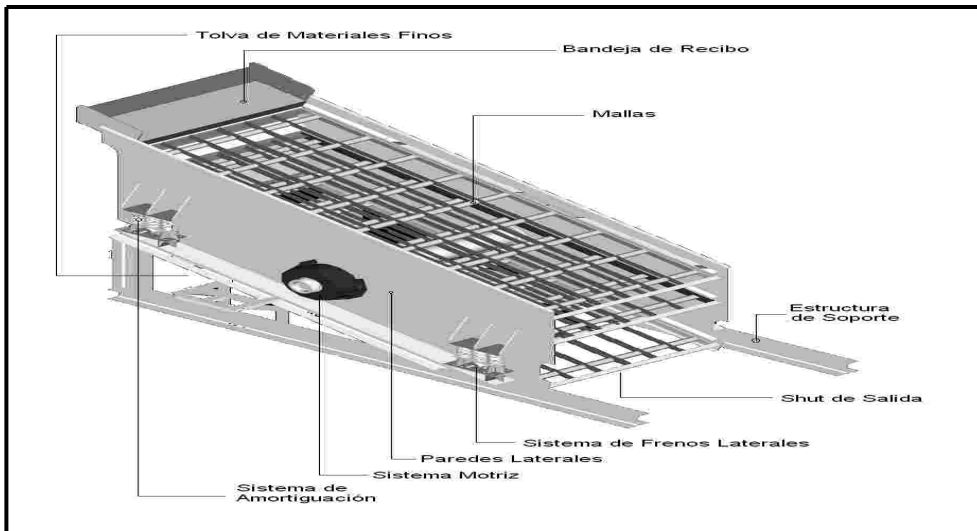
Fuente: Referencia electrónica, [www. Google.com](http://www.Google.com)

Figura 15. Bandas transportadoras



Fuente: Referencia electrónica, [www. Google.com](http://www.Google.com)

Figura 16. Zaranda vibratoria



Fuente: Referencia electrónica, [www. Google.com](http://www.Google.com)

3.7.3 Análisis del personal empleado en el proceso

Para describir el personal empleado en el proceso de fabricación del piedrín de una pulgada y media pulgada, se inicia con el superintendente de planta: a quien le corresponde la planificación de los diferentes procesos, y el que mantiene constante comunicación con los diferentes departamentos de la planta, y especificaciones planteadas por el cliente. El personal que apoya el área de producción.

- **Jefe de planta:** el análisis del puesto, es quien indica a los supervisores del área los lineamientos que se debe tomar en la producción del piedrín, mantenimiento y reparación. El grado académico que se requiere para este puesto es de ingeniero industrial o mecánico industrial, con experiencia en área de producción y maquinaria.
Uno de los problemas, la falta de comunicación con el operario, la toma de decisiones, y la experiencia etc.
- **Supervisor de planta:** análisis del puesto, es coordinar y dirigir las funciones de la planta, y que puede tomar las decisiones necesarias para el proceso. El nivel académico que se requiere en la empresa es de ingeniero mecánico o industrial con preparación trilingüe.
Uno de los problemas falta de liderazgo, capacidad para evaluar los proyectos y conocimiento del trabajo.
- **Operador:** el análisis del puesto, es el quien realiza el monitoreo y supervisión de la maquinaria, además su línea de comunicación superior es con el supervisor, y jefe de planta. Además posee cuatro ayudante. El grado de conocimiento que se solicita es 6to primaria como mínimo y tenga como mínimo 5 años de trabajar en la empresa.

Uno de los problemas, falta de conocimiento del equipo y la codificación de la maquinaria, trabajar bajo presión de trabajo y buenas relaciones humanas.

- **Ayudantes:** análisis del puesto, es que auxilia en el trabajo al operador, en controlar el funcionamiento del proceso, revisar la caída del material y mantener limpio el área de trabajo, así como el mantenimiento del equipo.

Unos de los problemas es la falta de iniciativa, colaboración, e irresponsables.

3.7.4 Controles actualmente utilizados

. El control es automatizado donde se puede verificar la distribución de la materia prima, la transportación, trituración, los alimentadores, zarandas vibratorias etc. Y verificación visual del equipo, respecto a su funcionamiento.

Actualmente los controles son realizado por supervisión, monitoreo y línea de red por parte de la empresa, no existe ningún problema. Los cuales se describen:

- **Controles en bodega:** los controles en bodega son muy estrictos, ya que para toda operación de reparación o mantenimiento de planta, existe un planificador donde los empleados deben realizar una orden de trabajo, para luego solicitarlo a bodega para su despacho.

Dentro del control se mencionan la salida de materiales para reparaciones como: mallas, fajas, rodos, tonillos, electrodos, laminas etc.

- **Área de planificación:** es el encargado de emitir las órdenes de trabajo, reservas, así como realizar la planificación de mantenimiento del equipo como: camiones, excavadoras, cargador, retroexcavadora, tractor, camión frontal.

Entre sus funciones está la de emitir órdenes de entrega al trabajador, como medidas de control las órdenes de mantenimiento a los proveedores. Ejemplo, cambio de rodos de la banda transportadora de producto terminado, así como enviar información a Gentrac para el mantenimiento de la retroexcavadora 420D.

- **Control de área de taller:** es el que da el soporte de mantenimiento de mecánica, para la reparación de camiones y maquinaria de planta. Su control es mantener al equipo de apoyo en máximas condiciones, para mejorar la producción.

Su finalidad es el cambio o reparaciones del equipo de planta y maquinaria pesada. Ejemplo, cambio de aceite a los conos, o reparación del hidrocono, reparaciones de un cargador frontal, tractor, excavadora y retroexcavadora.

- **Control de área de enderezado:** en esta área se da el soporte de pintura, enderezado, soldadura y el control de mantenimiento del equipo que contribuye al desarrollo del proceso de producción, de la planta para tener un nivel de funcionamiento del equipo.

Su función es dar mantenimiento de enderezado y soldadura. Ejemplo, soldar el cucharón de un cargador frontal, reparación de la tolva de la zaranda del área terciaria.

3.7.5 Condiciones de trabajo

En la industria Agregados de Guatemala, Planta Palín Oeste, la forma como está definida las condiciones de seguridad, es que toda persona que ingrese o labore dentro de la planta debe portar su equipo de trabajo, como medios de protección, y resguardar la seguridad industrial.

En Agregua el riesgo que existe técnicamente es la contaminación al medio ambiente, los derrumbes por causa de lluvias. Actualmente se trabaja un plan de mitigación de polvos, así como el trabajar un plan de contingencia ante desastres.

Los riesgos eléctricos debe ser considerados como parte importante en el proceso, salud y seguridad, los cuales puede causar lesiones si no se toman las precauciones necesarias o no se cumple con los aspectos de seguridad que elimine la situaciones de inseguridad. Los aspectos del factor humano, cuando se trabaja para evitar los accidentes dentro de la planta, el ser humano se debe identificar así: chalecos, zapatos de punta de acero, cascos, lentes protectores, guantes y tapones de oídos. Además se tiene políticas como:

- ✓ Participación integral de la empresa en todo lo relacionado con la seguridad e higiene en las instalaciones de trabajo.
- ✓ Prevenir accidentes dentro de la planta, mediante capacitaciones.
- ✓ Asignar tareas específicas a cada empleado en caso de emergencia.

Figura 17. Área de señalizaciones y protección de seguridad



Figura 18. Área de carga



Fuente. Estas fotos fueron tomadas en Agregua, Planta Palín.

3.7.6 Tipos de paros

Las consecuencias que ha generado la disminución de la producción, que afecta el desarrollo de la productividad, son debido a los factores de los paros causados por: fallas mecánicas, fallas eléctricas, cambio de fajas transportadoras, fajas de motor, cambio de rodos, cambio de mallas en zarandas, mantenimiento o reparación de los conos. Véase la figura 7.

Tabla IV. Paros de zaranda vibratoria

ZARANDA VIBRATORIA (TERCIARIA) 56-227-CV2

Falla	Descripción de la falla	Tiempo Paro Min.
1	Cambio de bridas	90
2	Cambio de fajas de motor eléctrico	35
3	Cambio de mallas de arriba	70
4	Cambio de mallas de abajo	150
5	Cambio de Motor eléctrico	680
6	Cambio de vigas	380
7	Limpieza de mallas de arriba	25
8	Limpieza de mallas de abajo	40
9	Limpieza de mallas	35
10	Mantenimiento de motores eléctricos	390
11	Reparación de Chifles de caída de material	90
12	Reparación de mallas	90
13	Reparación de Tolva	90
14	Reparación de vigas	190
15	Servicio cambio de aceite (cada 600 horas) Zaranda	150
16	Servicio de Engrase de zaranda y Ejes Cardanes	35
	total minutos	2540.00
	total horas	42.33

Figura 19. Gráfico de paros de zaranda

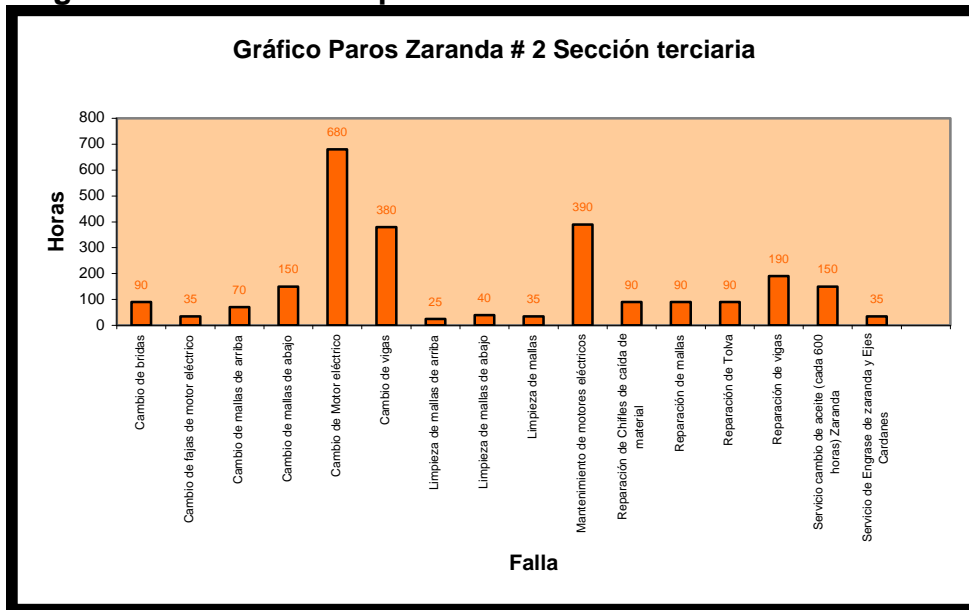


Tabla V. Paros de trituradora VSI

Trituradora VSI Barmac, 7150 56-227-TG3

Paro	Descripción de la falla	Tiempo Paro Min.
1	Cambio de fajas del motor eléctrico	270
2	Cambio de piezas (costillas) en la cámara de trituración	250
3	Cambio de piezas de desgaste del rotor	40
4	Cambio de rotor	825
5	Corto circuito en panel electrico	60
6	Inspección en las piezas de desgaste del rotor y cámara de trituración.	90
7	Lubricación o engrase de cojinetes del bearing Cartridge.	50
8	Mantenimiento de motor eléctrico (desmontaje y montaje).	900
9	Reparación y Balanceo de rotores (desmontado	720
10	Tensión de fajas del motor eléctrico	30
	total minutos	3235.00
	total horas	53.92

Figura 20. Gráfica de trituración VSI

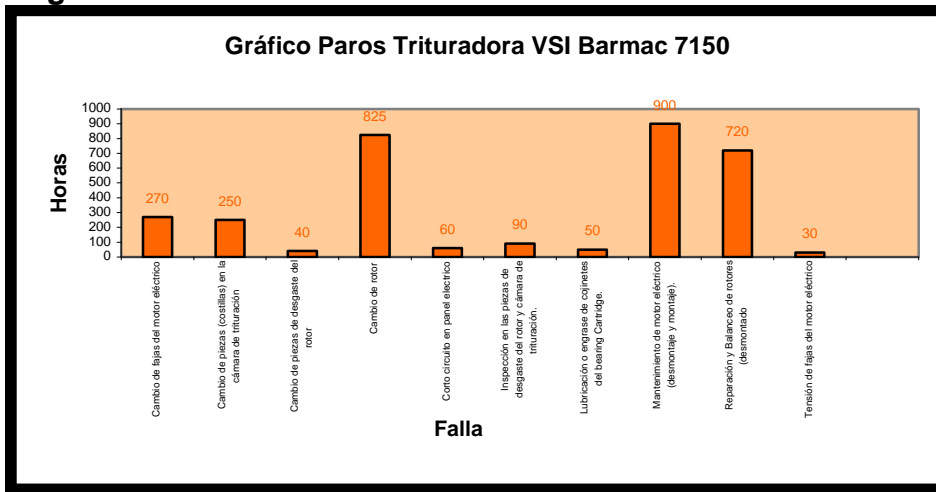
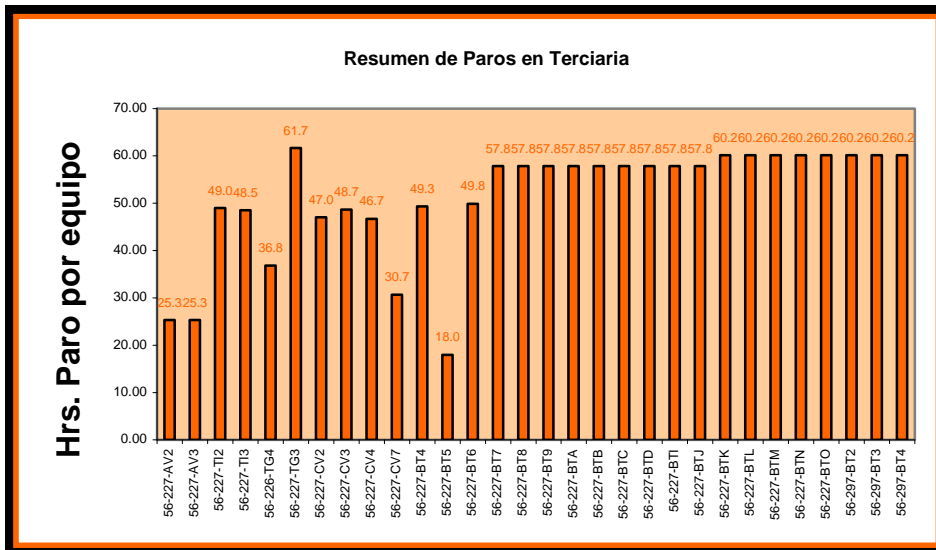


Figura 21. Gráfica de resumen de paros en área terciaria



La información de la página 48, 49 y 50 son datos históricos de la empresa del año 2007, referente a las fallas de los equipos que producen una baja eficiencia y eficacia del proceso. Por lo cual se debe reducir los paros.

4 SISTEMA DE CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA

En este capítulo se realiza un sistema de propuesta de operación, puntos críticos y control para mejora de la productividad del área terciaria de Agregados de Guatemala S.A.

4.1 Análisis de las operaciones

El objetivo de proponer una evaluación de las operaciones, es mejorar la eficiencia del proceso y racionalizar el uso de los elementos hombre-máquina, herramientas, lugar de trabajo, para hacer más eficiente el trabajo desarrollado.

El estudio se propone de manera escrita para obtener una mejor tabulación, realizado por medio de observaciones, para determinar la situación de la operación en el departamento de producción, tomando el área terciaria. La evaluación que se utilizó para efectuar el registro y el análisis de operaciones.

Este análisis permite una mejor tabulación de las observaciones de cada una de las operaciones del proceso de producción del pedrín, que se realizan en Agregua, Planta Palín Oeste.

En la tabla VI, se presenta un formato de prueba para el análisis de la operación, para obtener el grado en que se deben cumplir la secuencia de operaciones en el proceso, para verificar si es necesario la ejecución.

Tabla VI. Prueba para el análisis de la operación.

EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES			
Planta Operación Departamento Área	Fecha: Elaborado por: Evaluador: Producto:		
Instrucciones: Marque con una X en el cuadro que corresponda			
1.- PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th style="padding: 2px;">SÍ</th> <th style="padding: 2px;">NO</th> </tr> </table>	SÍ	NO
SÍ	NO		
¿La operación que se analiza puede eliminarse?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Puede combinarse con otra?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Puede ser ejecuta durante el tiempo muerto de otra?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿La secuencia de las operaciones es la mejor posible?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿El número de operarios que realizan esta operación son suficientes para cumplir con lo requerido?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
Observaciones _____ _____			
2.- DISEÑO	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th style="padding: 2px;">SÍ</th> <th style="padding: 2px;">NO</th> </tr> </table>	SÍ	NO
SÍ	NO		
¿El diseño permite el proceso de operación rápida?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Se puede trabajar con una variedad de diseño?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
Observaciones: _____ _____			
3.- REQUERIMIENTO DE INSPECCIÓN	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th style="padding: 2px;">SÍ</th> <th style="padding: 2px;">NO</th> </tr> </table>	SÍ	NO
SÍ	NO		
¿La tolerancias y especificaciones de acabados y otros requerimientos son necesarios?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Demasiados costos?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Los costos son adecuados para el propósito?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
Observaciones _____ _____			
4.- CALIDAD	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th style="padding: 2px;">SÍ</th> <th style="padding: 2px;">NO</th> </tr> </table>	SÍ	NO
SÍ	NO		
¿Se lleva control estadístico de calidad?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Es conveniente llevarlo?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Se lleva a cabo un reporte de calidad por semana?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
¿Es eficiente y efectivo las inspecciones?	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>		
Observaciones _____ _____			

Continúa

5.- MATERIA PRIMA

- ¿Se proporciona suficiente materia?
- ¿Puede sustituirse los materiales de otra calidad?
- ¿Actualmente los materiales cumple los índices de calidad?
- ¿Existe problema al trabajar algún material?

Observaciones: _____

SÍ	NO

6.- MANEJO DE MATERIALES

- ¿Las herramientas proporcionadas son adecuadas?
- ¿El material que ingresa puede llevarse directamente a la estación de trabajo?
- ¿El lugar donde se coloca es el adecuado?
- ¿Qué medios utilizan para transportarla?
- ¿Qué se podría realizar para tener un mejor manejo de materiales?

Observaciones: _____

SÍ	NO

7.- CONDICIONES DE TRABAJO

- ¿Cómo considera que está la iluminación?
- ¿Cómo considera que está el agua para tomar?
- ¿Cómo considera que está el horario de refacción y almuerzo?
- ¿Cómo considera que está el ambiente de trabajo?
- ¿Cómo considera que está el ruido?
- ¿Cómo considera que está la limpieza?

Observaciones: _____

SÍ	NO

8.- MÉTODO DE TRABAJO

- ¿Los movimientos son simétricos?
- ¿Siguen las leyes de la economía de movimientos?
- ¿Se puede minimizar el tiempo?

Observaciones _____

SÍ	NO

9.- CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE Y ERGONOMÍA

- ¿Considera segura las instalaciones?
- ¿Conoce de buenas prácticas de manufactura?
- ¿En caso de desastres, existe algún plan de contingencia?
- ¿Corre riesgo de salud el trabajo que usted realiza?
- ¿Ha recibido capacitación?
- ¿Se aplica la ley de economía de movimiento?

SÍ	NO

Continúa		SÍ	NO
¿Es correcta la postura de los operarios cuando se ejecuta el trabajo?			
¿El equipo de protección personal es el correcto?			
¿Existe mucha fatiga en sus trabajadores?			
¿Por qué?			

Observaciones: _____			

Tabla extraída de: Ingeniería Industrial/Benjamín W. Niebel.

El aporte de esta evaluación como propuesta, mostrada en la tabla VI, es agregando las características del proceso de trabajo como: propósito de la operación, diseño, requerimiento de inspección, calidad, manejo de materiales, condiciones de trabajo, métodos de trabajo y condiciones de seguridad e higiene. Esto ayuda a mejorar o anular una operación en el proceso de fabricación del pedrín.

Las finalidades que se propone, en la evaluación de las operaciones son:

- ✓ Lo que se sugiere en el área terciaria es que se debe tomar en cuenta, el propósito que debe tener la operación, ya que en este proceso las operaciones no se puede realizar de otra manera, no se puede eliminar, pero sí se puede cambiar de aplicación, se puede minimizar los tiempos muertos, a través de instalar un baypass, para la dosificación de la materia prima hacia las líneas de producción, así como mejorar la planificación de mantenimiento del equipo del proceso.

- ✓ La inspección es considerada como una actividad que se debe dar un seguimiento, en el proceso de elaboración de los productos.
- ✓ seguir las recomendaciones sobre el traslado de la materia prima al área de proceso de la cantera y de eliminar la pérdida de tiempo, la exposición de accidentes en el área, así como colocar túmulos en el deslizamiento de vehículos hacia el descarge de la piedra.
- ✓ mejorar las condiciones de trabajo, ya que no son las adecuadas, debido que se trabaja en un área cielo abierto en cuanto: ruidos, sol, agua y limpieza. falta de medicamento, agua para tomar, área de almuerzos. Por medio de capacitaciones e inversiones en el área de trabajo.

4.2 Puntos críticos de control dentro del proceso

Con el fin de mejorar la productividad de cualquier proceso la base es la planeación y el control, ya que con ellos se establecerá lo que se quiere y se guiará el sistema para que no se desvíe el mismo. Por esto, se necesita establecer los puntos críticos de control, los cuales son las partes de un proceso que son determinantes de una buena o mala calidad, ya que la productividad es una función basada en la calidad de la administración y organización de la empresa. Una de las definiciones que se tiene más amplia es la que lo define como cualquier punto, parte o fase del proceso en el cual se controla el mismo, de manera que se prevenga, elimine o reduzca a niveles aceptables de un riesgo que produzca mala calidad en el proceso.

Los puntos se han de tomar en cuenta son: primero que es donde se efectúa un control total de un riesgo, y por lo tanto, se tiene la eliminación del mismo en esa etapa; el segundo que es en donde se lleva a cabo un control parcial por lo que se reduce el riesgo, pero no se elimina totalmente muchas veces se tienen puntos clave dentro de un proceso que no son identificables.

Los puntos críticos están en el estudio del proceso del pedrín de media pulgada, y una pulgada. Se define como cuatro puntos de control en el proceso, se le deben dar seguimiento como:

- ✓ Paros del procesos por (fallas mecánicas, eléctricas, etc.).
- ✓ Distribuidor de materia prima, hacia las líneas de producción.
- ✓ Plan de mantenimiento del equipo de planta.
- ✓ Plan de minimizar costos.

A continuación se describe las especificaciones propuesta lo cual se sugiere a la empresa: la instalación y automatización del baypass, para la dosificación de la materia prima, la programación del mantenimiento de la planta para evitar los paros constantes, por medio de un programa computarizado y capacitar constantemente al trabajador sobre la importancia, la finalidad de reducir costos, los beneficios que con lleva para la empresa.

4.3 Procedimientos de monitoreo

Se refiere a la planeación de cómo, cuándo y quiénes ejecutarán las actividades para la evaluación de los puntos críticos de control de un proceso determinado. Dicho en otras palabras, es la definición de las acciones que se

ejecutarán, el lugar y el momento en que se realizarán y el personal que hará efectivo lo planificado.

A continuación se describe procedimiento para cada uno de los monitoreos, por medio de un sistema computarizado desde un panel de control, supervisado por un operador de cabina, para garantizar la seguridad de un producto en todas las operaciones del proceso, identificar cuándo es evidente una desviación de un punto crítico de control para aplicar una acción correctiva y proponer documentación escrita.

Lo que se propone a la empresa es hacer un análisis del proceso, como medio para determinar los riesgos y los puntos donde se requiere que se tenga un control de inspección, para luego proceder a unificar cada uno de estos puntos de control, crear el plan y documentarlo, por medio de un reporte diario de inspección. Véase la tabla VI.

4.4 Control basado en inspecciones

Se propone que el control se maneje en un 50% por medio del supervisor de la planta, en el área del distribuidor de materia prima (bypass), por medio de chequeos manuales y el resto en revisiones computarizadas que permita en este caso el conducir una secuencia planeada de observaciones de los parámetros de control para evaluar si un proceso determinado se encuentra en un estado de control.

4.5 Control estadístico

Se sugiere que se maneje un control mensual por medio de herramientas estadísticas, de los paros de la planta, como se hace referencia en el capítulo 3

páginas 49 y 50, con el fin de conocer la capacidad del proceso de producción del producto y causas más frecuentes de fallas.

4.6 Paros de producción

A continuación se hace mención de la disminución en la producción que contribuye la baja productividad de la planta. Debido a lo mencionado en página 48, las especificaciones propuestas es la creación de un reporte, es parte de la medición y control, del historial de paros. Con la finalidad de mejorar aquellas áreas más afecta en el desarrollo del proceso de producción.

En la tabla VII, se muestra una propuesta del formato de reporte de paros, del área terciaria, con la finalidad de llevar un historial de paros.

Tabla VII. Reporte de paros, área terciaria.

Historial de paros.							
Máquina _____				Trabajo _____			
Parte de la máquina	Actividad realizada	Fecha	Turno	Trabajo realizado por	Código de repuesto	Descripción	Tipo de mantenimiento

(f) _____ Revisor (f) _____

Nombre del puesto Encargado del área

Fuente: elaboración propia.

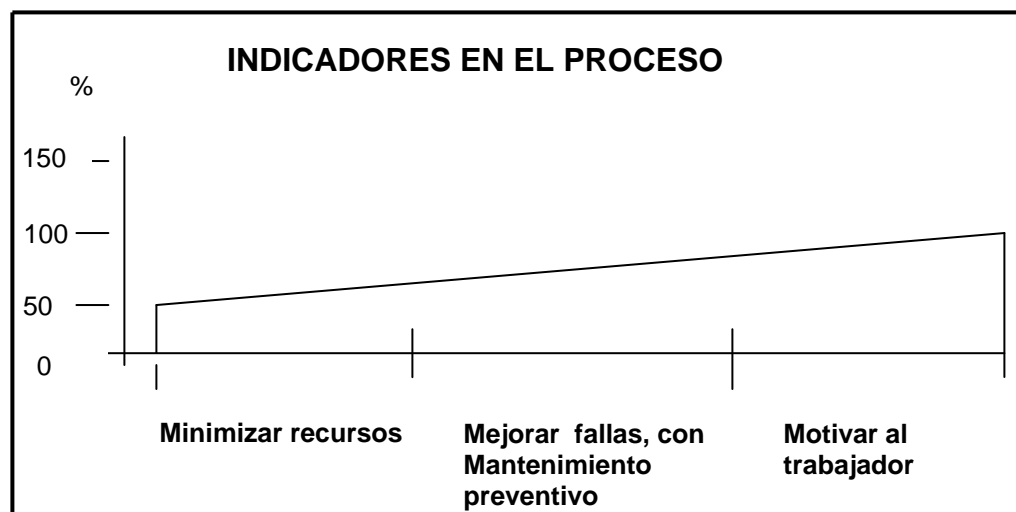
En la tabla VII, se da una aportación para el historial de paros de la empresa, se especifica parte de la maquinaria, tiempo y mantenimiento, con el fin de poder realizar una planificación semanal de aquellas fallas frecuentes en el proceso de producción, así como la disponibilidad de piezas de repuestos.

4.6.1 Diagrama de Pareto propuesto

Con el fin de mejorar la productividad, se propone los indicadores por medio del diagrama de Pareto, con referencia a los datos obtenidos en la entrevista, con el objetivo de atacar sus causas más relevante, haciendo conciencia en la administración, de lo que se debe mejorar como: fallas, motivar al trabajador y minimizar recursos.

En la figura 22, se hace un énfasis de indicadores en el proceso que deben mejorarse, para luego preguntarse a donde se quiere llegar. Como es mejorar los factores externos y internos.

Figura 22. Diagrama de Pareto, índices de mejora



Fuente: elaboración propia

Las especificaciones propuestas dentro de las mejoras, que después de analizar el problema que se menciona en las páginas 28 y 29, se propone: minimizar recursos, mejorar fallas mecánicas y motivar al trabajador. Por medio de un clima laboral, motivar los valores por los cuales los trabajadores estén entregados al trabajo, proceso de influencia al identificar a los trabajadores en

la decisiones de la empresa, establecimientos de objetivos de participación de los trabajadores en la definición de objetivos, aceptación de los mismos y proceso de control identificación de los sistemas de supervisión y control.

4.6.2 Fallas mecánicas

Dentro de las fallas mecánicas que se hacen referencia en la página 29, tablas IV y V, se observan con regularidad dentro de la empresa, provocan paros parciales, que afecta el desarrollo de la producción, son generados por falta de planificación de mantenimiento y un seguimiento de los repuestos del equipo.

Por lo que se describe las especificaciones propuestas, como: realizar los avisos de fallas anticipadamente, o reparación de un desperfecto de la maquinaria. Por medio de un sistema en línea en la red, debe tomarse muy en cuenta la calidad de los repuestos y la planificación de horas trabajadas del equipo.

4.6.3 Factores externos

Dentro de los factores que afecta al desarrollo productivo de la planta, que se menciona en la páginas 48 y 49, con el objetivo de mejorar las deficiencia, asimismo, deberá mantener control sobre el personal que tenga relación con proveedores y mantenimiento del equipo de trabajo.

Se deben mejorar los factores como se hace mención en la figura 22 página 60, así también una propuesta de una mejor comunicación con los clientes y proveedores. Mediante una planificación y evaluación de los proveedores que interviene, ya sea en el proceso o reparación, que afecta el

desarrollo del proceso, y que viene afectar al desarrollo de la baja productividad de la planta. Además se debe trabajar un plan de emergencia ante cualquier eventualidad de lluvia, contar con un grupo de brigadista.

4.7 Factores considerados para mejorar la productividad del piedrín de una pulgada y media pulgada

Con la finalidad de mejorar la productividad, se debe tomar en cuenta los factores de beneficio que se dedican a la atención, a las ganancias, en la productividad del trabajo puede existir muchas oportunidades para mejorar la productividad de materiales, capital, energía y otras que con frecuencias se ignoran. Aún cuando en la empresa se puede mejorar la productividad del trabajo, si los costos totales por unidad de producto o servicio no se reducen y si la calidad del producto o servicio no es mejor, parecería no ser un mejoramiento real de la productividad.

Dentro de las actividades de mejora tenemos:

- ✓ Disminución de los costos.
- ✓ Menos reproceso y mejorar los tiempos.
- ✓ Disminución de fallas y retrasos.
- ✓ Mejor utilización de los materiales.
- ✓ El aprovechamiento de las máquinas y el recursos humano.

A continuación se describen factores, que afecta la disminución en el crecimiento de la productividad de la empresa, con el objetivo de tomarlos muy en cuenta y no caer en ellos.

En la tabla VIII, se muestra la descripción de los factores que se deben evitar dentro de la planta.

Tabla VIII. Factores considerados para la disminución de la productividad

Factores	Descripción
1. Falta de habilidad para medir, la productividad	Para evaluar, administrar la productividad de los empleados de la empresa. Esto causa pérdida de recursos.
2. Poca Inversión	Parece existir una fuerte correlación entre la inversión.
3. Utilización de la capacidad	La utilización de la capacidad instalada, es decir el tiempo que la planta está en operación.
4. Poca motivación en empleados	Un número de empleados con nuevas actitudes.
5. La eficiencia de la planta y el equipo	Debido a una falta de modernización suficiente, la vida promedio, tanto de estructuras como del equipo.
6. Ética de trabajo	El número real de horas es siempre menor que las horas que se les paga.
7. Costo de energía	Esto debido al incremento sin precedentes en los costos de la energía, como la falta de compromiso de ahorro de energía.
8. Proceso de trabajo	Muy especializado que implica monotonía y aburrimiento.
9. Cambios tecnológicos	Rápidos sin previa información y capacitación.
10. Aumento de tiempos desperdiciados	Descanso que causa incumplimiento de tiempos programados.
11. Los trabajadores temen perder su empleo	Siempre que se implementan técnicas para el mejoramiento de la productividad en una empresa, existe una tremenda resistencia.

Continúa

12. Habilidad por parte de los profesionales	El no estar al día con las últimas novedades y conocimientos.
13. Calidad	El crecimiento de la productividad, se encuentran también el enfoque y el deseo de producir aún a costa de la calidad.

El aporte consiste en analizar cada uno de los factores que disminuyen la productividad, (Véase tabla VIII), para que la empresa mejore aquellos factores donde se encuentra inmersa, en beneficio y desarrollo de la productividad.

4.7.1 Balance de líneas

Con el fin de mejorar los tiempos de trabajo en la línea de producción, se ha de tomar en cuenta factores importantes, como por ejemplo, el recursos humano. Para determinar el tiempo necesario con que se debe trabajar cada operación, y la existencia de cuello de botella en el proceso de fabricación del pedrín.

Quizá el caso más elemental de balance de líneas, se encuentran con frecuencia en la empresa, en que varios operarios, que ejecutan cada operaciones consecutivas. La producción dependerá del operario más lento. Ejemplo, se tiene en el área terciaria dentro de una línea del distribuidor de la materia prima (Baypass) hacia las líneas de producción. Las asignaciones de trabajo son: operario 1, 0.05 min. ; operario 2, 0.10 min. ; operario 3, 0.12 min. ; operario 4, 0.08 min. ; operario 5, 0.15 min. Se tiene la siguiente tabla.

A continuación se describe en la tabla IX, la eficiencia con que se trabaja, con relación al número de minutos estándares y minutos permitidos en el proceso.

Tabla IX. Clasificación de los operarios por tiempos.

Operario	Número de minutos estándares para ejecutar la operación	Tiempo de espera basado en el operario mas lento	Número de minutos estándares permitidos
1	0.05	0.10	0.15
2	0.10	0.05	0.15
3	0.12	0.03	0.15
4	0.08	0.07	0.15
5	0.15	0	0.15

La eficacia del trabajo del recurso humano, dentro de una línea de producción se puede calcular como la relación del número total de minutos estándares, al número total de minutos estándares permitidos.

$$E = \frac{\sum M.E.}{\sum M.E.P.} \times 100$$

$$E = \frac{0.50}{0.75} \times 100 = 67\%$$

El significado de este 67% representa el tiempo de operación con que se trabaja (recurso humano). La relación con la eficiencia de la línea, respecto al tiempo de trabajo es aceptable debido que no está en ese rango, debido al tipo de trabajo que desarrollan las líneas de producción y los paros mencionado en la página 50.

Donde:

E = Eficiencia.

M.E. = Minutos estándares por operación.

M.E.P. = Minutos estándares permitidos por operación

En situaciones de la vida real, con relación a la eficiencia de trabajo, la oportunidad de ahorros significados en la parte del analista de métodos, se puede economizar tiempo en el operario 3 la economía neta por ciclo no será de 0.03 minutos, sino de $0.03 * 5$, o sea 0.15 minutos.

Se puede aportar que no existe un cuello de botella en este proceso, se debe mejorar la motivación del trabajador, un mejor manejo de materiales en el momento oportuno y adecuado, en cada operación.

4.7.2 Capacidad de producción de la línea

La capacidad de definir cuál es la velocidad de producción (véase página 36 y 37) y eficiencia del equipo de producción, la línea de producción está definida en función de la eficiencia mecánica que es la potencia del motor, y las fuerzas disipadas por el mismo.

El proceso de producción tiene una capacidad instalada de $140\text{m}^3/\text{hora}$, actualmente la productividad del pedrín de una pulgada es de $34\text{m}^3/\text{hora}$, y el pedrín de media pulgada es de $10\text{m}^3/\text{hora}$. El proceso de producción se mide en metros producidos, contra tiempo efectivo de horas trabajadas, en un turno de 23 horas laboradas. Los datos fueron proporcionados por la empresa, y se le aplicó un factor de modificación.

A continuación se describen las especificaciones propuesta para la mejora de la producción o de la productividad con base a un estudio de tiempos, de la capacidad del pedrín de una pulgada y media pulgada.

Tabla X. Capacidad de producción del piedrín de una pulgada.

Días de Produc.	Horas Efectivas	Produc./ jornada	Hrs.Efec-Diarias	Balance	Requerimiento	Máximo	Diferencia
1	5.55	735	20	2	700	1470	-770
2	4.94	662	18	2	700	1324	-624
3	5.79	780	22	1	700	780	-80
4	2.89	389	11.5	2	700	778	-78
5	5.36	579	21	2	700	1158	-458

Cálculos: Tiempo: 22hrs*60min= 1320minutos.

Producción diaria: $34\text{m}^3/\text{hora} * 22\text{horas efectivas} = 748\text{m}^3$ por día.

Tiempo efectivo=1320min; ritmo de producción= 748m^3 por día.

La relación de la tabla II y tabla X, en que una presenta datos de eficiencia de la línea y la otra se detalla la capacidad de producción por día, en horas efectivas. y se le aplicó un factor como medida de confiabilidad, lo cual da un tiempo efectivo de 1320min, y ritmo de 748m^3 , para lo cual se mejora con la disminución del tiempo de paro del proceso, la instalación de un sistema automatizado y así aumentar el tiempo efectivo.

Tabla XI. Capacidad de producción del piedrín de media pulgada.

Días de Produc.	Horas Efectivas	Produc./ jornada	Ne/Op Efectivas	Balance	Requerimiento	Máximo	Diferencia
1	0.98	130	20	2	180	260	-80
2	0.80	107	18	2	180	214	-34
3	1.10	148	22	2	180	296	-116
4	0.67	90	11.5	2	180	180	0
5	1.76	190	21	2	180	380	-200

Cálculos: Tiempo: $22\text{hrs} \times 60\text{min} = 1320\text{minutos}$.

Producción diaria: $10\text{m}^3/\text{h} \times 22\text{horas efectivas} = 220\text{m}^3$ por día.

Tiempo efectivo= 1320min ; ritmo de producción= 220m^3 por día

En la tabla XI, se muestra la capacidad de producción por día, en horas efectivas. Datos proporcionados por la empresa y se les aplicó un factor como medida de confidencialidad, lo cual da un tiempo efectivo de 1320min , y ritmo de 220m^3 , lo cual significa la capacidad de producción de la línea del pedrín de media pulgada. Se mejora con la disminución del tiempo de paro del proceso, (planificación de mantenimiento) y así aumentar el tiempo efectivo.

4.7.3 Estudio de tiempos, de un centro de trabajo

El aporte para la empresa es el de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método pre-escrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. Para calcular con exactitud, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar acabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento.

Fue realizada por no contar con un estudio de tiempo y por la observación de demoras, bajo rendimiento. El equipo utilizado para llevar cabo el programa de estudio de tiempo incluyó:

- Cronometro
- Tablero de estudio de tiempo
- Formato para tabulación
- Regla de cálculo
- Metro

La técnica de cálculo de tiempo utilizada es la lectura de vuelta a cero, donde se lee el cronometro a la terminación de cada proceso y luego se regresa a cero.

En la siguiente tabla se muestra una hoja de toma de tiempos vuelta a cero. Para determinar el número de ciclos, se observó tomar con referencia la formulación estadística la cual proporciona los siguientes datos.

Datos: Se toma las siguientes lecturas en el área de terciario, en el cambio de fajas en las bandas transportadoras, los tiempos son: 15, 20, 18, 15, 20, 15, 18, 20, 20, 15. El número mínimo de observaciones con un error del 5% y un riesgo del 4%.

Tabla XII. Datos de tiempos del cambio de fajas, en minutos

Valores Xi	F	Xi-X	(Xi- X)^2	F (Xi- X)^2
15	4	-3	9	36
18	2	0	0	0
20	4	2	4	16
Sumatoria.	9	-----	13	-----

$$X = \frac{15 + 20 + 18 + 15 + 20 + 15 + 18 + 20 + 20 + 15}{10} = 18$$

$$S = \sqrt{\frac{13}{9}} = 1.2, \quad S = \sqrt{\frac{\text{Sumatoria}(X_i - X)^2}{n-1}}$$

$$N = (ts/kx)$$

$$N = \left[\frac{1.2 * 2.262}{0.04 * 18} \right]^2 = 14 \quad \text{El número de observaciones requeridas.}$$

t = puntos de porcentaje de la distribución (tabla A3-3)

k = la probabilidad de error

N = número de observaciones

X = Promedio

S = Desviación estándar

Datos: Se toma las siguientes lecturas en el área de terciario, en la reparación de rodos en las bandas transportadoras, tiempos son: 5, 8, 10, 5, 10, 8, 8, 5, 10, 10. El número mínimo de observaciones con un error del 4% y un riesgo del 5%

Tabla XIII. Datos de tiempos de reparación de rodos, en minutos

Valores Xi	F	Xi-X	(Xi- X)^2	F (Xi- X)^2
5	3	-3	9	27
8	3	0	0	0
10	4	2	4	16
Sumatoria.	10	-----	13	-----

$$X = \frac{5+ 8+10+ 5+10+ 8+ 8+ 5+10+ 10}{10} = 8$$

$$S = \sqrt{\frac{13}{9}} = 1.2, \quad S = \sqrt{\frac{\text{Sumatoria}(X,-X)^2}{n-1}}$$

$$N = (t_s/k_x)$$

$$N = \left[\frac{1.2 * 2.262}{0.04 * 8} \right]^2 = 72 \quad \text{El número de observaciones requeridas.}$$

Datos: Se toma las siguientes lecturas en el área de terciario, en la distribución de la materia prima (Baypass), tiempos son: 5, 10,10,10,15, 10, 15, 15, 5, 15. El número mínimo de observaciones con un error del 4% y un riesgo del 5%.

Tabla XIV. Datos de tiempos del distribuidor de materia prima, en minutos

Valores Xi	F	Xi-X	(Xi- X)^2	F (Xi- X)^2
5	2	6	36	72
10	4	1	1	4
15	4	4	16	64
Sumatoria.	10	-----	53	-----

$$X = \frac{5+ 10+10+ 10+15+ 10+ 15+ 15+5+ 15}{10} = 11$$

$$S = \sqrt{53/9} = 2.4, \quad S = \sqrt{\frac{\text{Sumatoria}(X_i - X)^2}{n-1}}$$

$$N = (t_s/k_x)$$

$$N = \left[\frac{2.4 * 2.262}{0.04 * 11} \right]^2 = 152 \quad \text{El número de observaciones requeridas.}$$

El tiempo estándar es el tiempo normal, más en tiempo concedido por márgenes de tolerancias o concesiones y representa el tiempo en el que una operación o actividad debe ser realizada. Se utilizará para programar y controlar la producción.

El aporte es en base a la mediciones de tiempo para realizar una operación determinada, y poder definir el número de observaciones requeridas, en el caso del cambio de fajas se necesita 14 observaciones y para el distribuidor de la materia prima se necesita 152 observaciones. Lo cual se define que en el distribuidor de la materia prima se debe mejorar el tiempo de operación, ya que afecta a la productividad. Y se debe mejorar un tiempo promedio de 2.53min/hora por operación, a continuación se muestra el calculo en tiempo promedio.

$$T_n \text{ promedio horas (observaciones)} = \frac{152}{60 \text{min/hora}}$$

$$T_n \text{ promedio horas (observaciones)} = 2.53 \text{min/hora}$$

4.7.4 Definición de incentivos

Antes de establecer un programa de incentivos, en Agregua la gerencia debe estudiar su situación, la cual debe asegurar de que esta en condiciones para hacerlo. Lo cual se propone el incluir una estandarización de métodos de trabajo, a fin de poder medir el desarrollo del trabajo. Ya que no se puede instalar un plan de incentivos en donde cada trabajador sigue su propio método, y no se han estandarizado la secuencia.

Se describe las especificaciones como reconocer las diversas posiciones que exigen mayor habilidad, esfuerzos y responsabilidad, sería preferible que se pudiera establecer los salarios base, por medio de una evaluación de rendimiento productivo.

La propuesta es establecer un plan, para darle al trabajador la oportunidad de ganar aproximadamente un porcentaje acorde a su salario base, en caso se vea el esfuerzo y habilidad al crecimiento de la empresa, esto se verá retribuida en el aumento de la productividad, la cual debe reducir los costos, mejorar las ventas, mejorar los incentivos al trabajador.

Dentro de la empresa Agregados de Guatemala, se debe manejar un incentivo como, motivación y reconocimiento a cada trimestre, los factores a evaluar para este caso serian: niveles de producción, cero accidentes, minimización de costos, contaminación ambiental, gastos administrativos. Además darle mayor participación al trabajador, en sus opiniones y sugerencia en su área de trabajo, con la finalidad de saber que el es importante para la empresa. Se sugiere un incentivos trimestral al operario de planta, en base al volumen de producción y cumplimientos de metas, como una forma de motivar

al trabajador, para que se identifique con la empresa, para que cada día realiza su trabajo como mucha dedicación, esfuerzo y trabajo en equipo.

4.7.5 Índice de productividad

El índice de productividad refleja el uso eficiente de los recursos con que se cuenta, dentro la medición de la producción, medida por eficiencia, mano de obra directa, los salarios y el ingreso personal. Un país que no mejora su productividad, pronto dejará de existir en el mercado.

Los factores que se recomienda en Agregua, que deben mejorarse para elevar el índice de productividad, son:

- ✓ Mayor producción con igual esfuerzo.
- ✓ Mayor producción con más esfuerzo, siendo mayor el aumento logrado en la productividad que el aumento necesario en los utilizados.
- ✓ Igual producción con menor esfuerzo.
- ✓ Menor producción con menor esfuerzo, siendo mayor la disminución en el esfuerzo que en la productividad.

A continuación se presenta el índice de la producción, como el cociente del valor de la producción en un periodo determinado de tiempo y un número de trabajadores, con la referencia de 22 horas de trabajo una hora menos del turno normal. Datos proporcionado por la empresa, del mes de junio 2008.

Se presenta que en la planta se producen 220 metros cúbicos por día, de píedrin de media pulgada se emplea 5 personas, que trabajan 22 horas efectivas diarias durante 30 días.

$$\text{PRODUCCIÓN} = \frac{220\text{m}^3}{5 \cdot 22} = 2 \text{ metros cúbicos/horas-hombre}$$

En la planta se producen 748 metros cúbicos por día, de piedrín de una pulgada se emplea 5 personas, que se trabajan 22 horas efectivas diarias durante 30 días.

$$\text{PRODUCCIÓN} = \frac{748\text{m}^3}{5 \cdot 22} = 6.8 \text{ metros cúbicos/horas-hombre}$$

En la empresa se mide la producción que representa el nivel del piedrín y como variable que aproxima el factor de trabajo se utilizan indicadores como: número total de horas trabajadas, número total de personas y factores productivos de combustible y energía, lo cual se aplicó un factor de modificación, que permita aumentar la productividad.

Se entiende productividad parcial como el cociente entre la producción y la cantidad de uno de los factores utilizados. En este estudio se utilizará principalmente el concepto de productividad parcial.

P_p (Productividad parcial) = PA (Producto generado en el área) / CA (Capital invertido en el área).

Los datos que se muestra en la tabla XV fueron proporcionados por la empresa y se les aplico un factor para proteger la confidencialidad.

Ejemplo del cálculo:

$$P_p \text{ triturado} = Q 9,550.00 / Q 9,000.00$$

$$P_p \text{ triturado} = 1.06$$

Tabla XV. Productividad parcial (Actual)

Área	Producto generado por el área	Capital invertido en el área	Productividad parcial
Triturado	Q. 9,550.00	Q. 9,000.00	1.06
Carga	Q. 12,430.00	Q. 12,000.00	1.04
Control de calidad	Q. 20,580.00	Q. 20,120.00	1.02
SUMA	Q. 42,560.00	Q. 41,120.00	1.04

En la tabla XV se puede apreciar que las productividades son relativamente bajas, esto debido a que el producto generado es muy bajo.

De lo anterior, se puede observar que la producción de píedrín de media pulgada, una pulgada se mantiene y se muestran las productividades parciales de cada uno de las partes en que se divide el área de producción. Cuando aumenta la productividad de un factor productivo, es posible que ello se deba en importante medida a la contribución de otro factor productivo. Es importante identificar medidas de productividad que permitan evaluar.

En la tabla XVI, se describe las especificaciones propuesta del control de la productividad, con el fin de mejorar la productividad en la línea de producción.

Tabla XVI. Control de la productividad

Productividad área terciaria.					
Semana del mes	Producción	# personas trabajando	# horas efectivas	Productividad parcial	Porcentaje
Semana 1					
Semana 2					
Semana 3					
Semana 4					
Observaciones: _____					

(f) _____			Revisa. (f) _____		
Nombre y puesto			Encargado del área.		
Fuente: Elaboración propia.					

En la tabla XVI, la aportación es la formulación de un control de productividad parcial, que permite llevar el control semanal de: producción, personas, horas efectivas y porcentaje de lo obtenido en el área terciaria, con el fin de mejorar los resultados del índice de productividad.

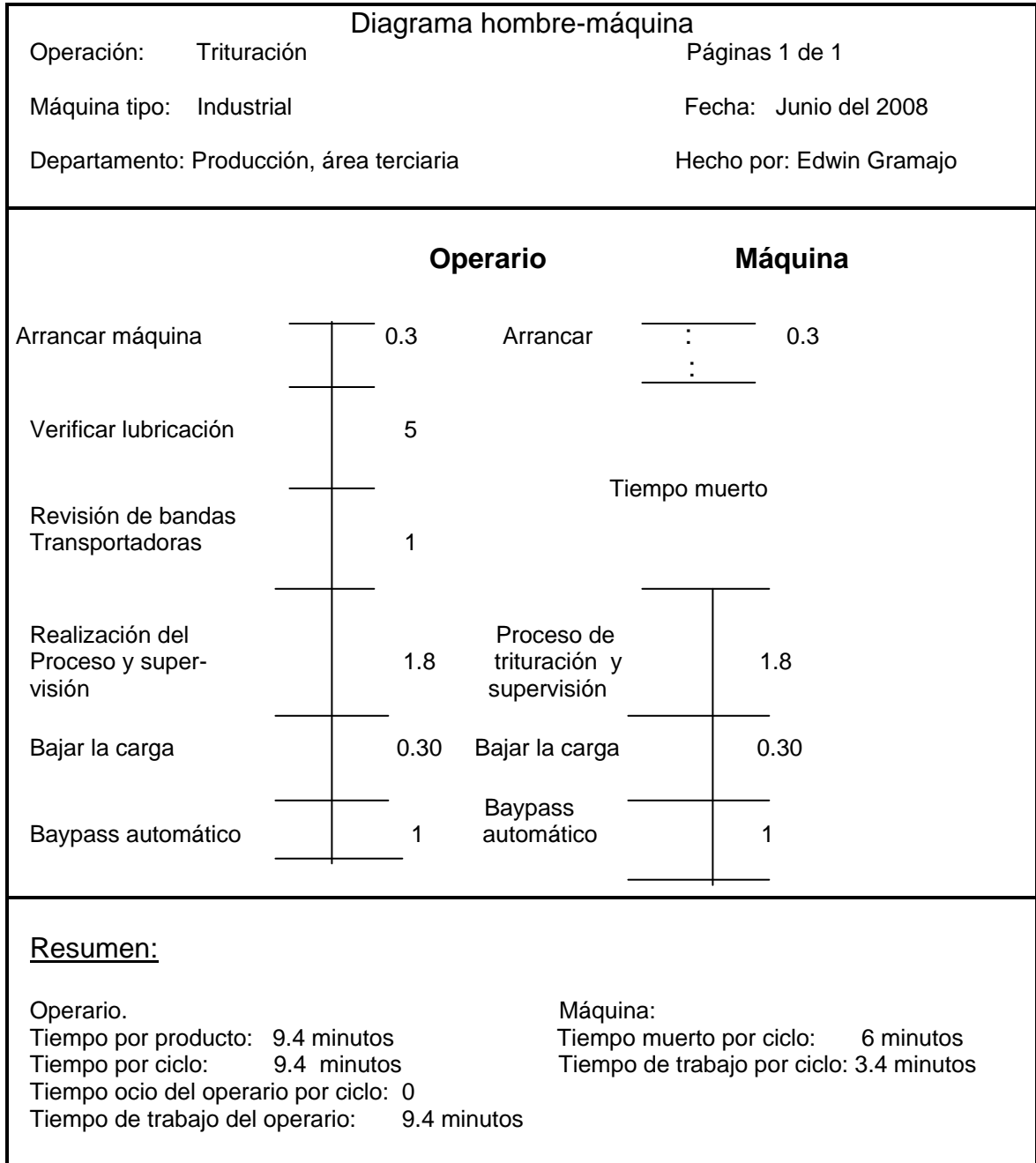
4.7.6 Diagrama hombre-máquina, mejorado

En el diagrama hombre-máquina que se muestra a continuación, se puede apreciar un mejor aprovechamiento de la trituración de la materia prima, esto se debió principalmente al cambio del diseño y la instalación del baypass automatizado.

Con la finalidad de mejorar el proceso como el tiempo del producto, así como la reducción del tiempo de carga hacia las líneas de producción.

Si se compara el diagrama hombre-máquina mejorado de la figura 23, contra el método anterior que se muestra en la figura 11, se puede observar que en la actividad de la máquina del tiempo muerto por ciclo disminuye de 11 minutos a 6 minutos, así como el tiempo por producto disminuye de 14 minutos 9 minutos, esto se logró con la instalación del baypass (distribuidor de materia prima), utilizando así de una manera más eficiente el proceso de trituración en el área terciaria.

Figura 23. Diagrama hombre-máquina mejorado



Al final del diagrama se muestra un cuadro resumen con los tiempos de ciclo de trabajo y tiempo muerto, así como el tiempo del producto del operario y maquinaria.

Este es un punto clave para mejorar la productividad, ya que al hacer este cambio del baypass manual a un baypass automático se logra reducir el tiempo del producto en 5 minutos y tiempo muerto de 5 minutos, con la misma cantidad de recursos.

En la figura 23, se muestra el diagrama hombre-máquina, que presenta las especificaciones propuestas para el mejoramiento de la productividad del área terciaria, así en la figura 25 página 106, se muestra un esquema del baypass automático.

5 IMPLEMENTACIÓN DE LA ACCIÓN CORRECTIVA DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA

En este capítulo se realiza una guía para la implementación de una acción correctiva del área de trituración, enfocada a la mejora de la productividad, beneficio, automatización, mercado y capacidad del proceso de Agregua, Planta Palín Oeste.

5.1 Principios del mejoramiento de la productividad

Establecer un procedimiento para la empresa y sus trabajadores por medio de la medición de la productividad, y sus operaciones (véase tabla VI), respecto al mejoramiento se propone :

- ✓ Productividad parcial: como producto generado por el área, capital invertido en el área, productividad parcial.
- ✓ Medición de la producción: para determinar la capacidad de producción, que se muestra a continuación.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo disponible(jornada de trabajo)}}{\text{Tiempo requerido (actividad más larga)}}$$

- ✓ Medición del costo de mano de obra directa: la medición del costo de mano de obra directa ayuda a cuantificar de una forma detallada lo que la empresa invierte en este rubro.

- ✓ Productividad medida por eficiencia: los factores de eficiencia que miden en que grado se puede aumentar la productividad.

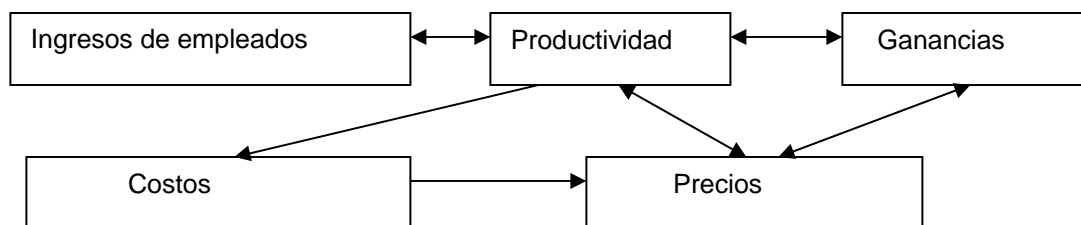
Dentro de la acción correctiva del área terciaria, de Agregua, sus producto y servicio da por resultado la disminución del costo total por unidad. Y el aumento de la productividad, se propone mejorar.

- ✓ La relación con los consumidores que se beneficiarán con el ahorro, al comprar el producto o servicio a menor precio con la misma calidad.
- ✓ Que la empresa se beneficie ganando un mayor porcentaje de mercado y esto a su vez, puede crear oportunidades que generan ingresos mayores y aprovechen las ventajas de la economía de escala.

El realizar una reorganización en los procesos de pedrín para obtener los resultados más favorables para la empresa, por medio de un modelo de beneficios de la productividad, lo importante de los lineamientos y beneficios al desarrollar las operaciones de la empresa. El porque de cada una de las actividades que se realiza, y las utilidades que se lograrán.

A continuación se detalla el principio de la productividad, por medio de un modelo de beneficio se muestra en la figura 24.

Figura 24. Modelo de beneficio



Por medio de esta relación modelo, los trabajadores tendrán definido los beneficios de cada una de sus funciones y cual es su margen de aprovechamiento.

5.1.1 Principios del proceso de productividad

El valor del mejoramiento de la productividad en Agregua, debe ser un proceso continuo, de cada día y no un programa aislado. La empresa y empleados no deben dejarse llevar por la corriente especialmente cuando se introduce un nuevo o concepto sin analizar en realidad su importancia de los sistemas de proceso.

Dentro del mejoramiento de la productividad de Agregua, se propone la importancia al realizar una reorganización en los procesos de trituración, para obtener los resultados más favorables para la empresa, por medio del esfuerzo honesto y constante en el mejoramiento de la productividad pueda garantizar este resultado independientemente e importancia que se asocie al término productividad.

Con el fin de mejorar la productividad se describen especificaciones propuestas como principios que se deben mejorar en Agregua, como: participación integral de la empresa en todo lo relacionado con la productividad, asignar tareas específicas a cada empleado dentro del proceso y realizar un análisis en la mejora de las ventas.

5.1.2 Principios de la automatización

En la implementación de la acción correctiva se propone la instalación de la dosificación de la materia prima, (bypass), según figura 25, como una medida de corregir el proceso manual, por medio de la automatización ya que la utilización crea una infraestructura para mejorar los niveles de productividad y calidad que no siempre logran realizar, mediante las tareas manuales.

La automatización del proceso de dosificación, permite mejoras a la empresa Agregua, Planta Palín Oeste, en las cuales se mencionan como importante en el uso, como la solución del problema de paros que se menciona en la páginas 48 y 49 del capítulo 3.

5.1.3 Principio del mercado

La empresa Agregua, debe diseñar un conjunto de actividades y técnicas, pero más que una filosofía empresarial que tiene como centro al cliente, cuyo objetivo es la generación y satisfacción de la demanda. Al buscar nuevos horizontes de ventas, al luchar por distribuir sus productos de una forma más competitiva. Que le permita tener una posición sólida y de prestigio a nivel nacional e internacional. Con el fin de mejorar su productividad, mediante la implementación de un dosificador de materia prima, que mejore el tiempo del proceso del producto.

5.2 Límites de especificación de la productividad

Los límites de especificación del producto en la empresa, continúan siendo los mismos, tanto antes como después de implementar los procedimientos de monitoreo, instalación de un sistema automatizado, ya que Agregua, Planta Palín Oeste sostienen sus especificaciones.

A continuación se describen unas especificaciones como propuestas que se deben implementar como una acción de la productividad, del proceso del pedrín.

- ✓ Se sugiere que diariamente se tome muestras de productos de ciertas medidas y se realicen las pruebas de laboratorio, para comprobar cero contaminación del producto, como medida de calidad.
- ✓ Así también, se debe automatizar el proceso para dosificación de la materia prima en el área terciaria, esto con fin de mejorar el tiempo de paro en el momento de realizar la distribución de la materia prima, hacia las líneas de proceso.
- ✓ El establecer los círculos de calidad, con el fin de mejorar la participación y la satisfacción en el trabajo, la comunicación de los empleados a todos los niveles de la empresa, mejorar la calidad y la productividad.

A continuación se muestra en la tabla XVII, aspectos y especificaciones, que se proponen con el fin del mejor manejo de la productividad.

Tabla XVII. Límites de especificación para el manejo de la productividad.

ASPECTOS	ESPECIFICACIONES
Peso del producto, en el despacho.	Metro cúbicos/ Por medio de balanza
Calidad del producto.	Análisis constante del laboratorio de la producción, cero contaminación sobre M3/hora.
Medidas del producto.	Una pulgada # 56, Media pulgada # 56
El proceso de producción.	Se tenga un nivel de cero contaminación, disponibilidad y mayor volumen de ventas.
Control del stock de producción.	Mejorar la medición de almacenamiento de la Producción.
Accidentes dentro de la planta.	Medición de accidentes y capacitación sobre seguridad y medio ambiente.

En la tabla XVII, se menciona aspectos para la implementación en el manejo de la productividad, que permita manejar los límites de especificación del producto.

5.3 Límites de proceso

En Agregua, se debe calcular los límites de proceso, porque es necesario obtener el tamaño de la muestra del pedrín que sea significativa, en calidad.

Para la implementación debe determinar los límites de proceso, es necesario determinar los límites de control, por medio del laboratorio de calidad. Esto permitirán mejorar la calidad del producto, observar si el proceso está bajo control, y contribuir al desarrollo de la productividad, mediante gráficos de cero contaminación del producto.

Por medio de la fórmula siguiente se puede determinar los límites de proceso, para mejorar la calidad del producto del piedrín.

$$n = (4 \cdot p \cdot q \cdot N) / (E^2 (N-1) + 4 \cdot p \cdot q)$$

Donde:

n= Tamaño de la población (piedrín)

E= Error permitido (error que el analista considera aceptable para el tipo de estudio)

p= Probabilidad que suceda el suceso

q= Probabilidad que no suceda

5.4 Relación de capacidad del proceso

Las mejoras en Agregua, se implementa a través de diagramas de flujo, Causa-Efecto, hombre máquina, gráficos estadísticos, así como analizar y determinar razones, por la que se dan situaciones que produce una baja en la productividad.

Dentro de la acción correctiva se sugiere hacer un análisis, el cual es indispensable seguir cada a paso de la actividad desde que se realiza el proceso de producción, según tabla VI. Para un mejor logro de la capacidad del proceso, en el área terciaria de la empresa Agregua, Planta Palín Oeste.

A continuación se propone algunas relaciones de capacidad, que se deben mejorar el control, por medio los diagramas que se mencionan en las páginas 20, 23 y 79.

- ✓ Tomar control de la carga.
- ✓ Verificar el funcionamiento de las bandas transportadora.
- ✓ Los detectores de metales.
- ✓ El control de agua, en el proceso de trituración.
- ✓ Control sobre los paros, por fallas.
- ✓ El distribuidor de materia prima hacia las líneas (baypass).
- ✓ El reproceso de materiales, en la caída de las bandas transportadoras.
- ✓ Reducción de costos.

5.4.1 Merma de la disponibilidad

La falta de un distribuidor de materia prima, las constante fallas ocasionadas por el sistema ha provocado una disminución de la disponibilidad dentro de la planta, no le permite cubrir la demandas de sus clientes, y satisfacer las necesidades de los mismo, así mejorar su rentabilidad.

En la mejora de la implementación se propone la instalación del baypass, que se observa en la figura 25, con el fin de la acción correctiva de la disponibilidad del pedrín de media pulgada y una pulgada, además se debe basar en un pronóstico de ventas semanal de la empresa, porque constantemente se adquieren grandes cantidades de pedrín.

Se describen para la empresa, en materia de disponibilidad es que se debe manejar con base al volumen de ventas y clientes frecuentes que adquieren los productos. Esto le permitirá ahorrar costos y espacio de almacenamiento, lo cual le permite anular una línea de producción de cierta medida de pedrín y producir otras medidas que tenga más demanda.

5.4.2 Tiempo de paro

Con la finalidad de implementar una mejor planificación para el control de paro se propone el mantenimiento semanal de equipo de planta, por medio de un sistema computarizado donde se notifique el cambio o reparación del área de trabajo, así como la notificación del sistema del servicio de la maquinaria, respecto a las horas de trabajo del equipo.

Dentro de la acción correctiva se sugiere la instalación de una terminal computarizada en el área de trabajo, para notificar las fallas observadas en el proceso y así darle solución para que no afecte al proceso productivo de la empresa.

Programa de capacitación, con el objetivo de establecer un proceso anual administrativo y operativo, para la reducción de los tiempos muertos dentro de la producción del pedrín, por lo cual afecta la productividad de la empresa Agregua, Planta Palín Oeste.

5.5 Procedimientos o guía de control de la productividad

Dentro de la implementación en Agregua, se debe tomar muy en cuenta el departamento de producción y la gerencia administrativa, deben priorizar sus operaciones en la distribución de su materia prima hacia las líneas de producción (bypass). Así como el hábito de ahorro del proceso de producción y administración etc.

Con el objetivo de la acción correctiva, se describen algunas especificaciones deben implementar dentro de la empresa como: tener un

mejor control y evitar los tiempos muertos dentro de la planta, así como el ahorro de combustible, energía, papelería, materiales de mantenimiento etc. Mediante capacitaciones, motivación, y condiciones de trabajo. Son tareas importantes del área de producción y de gerencia, para mejorar la productividad de la planta.

Acciones o situaciones que afectan el desarrollo de la productividad, las cuales se deben mejorar con un mayor control, supervisión y motivación. Las cuales se mencionan algunas como:

- ✓ La vida de la planta y el equipo.

Debido a la modernización y la vida promedio, tanto de las estructuras como del equipo de planta relativamente baja, se debe mejorar el equipo con mantenimiento o cambio.

- ✓ Administración.

Debe motivar en forma positiva a los trabajadores, ganando un respecto y lealtad para desarrollar sistemas equitativos de recompensas por el desempeño.

A continuación se presenta en la tabla XVIII, procedimientos donde se detallan la secuencia, de lo que se debe hacer, dónde y cuándo hacerlo, como una guía de procedimiento en la revisión de una operación en el proceso de producción.

Tabla XVIII Guía de control de la productividad, del baypass

Departamento de Producción			
GUÍA DE PROCEDIMIENTO			
Nombre del procedimiento:		Revisión del baypass, cuando existe fallas.	
Área de control:		Materia prima (Elaboración del piedrín de una y media)	
Responsable:		Operador de maquina.	
Revisado por:		Jefe de planta.	
Secuencia	Qué hacer	Dónde	Cuándo
1. Baypass	Establecer un baypass, automatizado para mejorar el tiempo.	Área terciaria.	Antes del ingreso de la materia prima.
2. Revisar	Realizar inspección de el paso de la piedra.	Área terciaria.	Antes del ingreso de la materia prima.
3. Control	Verificar la carga de la materia prima, en los transportadores.	Área terciaria.	Antes de hacer la distribución de la piedra.
4. Separar	La separación de las fallas en el proceso.	Área terciaria.	Cuando existen paros.
5. Ahorro	Apagar el equipo o maquinaria, cuando no se trabaja.	Área de planta y oficinas.	El equipo no se va a trabajar por cierto tiempo.
6. Informar	Realizar un informe, para el departamento de producción.	Área terciaria.	Se realicen paros, fallas, mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XVIII, se detalla una guía de procedimientos para una mejor producción, que le sirva al operador para que conozca cada una de la finalidades del proceso y las decisiones a tomar como: qué hacer, dónde y cuándo. Con la finalidad de una revisión.

5.6 Programa de seguimiento

En el mejoramiento de la acción correctiva, se propone dentro de los niveles de seguimiento en Agregua, con el fin de mejorar la productividad continuamente, es necesario controlar mediante registros y gráficos las cualidades de evolución y desarrollo de la producción, para tener un dato más exacto de la producción; así como paros del proceso, el hábito de ahorro y mantenimiento del equipo. Como se menciona en la página 50.

Las mejoras que se describen para el continuo seguimiento de los procesos de las partes involucradas en el desarrollo de la productividad. Como aquellos factores que contribuyen al proceso productivo, los cuales se les debe dar un seguimiento continuo.

Especificaciones desarrolladas como una acción correctiva, en el seguimiento de la productividad.

- ✓ La calidad de los materiales para el uso de mantenimiento.
- ✓ El ahorro de aquellos consumos necesarios en el proceso de producción.
- ✓ Una adecuada planificación de mantenimiento de la maquinaria.
- ✓ El cuidado de establecer círculos de calidad dentro de empleados.
- ✓ El seguimiento de capacitaciones para trabajadores.
- ✓ Motivar las relaciones interpersonales entre los empleados.

El objetivo del seguimiento en los procesos de la empresa al seguir las mejoras obtendrá la reducción de costos y aumento de la calidad en el producto o servicio, como incremento en la productividad.

5.6.1 Implementación de tableros de control de producción en las áreas de trabajo

Con el objetivo de la implementación y control de la producción se han de tomar en cuenta en Agregua, el establecer un formato o formulario manual, donde el operador de la maquinaria lleve datos específicos del manejo de la producción, así como aquellas consecuencias que afectan el desarrollo de la producción. Y el tener acceso a una terminal de red, para realizar los órdenes de trabajo desde su área y que le permitan agilizar los servicios de reparación o mantenimiento del área específica de trabajo.

Para visualizar de forma sencilla el control de producción en el área de trabajo se propone un formato en la tabla XIX, con el fin de medir la cantidad producida por turno, así como las horas de trabajo. Con base a la medición de la productividad de la empresa.

Tabla XIX. Control de la producción

Producción área terciaria.

Fecha por días	Turno	Cantidad M3/h	Hora de inicio	Hora final	Tiempo de producción	Total de producción	Medidas del producto

(f) _____
Nombre del puesto

Revisor (f) _____
Encargado del área

Fuente: Elaboración propia.

La tabla XIX es una aportación como mejora en los tableros de producción del área terciaria, con fin de llevar un mejor control del proceso productivo.

5.6.2 Planes de acciones preventivas y correctivas de demoras en la producción

En los niveles de acciones preventivas y correctivas se propone el establecer un procedimiento, y a la vez, la metodología, dentro de la empresa como medio de mejoras.

- ✓ Estar constantemente buscando mejoras en el sistema en beneficio de la optimización del servicio con base a las acciones preventivas.
- ✓ Asegurar la eficacia de las acciones preventivas.
- ✓ Modificar la documentación de los sistemas de productividad, con las acciones implantadas.
- ✓ Estar constantemente buscando mejora en beneficio de la optimización de las acciones correctivas.
- ✓ Establecer un programa que permita definir el mantenimiento del área terciaria, del equipo de trabajo, que registre la fecha específica de mantenimiento de trabajo.

Las aportaciones para la empresa Agregua, con el objetivo de beneficiarse en las acciones en la producción. Lo cual se propone:

- ✓ Mejorar el tiempo del proceso de paros de la producción, por medio de una planificación, antes de un aviso previo por medio de computadora en el área de trabajo.
- ✓ Notificar por medio del sistema, en línea las fallas del equipo, a quien corresponda el mantenimiento.

- ✓ Mejorar el control de existencia de materiales en bodega, por medio de un nivel de stock, en base a pedido con los proveedores.

Dentro de las aportaciones como planes de acción para la empresa, se recomienda que el supervisor o jefe de planta debe revisar en el transcurso de la semana, la evolución y soporte del equipo de trabajo, esto con el fin de ver la calidad y funcionamiento de las partes de la maquinaria, así como la vida útil de los repuestos.

En la tabla XX, siguiente se presenta un formato como medidas preventivas para el mantenimiento y control de la maquinaria, para contrarrestar las demoras en la producción, que afecta el desarrollo productivo de la empresa Agregua.

Tabla XX. Formato de control para mantenimiento de la maquinaria del área terciaria.

Formato de control para el mantenimiento de la maquinaria.			
Inspector _____		Lugar _____	
Tipo de equipo _____		Trabajo _____	
Fecha de reparación _____		Planta _____	
Revisiones No.	Fecha	Daños encontrados	Observación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
(f) _____		Revisor (f) _____	
Nombre del puesto		Encargado del área	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla XX se propone un formato como ayuda para el control de mantenimiento manual, que le facilite al operador reportar todo aquel equipo que presente deficiencia en el proceso, preventivo y correctivo para luego solicitar el servicio. Y que le sirva como comprobante de lo reportado.

6 MEJORA CONTINUA DEL ÁREA DE TRITURACIÓN TERCIARIA

En este capítulo se desarrollan los distintos temas que integran la mejora continua en el área de trituración de la empresa, así como condiciones de trabajo, minimizando costos y optimizando los recursos para tener una mejor productividad.

6.1 Propuesta de la mejora

Dentro de las mejoras propuesta en la empresa Agregua, está el mejoramiento de la productividad, mediante la dosificación de la materia prima, (baypass) hacia las líneas de producción, como se muestra en la figura 25.

Desarrollar y guiar proyectos para mejorar el estado actual de la empresa, por medio de mejores condiciones de trabajo, minimizando costos y optimizando los recursos para tener una mejor productividad sinónimo de aumento de utilidades o rentabilidad, valiéndose de los siguientes recursos: como mano de obra capacitada, tecnología, métodos de trabajo mejorados, estándares de trabajo etc.

A continuación se describen las propuestas como mejoras en la planta, con el objetivo de un control y seguimiento del proceso del material y producto terminado, en el área terciaria. Lo cual se propone:

- a) Coordinar la limpieza constante del área de trabajo
- b) Supervisar la caída de materiales de las fajas transportadoras
- c) Control del producto terminado para evitar la contaminación
- d) Darle un seguimiento al reproceso del material contaminado
- e) Señalización con pintura industrial, las áreas de riesgo
- f) Motivar al empleado a la reducción de costos, en su área de trabajo
- g) Mantenimiento preventivo al área terciaria
- h) Supervisar el equipo de trabajo, en el transcurso de la semana para un mantenimiento preventivo o correctivo
- i) Instalación de andamios en la banda transportadora 56-227-BTD
- j) Instalación de andamios en la banda transportadora 56-227-BTC
- k) Instalación de andamios en la banda transportadora 56-297-BTC
- l) Instalación de andamios en la banda transportadora 56-227-BTJ
- m) Instalación de andamios en la banda transportadora 56-227-BTM
- n) Instalación de andamios en la banda transportadora 56-227-BTN
- o) Instalación de una escalera en el hidrocono, 56-227-TI3 (4800)

Observación. (Debido a la situación económica del país, algunas mejoras quedan pendiente de realizarse).

Con la mejora continua de los procesos, se pretende reducción de costos, contribuir al mejoramiento de la productividad, así como el recurso humano es otro de los aspectos a considerar, ya que si se ofrecen las condiciones adecuadas de trabajo, el empleado dará su máximo rendimiento y la empresa obtendrá grandes beneficios.

El establecer dentro de la empresa los equipos de trabajo que participen voluntariamente, debe ser personas de las diferentes áreas de trabajo y de diferentes niveles jerárquicos. Por medio de:

- ✓ Grupos a nivel Gerencial: estar conformados por gerentes de planta o departamento, responsables de generar proyectos de mejora continua.
- ✓ Grupos a nivel jefaturas: conformados a nivel mandos medios administrativos, como jefe de producción, jefe mantenimiento y jefe de recursos humanos, con fin de desarrollar el plan de mejora.
- ✓ Grupo en cada turno: con el objetivo de que la mejora continúa, no se detenga.
- ✓ Grupo a nivel supervisores: conformados únicamente por el supervisor de la planta de producción, de cada turno de trabajo.

6.2 Mejoramiento de las condiciones de trabajo

Dentro de las condiciones de trabajo se propone mejorar los niveles de salud, capacitación, motivación e incentivos de los empleados de la empresa, por medio de un clima organizacional, chequeos médicos y comunicación eficiente. basada en los empleados, que con frecuencia se destaca, pero que rara vez se aplica en forma continua.

Cuando las condiciones de trabajo, no son las adecuadas y no se cuenta con la protección correspondiente que se requiere en la actividad, se puede generar las siguientes causas:

- a) Aumento de la fatiga
- b) Aumento de los accidentes de trabajo
- c) Aumento de las enfermedades profesionales
- d) Disminución del rendimiento
- e) Aumento de la tensión nerviosa
- f) Disminución de la producción

Otros factores que deben evaluarse del área de trabajo de la empresa son:

- ✓ Temperatura, iluminación y humedad.
- ✓ Ruido.
- ✓ Polvo.
- ✓ Equipo de trabajo.
- ✓ Colores del medio ambiente.
- ✓ Una auditoria detallada de las condiciones de trabajo en cada una de las operaciones, motivación y el ambiente de trabajo. (clima organizacional).

Dentro de las condiciones laborales se propone para el aumento de la productividad en la empresa, las siguientes especificaciones.

- ✓ Elaborar una política de empleo que sea compatible con el crecimiento de la productividad que se busca.
- ✓ Crear programas de calidad y vida en el trabajo, teniendo en cuenta las aspiraciones y las necesidades de los trabajadores.
- ✓ Invertir en programas de investigación y desarrollo para actualizar las nuevas tecnologías.

- ✓ Fomentar el diálogos entre las diversas personas que influyen en las actividades empresariales(clientes, proveedores, empleados etc.), a fin de implementar soluciones adecuadas.

6.3 Sistema de costos versus productividad

Actualmente dentro de Agregua, los costos son altos en trabajadores, energía, combustible y mantenimiento. Debido a esto se debe mejorar la productividad, en base a reducir los costos, implementación de círculos de calidad, y equipos de mejora continua dentro de la empresa.

Respecto al costo del sistema del dosificador de la materia prima, no es tan elevado, ya que toda la estructura de trabajo fue diseñada por la empresa, ya que contaba con los materiales necesarios y personal para realizar el trabajo, los costos fueron mínimo solo se adquirió materiales para el sistema eléctrico y compra de un motor con una alta capacidad.

Los costos de la empresa se dividen en costos de producción como: materiales directos o materia prima, mano de obra directa y gastos indirectos de fabricación. Costos de distribución como: gastos de administración, gastos de ventas y gastos financieros, lo cual la empresa debe mejorar al incrementar la productividad.

En relación a la mejora continua la empresa debe mejorar el nivel de producción, en relación a los costos y el factor humano utilizado, para que le permita subir su productividad.

Se propone además el hacer una evaluación interna, que permita establecer con precisión, la relación costo/beneficio y las oportunidades que se obtiene por medio de la automatización.

Dentro de las mejoras de costo, se sugiere el identificar áreas en que se puedan obtener beneficios y ahorrar.

Las aportaciones para el mejoramiento del costo versus productividad.

- ✓ Productividad del personal (ejecutivo, gerencial a nivel medio, profesional técnico y operativo) y soporte para la toma de decisiones.
- ✓ Disponibilidad de información oportuna, exacta y flexible.
- ✓ Reducción de uso de papel, de energía, y combustibles.
- ✓ Evitar el aumento de personal, en plazas no justificadas.
- ✓ Mejorar el uso de materiales, espacios e instalaciones. (producto).
- ✓ Mejorar el servicio al cliente y los niveles de satisfacción del empleado.
- ✓ Depositar el material en las área asignadas, específicamente clientes.

Dentro de los procedimientos que la empresa debe mejorar, en base al mejoramiento continuo del sistema, está la eficiencia por la eficacia, por medio de: programación, paros no programados, desbalanceo de capacidades, mantenimiento y reparaciones.

6.4 Instalación de un sistema automatizado, para la dosificación de la materia prima

Dentro de la mejora continua en el área terciaria, la instalación de un sistema automatizado (baypass), en la dosificación de la materia prima, para el mejoramiento de la productividad. El procedimiento de la instalación del baypass consiste en la fabricación de una tolva rectangular de 20 centímetros y 45 centímetros de largo con una compuerta en el centro de la tolva, que gire a ciertos ángulos, movido por un motor desde un panel de control. La instalación de la tolva es dentro de la banda transportadora que viene de la pila pulmón y la zaranda vibratoria.

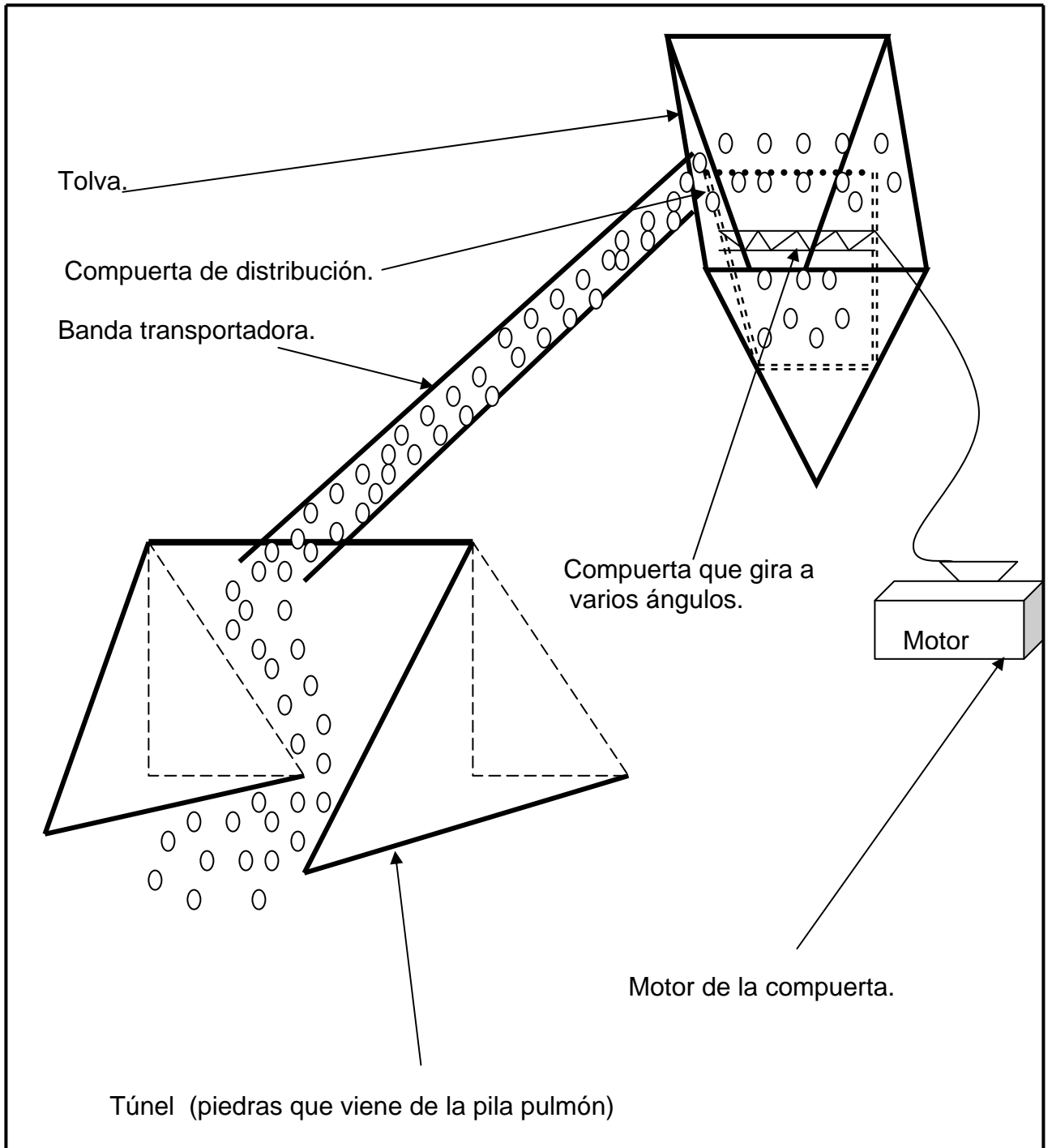
Las descripciones técnicas para el mejoramiento de la productividad. Se propone con base a la instalación de un sistema automatizado.

- ✓ Basadas en tecnología: automatización de las operaciones de trabajo manual.
- ✓ Mejorar el producto: simplificación en la elaboración del producto.
- ✓ En el proceso: uso del procesamiento de datos por computadoras.
- ✓ Medición del material: control de inventarios y mejoramiento del sistema de manejo de materiales.
- ✓ El establecer una compuerta mecánica, para el distribuidor de la materia prima.

Ventajas en la automatización.

- ✓ Se puede aumentar la confiabilidad de la calidad del producto, para mejorar los niveles de productividad.
- ✓ Se puede dar mayor importancia a la flexibilidad de las operaciones.
- ✓ Mejorar el tiempo y la calidad del servicio.

Figura 25. Dosificación de la materia prima (bypass). Sistema automatizado.



Fuente: elaboración propia

En la figura 25, se realiza un esquema para la dosificación de la materia prima, que le permita a la empresa mejorar su nivel de producción, para la reducción de tiempo muerto, y así mejorar el nivel de productividad en el área terciaria, de la empresa Agregua, Planta Palín Oeste.

6.5 Retroalimentación

El valor de la mejora continua con base a la retroalimentación, el proceso se debe dar de una forma de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias con la otra persona con una intención de mejorar su funcionamiento como individuo. La retroalimentación tiene que ser en una misma línea de modo que la mejora continua sea posible en la empresa.

La mejora continua que se debe implementar en la empresa en toda operación de trabajo debe ser.

- ✓ Documentar la realización de un trabajo de mantenimiento, por medio de manuales operativos.
- ✓ Capacitar cada tres meses, o informar todos aquellos cambios, que generan movimientos drásticos en el proceso productivo.
- ✓ Así como toda aquella información, sugerencias que venga de los empleados, de situaciones de trabajo, que sirva de base para mejorar el proceso.
- ✓ Implementar dentro de la empresa la comunicación, entre empleado y gerencia, con el fin de conocer sus opiniones y sugerencia de trabajo.

Las mejoras en la retroalimentación de la empresa Agregua, dentro de sus procesos de trabajo, y la realización de una planificación semanal y mensual de todas aquellas actividades, o mantenimiento, a través de ordenes de trabajo.

Objetivo las mejoras de planificación semanal es:

- ✓ La justificación del trabajo.
- ✓ Materiales a utilizar en el trabajo.
- ✓ Tiempo necesario para la realización del trabajo.
- ✓ Personas involucradas en el trabajo.

Uno de los objetivos de la retroalimentación de la empresa es estar informado de todas las modificaciones, observaciones y necesidades que ameriten realizar cambios dentro de la planta. Así como mejorar la rentabilidad y desarrollo de la empresa.

La retroalimentación con lleva mejorar la comunicación, entre los niveles bajo, medios y altos, con la finalidad de alcanzar los objetivos propuesto al inicio del proceso de trabajo. Los valores y respeto entre empleados, permite mejorar los niveles de calidad personal, como la satisfacción de ser parte de un grupo de trabajo que contribuye al desarrollo y mejoramiento de la productividad, de la empresa.

CONCLUSIONES

1. Mediante el estudio realizado se determinó que el proceso de fabricación hay pasos que no se pueden obviar, pero si se pueden reducir los tiempos de elaboración del pedrín, con el fin de mejorar la producción y contribuir al desarrollo productivo de la planta.
2. Por medio de los seguimientos de controles se asegura la calidad en el proceso, y también por revisiones realizadas continuamente en los equipos de producción. Así como el aprovechamiento de la planificación del mantenimiento preventivo, avisos de reparaciones y darle un seguimiento a la calidad de materiales para el mantenimiento del equipo.
3. Para el seguimiento que debe dársele a la planta se diseñó e instaló un distribuidor de materia prima (bypass), según figura 25, lo cual permitió mejorar el proceso de operación, diagrama hombre máquina para la reducción de tiempo por producto, los indicadores del diagrama de Pareto con el objetivo de atacar las causas más relevantes.
4. La eficiencia productiva aumenta, cuando se logra incrementar cada una de las partes que se divide el área de producción, la productividad actual es de 1.04 la cual es baja, debido al producto generado es bajo. En lo referente hombre-máquina dio como resultado una disminución de 11 minutos a 6 minutos de tiempo muerto, disminución de 14 minutos a 9 minutos en tiempo del producto. Y con la instalación del bypass se mejoró un tiempo promedio de 2.53min/hora por operación, en relación a los paros del equipo se planificó el mantenimiento preventivo.

5. Se estableció una guía para la empresa y sus trabajadores, sobre riesgos a los que cada empleado está expuesto, se crearon los lineamientos como: condiciones de trabajo, desarrollar actividades de motivación y seguridad e higiene dentro de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere mejorar las condiciones de trabajo, (salud, seguridad y higiene), mantenimiento preventivo, mejoras en las condiciones de trabajo de equipo. (limpieza en área de trabajo, caída de materiales, evitar contaminación), por medio del jefe de planta y mantenimiento.
2. Es aconsejable capacitar cada tres meses a los empleados en lo referente a la productividad óptima a través de la medición de tiempos y círculos de calidad.
3. Verificar la calidad de los materiales a utilizar en el mantenimiento del equipo del proceso, a través del jefe de bodega y el buen uso por parte de los trabajadores de la planta.
4. Proponer una cultura de compromiso hacia el mejoramiento continuo, de actitud, comportamiento individual, hábito de reducir costos y obligaciones con la empresa, a fin de elevar la competitividad, a través de la gerencia administrativa.
5. Darle mayor participación a los trabajadores, con el fin de motivarlos y así medir convenientemente el trabajo, en lo referente a la productividad, por medio de los altos niveles de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dessler, Gary. **“Administración de Personal”**. Octava edición. Pearson Educación, México, 2001. Pág. 248 a 600.
2. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y Productividad**. Mc Graw Hill, 2ª ed. México. Año-2002 Pág. 215 a 380.
3. García Crillo, Roberto. **Estudio del trabajo**. México. McGraw-Hill, 1998. Pág. 167 a 410.
4. Jackson Slocum, Hellriegel. **“Administración”**. **Novena, Edición**. **“Un enfoque basado en competencias”**. División Iberoamericana, México y América Central. Año. -2002. Pág. 242 a 479.
5. Niebel, W. Benjamín. **Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos** 11ª. Edición Editorial Alfaomega. Pág. 374 a 397.
6. Referencia electrónica
<http://es.wikipedia.org/>. Junio, 2008
7. Referencia electrónica
<http://www.monografía.com/trabajos15/valoración/valoración.shtm/>. Julio, 2008.

