



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniero
Industrial.

Título del Proyecto de Investigación

**Diseño de modelo de gestión de la producción para la planta mezcladora de asfalto
del municipio del cantón “La Maná”**

Autor

Guido Manuel Doicela Ayala

Director de Proyecto de Investigación

Ing. Miguel Santiago Socasi Gualotuña, MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Guido Manuel Doicela Ayala**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Guido Manuel Doicela Ayala

C.C. # 0503596975

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.



El suscrito, **Ing. Miguel Santiago Socasi Gualotuña, MSc**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Guido Manuel Doicela Ayala, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**DISEÑO DE MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA LA PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN LA MANÁ**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Miguel Santiago Socasi Gualotuña, MSc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. Miguel Santiago Socasi Gualotuña, MSc. En calidad de Director de Proyecto de Investigación titulado “**DISEÑO DE MODELO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA LA PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN LA MANÁ**”, me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de la Facultad lo siguiente:

Que, el estudiante, **Guido Manuel Doicela Ayala** egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial, ha cumplido con las correcciones, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien de certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje del 1%

	
Documento	DOICELA GUIDO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.docx (D54217465)
Presentado	2019-06-28 12:07 (-05:00)
Presentado por	guido.doicela2014@uteq.edu.ec
Recibido	msocasi.uteq@analysis.orkund.com
	1% de estas 45 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

f. _____

Ing. Miguel Santiago Socasi Gualotuña, MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Diseño de modelo de gestión de la producción para la Planta Mezcladora de Asfalto del
Municipio del Cantón La Maná”

Presentado al consejo Académico como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Leonardo Arturo Baque, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Danny Alexander Rivas, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Adriano Efraín Pérez, MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia en especial a mis padres Ramón Doicela e Inés Ayala por ser el pilar fundamental durante mi formación profesional, y como no a mi alma mater la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a todo su cuerpo docente, por brindarme esa oportunidad de alcanzar este gran objetivo.

Al Ing. Leonardo Baque y al Ing. Santiago Socasi, por haber compartido sus conocimientos y experiencias en el desarrollo de la presente investigación.

A todos mis compañeros y amigos, en especial a aquellos que pasaron conmigo durante toda la carrera universitaria brindándome ánimos, y buenos consejos.

Al GAD Municipal “La Maná” al Sr Alcalde Juan Villamar Cevallos, a los departamentos de Obras Públicas y Planeamiento y desarrollo vial, por permitir realizar esta investigación y brindarme todo el contingente necesario.

Guido Manuel Doicela Ayala

DEDICATORIA

Esta investigación la dedico a mis padres Ramón Doicela e Inés Ayala, por ese apoyo incondicional que me brindan en cada decisión.

A mis hermanos en especial a Janeth y William.

Guido Manuel Doicela Ayala

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en diseñar un modelo de gestión de la producción que permita optimizar los recursos, eliminar tiempos improductivos y perfeccionar el sistema de planificación de la producción, se desarrolla como parte de un sistema de mejora en los procesos de obtención de cemento asfáltico en la Planta mezcladora de Asfalto perteneciente al Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón La Maná. El propósito es presentar una propuesta de solución a los grandes problemas que existe actualmente en la Planta, mediante la creación de un manual de procedimientos basados en los modelos Lean Manufacturing y en específico los sistemas (Pull) que permite producir solo lo que el cliente o la demanda requiere, y (Kanban) que es un conjunto de tarjetas que demuestran de forma visible las cantidades que se requieren en cada puesto de trabajo, para cumplir con el producto solicitado en el tiempo establecido o deseado por el cliente.

Palabras clave: Sistema Pull, Kanban, Lean Manufacturing, Producción, Manual de procedimientos, Tarjetas Kanban.

ABSTRACT

This research is focused on designing a production management model that allows optimizing resources, eliminating unproductive times and perfecting the production planning system, is developed as part of an improvement system in The processes of obtaining asphalt cement in the asphalt mixing plant belonging to the decentralized autonomous government of the Canton La Mana. The purpose is to present a proposal for a solution to the big problems that currently exists in the plant, by creating a manual of procedures based on the models Lean manufacturing and in specific systems (PULL) that allows to produce only what That the customer or demand requires, and (Kanban) that is a set of cards that visibly show the quantities that are required in each workstation, to meet the product requested in the time established or desired by the customer.

Key words: Pull system, Kanban, Lean manufacturing, production, Manual of procedures, Kanban cards.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Problema de investigación.....	4
1.1.1 Planteamiento del problema	4
1.1.2 Formulación del problema.....	5
1.1.3 Sistematización del problema.....	5
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Justificación.....	6
CAPITULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1 Marco conceptual	8
2.1.1 Producción ajustada (Lean Manufacturing)	8
2.1.2 Proceso industrial	8
2.1.3 Productividad.....	8
2.1.4 Eficiencia.....	8
2.1.5 Aprovisionamiento	9
2.1.6 Producción.....	9
2.1.7 Planta productiva.....	10
2.1.7 Gestión de materiales	10
2.1.8 Programación de la producción.....	10

2.1.9	Planificación de la producción	10
2.9.10	Lead Time.....	10
2.1.11	Justo a tiempo (<i>JIT</i>).....	11
2.1.12	Planta de asfalto.....	11
2.1.13	Cemento asfáltico	11
2.1.14	Clasificación de los cementos asfálticos	11
2.1.15	Herramientas utilizadas para el análisis de problemas	12
2.2	Marco Referencial	17
2.2.1	Kanban.....	17
2.2.2	El sistema Kanban	17
2.2.3	Sistemas de control de producción Kanban	18
2.2.5	Subdivisión de las clases de Kanban	19
2.2.6	Información contenida en la tarjeta Kanban.....	20
2.2.7	Reglas fundamentales de Kanban.....	21
2.2.8	Pasos para implementar Kanban	22
2.2.9	Número de Kanban.....	24
2.2.10	Como determinar el número de Kanban necesarios	25
2.2.11	Funciones del Kanban	26
2.2.12	Sistema PULL	27
CAPITULO III		8
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		8
3.1	Localización	32
3.2	Tipo de investigación	32
3.2.1	Investigación descriptiva.....	32
3.2.2	Investigación bibliográfica	33
3.2.3	Investigación de campo	33
3.3	Métodos de la investigación	33
3.3.1	Método de observación	33
3.4	Fuentes de recopilación de información.....	33
3.5.1	Diseño no experimental.....	34
CAPÍTULO IV		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		32
4	Resultados y discusión	37

4.1	Resultados	37
4.1.1	Análisis de la situación actual de la planta mezcladora de Asfalto.....	37
4.1.1.9	Metodología de trabajo actual	46
4.1.2	Identificación de problemas que inciden directamente en el proceso.....	55
4.1.3	Propuesta para la implementación del sistema Pull/Kanban como herramienta para gestionar la producción y optimizar los procesos.....	60
4.2	Discusión	78
CAPÍTULO V		80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		80
5.1	Conclusiones	81
5.2	Recomendaciones.....	82
CAPÍTULO VI.....		83
BIBLIOGRAFÍA		83
CAPÍTULO VII.....		86
ANEXOS		86

Índice de Tablas

Tabla 1	Clasificación de los cementos asfálticos	12
Tabla 2	Tipos de diagramas de Pareto	13
Tabla 3	Recursos materiales usados en la investigación.....	35
Tabla 4	Recursos materiales (Software)	35
Tabla 5	Datos de creación de la Empresa	37
Tabla 6	Capacidad de producción de la Planta mezcladora de Asfalto	37
Tabla 7	Resumen del diagrama de operaciones	44
Tabla 8	Causas, Efectos y métodos de mejora de los problemas encontrados	56
Tabla 9	Datos recolectados para representar el diagrama de Pareto	58
Tabla 10	Cronograma de capacitación para colaboradores.....	64

Índice de gráficos

Gráfico 1	Diagrama Ishikawa	14
Gráfico 2	Sistemas de control de la producción Kanban	18
Gráfico 3	Detalle de producción semana 1	37
Gráfico 4	Detalle producción semana 2	38
Gráfico 5	Detalle producción semana 3	39
Gráfico 6	Detalle producción semana 4	40
Gráfico 7	Detalle producción semana 5	41
Gráfico 8	Detalle producción semana 6	42
Gráfico 9	Representación del diagrama de recorrido actual	50
Gráfico 10	Gráfica de Pareto	59
Gráfico 11	Modelo de tablero Kanban	66
Gráfico 12	Ubicación del tablero Kanban	67
Gráfico 13	Diseño tarjeta Kanban	69
Gráfico 14	Diseño Tarjeta Kanban para proveedor	70

Índice de diagramas

Diagrama 1	Sistema Pull (arrastre)	28
Diagrama 2	Operación en modo Pull	29
Diagrama 3	Estructura Organizacional de la Empresa	38
Diagrama 4	Proceso de obtención del pavimento asfáltico	43
Diagrama 5	Cursograma del proceso de clasificación de materia prima	47
Diagrama 6	Cursograma del proceso de trituración.....	48
Diagrama 7	Cursograma del proceso de mezclado	49
Diagrama 8	Diagrama Ishikawa.....	55
Diagrama 9	Flujo de tarjetas Kanban de producción	72
Diagrama 10	Flujo de tarjetas Kanban de proveedor.....	74

Índice de Anexos

Anexo # 1. Planta de producción de cemento Asfáltico del GAD Municipal “La Maná” ..	87
Anexo # 2. Máquina móvil para el proceso de trituración de piedra.....	88
Anexo # 3. Producción de la Planta durante dos semanas.....	89
Anexo # 4. Producción de la Planta el martes 06 de Noviembre del 2018	89
Anexo # 5. Producción en Planta el día miércoles 07 de Noviembre 2018	90
Anexo # 6. Producción en Planta del día viernes 09 de Noviembre 2018	90
Anexo # 7. Producción en Planta el día Lunes 12 de Noviembre 2018	91
Anexo # 8. Producción en Planta el día martes 13 de Noviembre del 2018	91
Anexo # 9. Producción en Planta el día Jueves 15 de Noviembre 2018	92
Anexo # 10. Producción en Planta en día viernes 16 de Noviembre del 2018.....	93
Anexo # 11. Producción en Planta el día miércoles 21 de noviembre del 2018	93
Anexo # 12. Producción en Planta el día Viernes 23 de Noviembre del 2018.....	94
Anexo # 13. Producción en Planta el día martes 04 de Diciembre del 2018.....	94
Anexo # 14. Producción en Planta el día miércoles 05 de Diciembre del 2018.....	94
Anexo # 15. Producción en Planta el día viernes 07 de Diciembre del 2018.....	95
Anexo # 16. Producción en Planta el día sábado 08 de Diciembre del 2018	95
Anexo # 17. Producción en Planta el día domingo 09 de diciembre del 2018.....	95
Anexo # 18. Maquinarias utilizadas en el proceso de producción de la Planta.....	96
Anexo # 19. Cálculo del tiempo medio de operación en el proceso de Clasificación.....	97
Anexo # 20. Cálculo del tiempo medio de operación en el proceso de mezclado	97
Anexo # 21. Cálculo del tiempo medio de operación en el proceso de trituración	98
Anexo # 22. Frecuencia de los defectos observados en la Empresa.....	99
Anexo # 23. Modelo de tablero Kanban.....	100
Anexo # 24. Ubicación de las tarjetas Kanban.....	101

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Diseño de modelo de gestión de la producción para la planta mezcladora de asfalto del Municipio del Cantón La Maná”			
Autor:	<u>Guido Manuel Doicela Ayala.</u>			
Palabras clave:	Sistema Pull	Kanban	Producción	Lean Manufacturing
Fecha de publicación:				
Editorial:	Quevedo UTEQ 2019			
Resumen:	<p>Resumen. La presente investigación está enfocada en diseñar un modelo de gestión de la producción que permita optimizar los recursos, eliminar tiempos improductivos y perfeccionar el sistema de planificación de la producción, se desarrolla como parte de un sistema de mejora en los procesos de obtención de cemento asfáltico en la Planta mezcladora de Asfalto perteneciente al Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón La Maná. El propósito es presentar una propuesta de solución a los grandes problemas que existe actualmente en la Planta, mediante la creación de un manual de procedimientos basados en los modelos Lean Manufacturing y en específico los sistemas (Pull) que permite producir solo lo que el cliente o la demanda requiere, y (Kanban) que es un conjunto de tarjetas que demuestran de forma visible las cantidades que se requieren en cada puesto de trabajo, para cumplir con el producto solicitado en el tiempo establecido o deseado por el cliente.</p> <p>Abstract. This research is focused on designing a production management model that allows optimizing resources, eliminating unproductive times and perfecting the production planning system, is developed as part of an improvement system in The processes of obtaining asphalt cement in the asphalt mixing plant belonging to the decentralized autonomous government of the Canton La Mana. The purpose is to present a proposal for a solution to the big problems that currently exists in the plant, by creating a manual of procedures based on the models Lean manufacturing and in specific systems (PULL) that allows to produce only what That the customer or demand requires, and (Kanban) that is a set of cards that visibly show the quantities that are required in each workstation, to meet the product requested in the time established or desired by the customer..</p>			
Descripción:				
URI:				

Introducción

Entendemos por Lean Manufacturing (en castellano “producción ajustada”), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiéndose como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada Sistema de Producción Toyota), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming [1]

En la actualidad los sistemas de gestión de la producción basados en los modelos Lean son considerados parte esencial en el desarrollo de un sistema esbelto, motivo por el cual son aplicados en la mayoría de las empresas, porque representa un aporte muy significativo en el incremento de la productividad y por ende la competitividad de la misma.

La presente investigación se refiere al diseño de un modelo de gestión de la producción basado en los sistemas Pull/Kanban y se desarrolla como parte de un sistema de mejora en los procesos de obtención de cemento asfáltico en la Planta mezcladora de Asfalto perteneciente al Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón La Maná, con la finalidad de ayudar a detectar de forma visible los problemas frecuentes que impiden rendir de manera eficiente y cumplir con la demanda en los tiempos justos.

El desarrollo de este trabajo de investigación consiste básicamente en la creación de un manual de procedimientos que sirva de guía para la organización y aprovechamiento eficiente de todos los recursos de la Empresa, basándose en una de las herramientas de Lean Manufacturing conocido como Kanban (conjunto de tarjetas), lo cual ayuda a gestionar la producción según la demanda y mantener un control visual de las actividades desarrolladas dentro de la Planta.

El desarrollo de la presente investigación consta de siete capítulos, mismos que se detallan a continuación:

Capítulo I. Hace referencia a la problemática detectada, sus delimitaciones, los objetivos planteados y la justificación del problema de estudio.

Capítulo II. Se basa en los fundamentos teóricos que ayudan a consolidar la información para la creación del marco teórico y referencial.

Capítulo III. Se describe las diversas metodologías, técnicas de investigación, materiales y equipos utilizados para realizar el estudio.

Capítulo IV. Corresponde a los resultados y discusión obtenidos según los objetivos planteados, donde consta el análisis del desempeño actual de la planta mezcladora de asfalto, los problemas frecuentes y la guía para la implementación del sistema Pull/Kanban que es una propuesta realizada en base al estudio técnico y sustentado con criterios de diversos autores.

Capítulo V. En este capítulo se detallan las conclusiones y recomendaciones realizadas en base a los objetivos planteados.

Capítulo VI. Se detalla las fuentes bibliográficas con las cuales se fortalece el estudio.

Capítulo VII. Corresponde a los anexos, los mismos que se utilizan como parte complementaria de la investigación.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Debido a que la Empresa objeto de estudio es nueva, se crea la necesidad de obtener estabilidad y aprovechar al máximo los recursos empleados en la producción, la gran inversión realizada no justifica el volumen de producción obtenida ni tampoco los recursos empleados durante el tiempo que lleva operativa, es por ello que hace imperioso la aplicación de técnicas de ingeniería que permitan optimizar aquellos recursos que no están siendo bien utilizados y por ende contribuir con el desarrollo sostenible de la empresa.

La presente investigación pretende identificar las falencias existentes en el proceso de manufactura y mediante un modelo de gestión, mejorar significativamente la producción de la planta mezcladora de Asfalto.

1.1.1.1. Diagnóstico

Los nuevos modelos de gestión de la producción basados en el sistema Lean son de tendencia a nivel mundial, porque en base a algunas de sus herramientas ayudan a las empresas a ser competitivas en el mercado internacional, sin embargo en Ecuador no se ha logrado introducir esta filosofía con gran facilidad debido al choque cultural existente.

En la actualidad la ausencia de metodologías de mejora basadas en las herramientas Lean conducen al uso deficiente de los recursos, trayendo como consecuencia el incremento de los costes de operación, en especial en la Empresa objeto de estudio.

1.1.1.2. Pronóstico

La implementación del modelo de gestión basado en los sistemas Pull/Kanban, permitirán organizar cada actividad que se realiza durante la producción de Pavimento asfáltico, logrando reducir tiempos de operación, material en proceso y aumentando el índice de confiabilidad según el volumen de producción.

1.1.2. Formulación del problema

¿La ausencia de herramientas de gestión de la producción que permitan aumentar la productividad, limita el aprovechamiento máximo de los recursos?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cómo realizar un diagnóstico efectivo que determine el funcionamiento actual de la mezcladora de asfalto?

¿Qué técnicas se puede usar para identificar los problemas que presenta la Planta mezcladora de asfalto?

¿De qué manera se puede implementar un modelo de gestión de la producción?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión de la producción para la planta mezcladora de asfalto del Cantón la Maná.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de producción que mantiene la planta mezcladora de asfalto.
- Identificar las causas que generan problemas e inciden directamente en el proceso de producción de la planta mezcladora de asfalto.
- Proponer la implementación de la metodología Pull/Kanban como herramienta de gestión de la producción y optimización de los procesos.

1.3. Justificación

Los inconvenientes generados al iniciar el proceso de producción, como la falta de organización en la mano de obra, distribución de maquinaria y planificación de órdenes de producción no permiten utilizar los recursos de manera eficiente y cumplir con los requerimientos.

Estos inconvenientes crean en la administración algunos cambios que no están programados, en las maquinarias y en el proceso operativo generando altos costos, debido a la cantidad considerable de material en proceso y tiempos improductivos.

Mediante la aplicación del sistema Pull/Kanban se pretende aumentar la productividad haciendo uso de todos los recursos que en la actualidad no son aprovechados en su totalidad para de esta manera mejorar la planificación de órdenes de producción, gestionar el requerimiento de materiales y producir solo lo necesario en el tiempo solicitado por el departamento de desarrollo vial.

Por lo expuesto es perfectamente justificable la aplicación de este estudio, que además de organizar los recursos permitirá aumentar la productividad y satisfacer la demanda en los tiempos establecidos.

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Producción ajustada (Lean Manufacturing)

Entendemos por Lean Manufacturing (en castellano “producción ajustada”), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio. [1]

El principio fundamental de la producción ajustada (Lean Manufacturing) es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros. [1]

2.1.2. Proceso industrial

.Se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persiguen un objetivo común. Si a este término se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que .provoca un cambio físico o químico en la materia prima con la finalidad de generar productos de valor comercial. [2].

2.1.3. Productividad

La productividad es la forma más eficiente para generar recursos midiéndolos en dinero, para hacer rentables y competitivos a los individuos y sus sociedades. [3].

La relación entre el OUTPUT de productos o servicios obtenidos con relación a los RECURSOS empleados para su consecución [4].

2.1.4. Eficiencia

Representa la mayor o menor destreza a la hora de ejecutar una tarea y se define como el output estándar producido, con relación al output real, expresado en porcentaje. [4].

2.1.5. Aprovisionamiento

Es un conjunto de actividades que lleva a cabo una empresa para asegurarse el tener cubiertas sus necesidades de bienes y servicios externos en relación a la ejecución de sus actividades. [5]

2.1.6. Producción

La producción es una actividad estratégica de la empresa que se establece para lograr la máxima ventaja competitiva posible a través del sistema productivo [5].

Es todo proceso de transformación de unos recursos en bienes o servicios mediante la aplicación de una determinada tecnología. Podemos definir la producción, en términos de sistemas, como un proceso en virtud del cual mediante la utilización de unos determinados recursos materiales y humanos (inputs), a los cuales se les aplica una cierta tecnología, obtenemos unos bienes o servicios (outputs). Esta definición amplia requiere obviamente una serie de matizaciones que veremos a continuación: [6]

Cuando los bienes obtenidos se materializan en forma de productos tangibles, hablamos de producción industrial para distinguirla de la producción de servicios en la cual el output que obtenemos es una determinada prestación o información. [6]

Vamos a dividir los recursos en las siguientes categorías:

- Recursos materiales, o sea, materias primas, componentes o semielaborados y consumibles en general.
- Recursos humanos, es decir, el empleo de la mano de obra directa, así como de la mano de obra indirecta, que es la que interviene en la dirección, supervisión y control de los procesos productivos.
- Recursos de capital, que corresponden a la utilización de la nave industrial, maquinarias, útiles y herramientas en general, o sea, toda la infraestructura necesaria para materializar los procesos productivos. [6].

2.1.7. Planta productiva

Área de la empresa en la que los equipos, la tecnología y la mano de obra transforman las materias primas en productos terminados por medio de una serie de trabajos físicos y/o químicos. [2]

2.1.7. Gestión de materiales

Consiste en determinar las necesidades de materiales a medio plazo e implica la gestión de los stocks (existencias). [7]

2.1.8. Programación de la producción

Su función es la de tratar de optimizar en el corto plazo, recursos productivos, programando ordenes concretas y definiendo una serie de prioridades. [7].

2.1.9. Planificación de la producción

Es un proceso en el que intervienen un conjunto de técnicas destinadas a optimizar la productividad, ajustarse a la demanda y organizar la asignación y coordinación de los medios necesarios. [8]

2.9.10. Lead Time

Es una expresión genérica utilizada para analizar la rapidez del flujo de materiales y se podría definir como el tiempo que media desde que se inicia un <<proceso operativo>> (aprovisionamiento, almacenaje, fabricación, distribución, etc.) hasta la finalización del mismo. [9].

2.1.11. Justo a tiempo (*JIT*)

El sistema justo a tiempo conocido en inglés como (Just in time) es un proceso de fabricación por un lado y una estrategia de base amplia operacional por el otro. [10].

JIT es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permite a una empresa producir y entregar productos en cantidades pequeñas, con tiempos de entrega cortos para satisfacer necesidades específicas del cliente. [11]

La estrategia de producción de JIT es mejorar continuamente la productividad y la calidad. Se basa en la creencia de que "lo pequeño podría ser mejor", no "más es mejor". [12]

2.1.12. Planta de asfalto

El sistema de planta asfáltica para la producción de mezcla, en sentido general, es el mismo concepto. Según el proceso de producción nos encontramos con plantas de Producción Continua y de Producción Discontinua o Dosificadora. [13]

2.1.13. Cemento asfáltico

Se designa por las letras CA o AC (Asphalt Cement en un país Anglosajón) y se clasifican por lo general de acuerdo con su consistencia evaluada a través de dos ensayos: penetración y viscosidad. [14].

2.1.14. Clasificación de los cementos asfálticos

Los cementos asfálticos según su viscosidad se clasifican en:

La clasificación basada en los ensayos realizados al asfalto original, para los tipos comprendidos de 200 dmm de penetración, se presentan en la siguiente tabla: [15]

Clasificación para los tipos comprendidos de 200 dmm de penetración

Tabla 1. Clasificación de los cementos asfálticos

Tipo	Viscosidad a 60 °C, Pascal segundo (Pa s)
AC-2,5	25 ± 5
AC-5	50 ± 10
AC-10	100± 20
AC-20	200 ± 40
AC-40	400 ± 80

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana 2515:2010

Autor: [15]

2.1.15. Herramientas utilizadas para el análisis de problemas

2.15.1.1. Diagrama de Pareto

El principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

Esto se obtiene a partir de un análisis cuantitativo comparativo y de la disposición de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto. [16]

De esa manera, el objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías; los “pocos vitales” elementos muy importantes en su contribución, y los “muchos triviales”, caracterizados por tener un nivel de importancia menor al anterior. [16]

El diagrama de Pareto como herramienta de gestión energética permite identificar y concentrar esfuerzos en unos puntos clave de un problema o fenómeno, como pueden ser: los mayores sistemas, áreas, equipos consumidores de energía de la empresa, las mayores pérdidas energéticas. De igual forma, facilitan anticipar la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto, al reducir la barra de la causa principal que lo produce. [16]

El uso del diagrama de Pareto es un instrumento clave para la gestión energética, y la información resultado de este, sirve como criterio de selección para el direccionamiento de acciones en la mejora de la eficiencia energética de una organización. [16]

2.15.1.1.1. Tipos de diagramas de Pareto energéticos

Tabla 2. Tipos de diagramas de Pareto

Tipo de diagrama de Pareto	Utilidad
Diagrama de Pareto de los consumos equivalentes de energía por portador energético	Permite identificar el 20% de los portadores energéticos de las industrias que causan el 80% del consumo total equivalente.
Diagrama de Pareto de los consumos de un portador energético para las diferentes áreas que lo utilizan en la industria.	Permite identificar el 20% de las áreas de la empresa que originan el 80% del consumo energético de un portador específico.
Diagrama de Pareto de los consumos de un portador energético para todos los equipos que lo utilizan en una industria.	Permite identificar el 20% de los equipos de la empresa que provocan el 80% del consumo energético de un portador específico.
Diagrama de Pareto de pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde estas son significativas.	Permite identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa.

Autores: [16]

2.15.1.2. Definición del modelo Pareto

La teoría de Pareto resulta de una observación según la que el 20% de las cosas producen el 80% de los efectos. Dicho de otra forma, en el mundo de los negocios, el 20% de los clientes son responsables del 80% del volumen de negocios. Así, identificando este 20%, que corresponde a los clientes más importantes, las empresas les pueden dedicar más atención y con esto ganar tiempo y dinero. Según Joseph Juran, la ley de Pareto tiene una aplicación universal en el ámbito de la Empresa y la podemos encontrar en todos los sectores de la sociedad [17].

Incluso está presente en la mayor parte de los aspectos de la vida cotidiana. No obstante, veremos que tanto en la Empresa como en los otros ámbitos, esta proporción 80/20 no siempre se respeta. A pesar de todo, sirve para ofrecer una idea de la realidad [17].

2.15.1.3. Diagrama Ishikawa

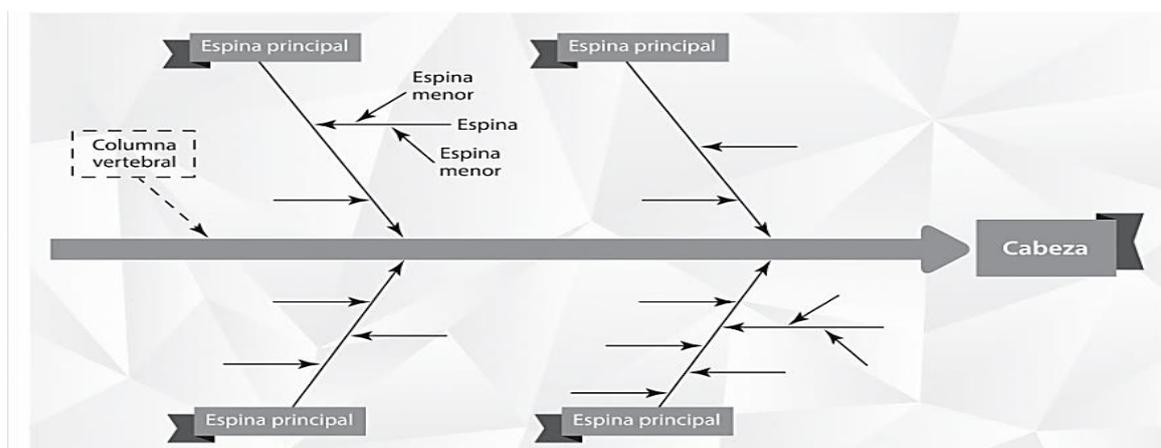
El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama causa-efecto o diagrama de esqueleto de pescado, es una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado. [18]

Su creador fue el japonés Kaoru Ishikawa experto en control de calidad. Esta técnica ilustra en forma gráfica la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y dando un resultado específico. [18]

El diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto o espina de pescado se usa después de una lluvia de ideas, a fin de examinar los factores que pueden influir en una situación determinada. [18]

Se analiza una situación, condición o eventos deseable o no deseable producido por un sistema de causas y efectos. Las causas menores con frecuencia están agrupadas alrededor de 4 categorías básicas: materiales, métodos, mano de obra y maquinaria. [18]

Gráfico 1. Diagrama Ishikawa



Autor: [18]

2.15.1.3.1. Pasos para la construcción de un diagrama de Ishikawa

1. Definir y delimitar de manera clara el problema o tema a analizar
2. Decidir qué tipo de DI se usara
3. Buscar todas las causas probables
4. Representar en el DI las ideas obtenidas
5. Decidir cuáles son las causas más importantes mediante el apoyo de datos, conocimientos consenso o votación.
6. Decidir sobre que causa actuar. [18]

2.15.1.4. Diagrama de secuencia de operaciones

Este diagrama, también conocido como Cursograma analítico, representa todas las actividades de un trabajo de forma sistemática, incluyendo además otros datos importantes, como tiempo para cada actividad o distancias recorridas en los desplazamientos. Es, por tanto, más exhaustivo y completo que los anteriores, aunque no los descarta, ya que el diagrama de procesos es válido para las primeras fases del estudio y el de recorrido es un complemento gráfico necesario para este tipo de diagrama. [19]

El Cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento y señale todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. [20]

Cursograma de operación: diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.

Cursograma de material: diagrama en donde se registra como se manipuló o fue tratado el material.

Cursograma de equipo: diagrama en donde se registra como se usa el equipo. [20]

Utiliza toda la gama de símbolos pero impresos en un formulario, que es igual para cada uno de los cursogramas. Lo único que hay que hacer es tachar el tipo de Cursograma que no corresponde. [20]

Aspectos que no se deben olvidar durante la representación de los diagramas:

Con la representación gráfica se obtiene una visión general de lo que sucede y se entienden los hechos relacionados entre sí. [20]

Los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo, aun cuando los capataces y obreros no estén al tanto de las técnicas de registro.

Pueden comprender un diagrama con muchos símbolos de espera o transporte; ello indica la necesidad de introducir modificaciones en los métodos de trabajo. [20]

Los cursogramas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud posibles, puesto que las copias se utilizaran para explicar proyectos de normalización de trabajo o de mejora de los métodos. [20]

Todos los diagramas llevarán un encabezamiento con espacio donde apuntar: el nombre del producto, el trabajo que se realiza, el lugar donde se efectúa la operación, número de referencia, el nombre del observador, la fecha, la clave de los símbolos, un resumen de la distancia, tiempo y coste de la mano de obra y materiales. [20]

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Kanban

Es un método o técnica de producción desarrollada por la Empresa Toyota hacia los años 50, que permite un desarrollo eficiente de los sistemas de producción Just in time, es decir, que es uno de los métodos utilizados en los sistemas JIT para su desarrollo. [21].

2.2.2. El sistema Kanban

El sistema Kanban actúa bajo la filosofía Just in time (JIT), es decir, que lo que precise un determinado proceso de producción debe ir a buscarse en el proceso o suministro que lo precede (sistema pull), siendo el objetivo fundamental obtenerlo en la cantidad y momentos justos en que se necesiten, además en un sistema de producción precedido por la programación de series cortas de producción con una variedad más o menos grande de modalidades de producto, ello tiene que hacerse de forma ágil, rápida, frecuente y fiable; el objetivo propuesto con estas características, puede, en efecto, lograrse con el sistema de tarjeta (que es lo que significa Kanban en la cultura japonesa). [22]

El Kanban es, en realidad, una tarjeta u otro sistema que permita una operativa similar (actualmente en muchos casos se trata de sistemas electrónicos y órdenes precedentes de programas informáticos). Dicha tarjeta se utiliza para solicitar del proceso o suministro anterior, una cantidad de piezas que deben ser repuestas por haber sido ya consumidas. [22]

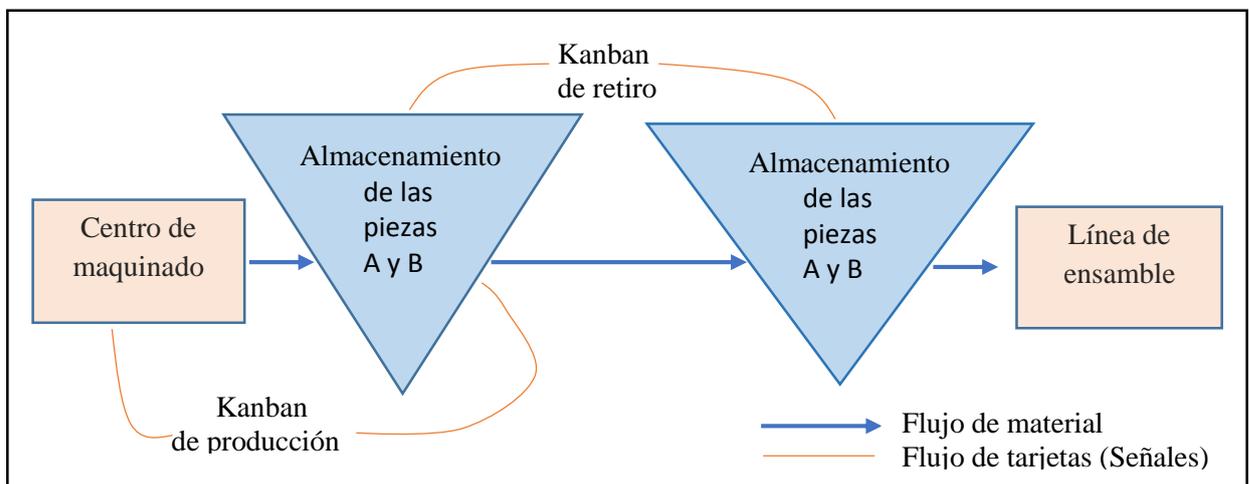
En las tarjetas se figuran los datos que identifican el suministro solicitado (pieza, código, cantidad de lotes, tamaño de lote, centro que lo solicita, centro al que va destinado. etc.). Las tarjetas se adjuntan a contenedores o envases de los correspondientes materiales o productos, de forma que cada contenedor tendrá su tarjeta, y la cantidad que refleja la misma es la que debe contener el envase o contenedor. [22]

2.2.3. Sistemas de control de producción Kanban

Un sistema de control Kanban utiliza un dispositivo de señalización para regular los flujos justo a tiempo. Kanban significa “signo” o “tarjeta de instrucción” en Japonés. En un sistema de control sin papel, es posible utilizar contenedores en lugar de tarjetas. Los contenedores o tarjetas constituyen el sistema de demanda Kanban. La autoridad para producir o suministrar piezas adicionales proviene de las operaciones hacia abajo. [23]

Las tarjetas no constituyen la única forma de indicar la necesidad de producir una pieza; hay otros métodos visuales, como lo muestra la ilustración

Gráfico 2. Sistemas de control de la producción Kanban



Autor: [23]

Los siguientes son otros posibles enfoques

Cuadros Kanban. Algunas compañías utilizan espacios marcados en el piso o en una mesa para identificar el lugar donde se debe guardar el material. Cuando el cuadro está vacío, las operaciones de suministro tienen autorización de producir; cuando el cuadro está lleno, no se necesita ninguna pieza. [23]

Sistema de contenedores. En ocasiones, el contenedor mismo se puede utilizar como un dispositivo para señalar. En este caso, un contenedor vacío en el área de producción de la fábrica señala en forma visual la necesidad de llenarlo. La cantidad de inventario se ajusta agregando o quitando contenedores. [23]

Pelotas de golf de colores. En una planta de motores Kawasaki, cuando una pieza que se utiliza en un subensamble está más abajo del límite de piezas en cola de espera, el ensamblador envía una pelota de golf de colores por un tubo que llega hasta el centro de maquinado. Esto indica al operador que pieza se necesita a continuación [23]

Existen dos clases de tarjetas Kanban:

1) Kanban de producción: Se utiliza para solicitar la producción de un lote de producto, que llevará la correspondiente tarjeta, en substitución de otro producto ya acabado solicitado por el proceso siguiente. El Kanban de producción indica la cantidad que debe ordenarse que produzca el proceso anterior. [22]

2) Kanban de transporte: Se utiliza para solicitar la retirada de un lote, envase o contenedor de producto acabado en un proceso para llevarlo al siguiente o a un almacén, El Kanban de transporte indica la cantidad a enviar al proceso siguiente. [22]

2.2.5. Subdivisión de las clases de Kanban

2.2.5.1. Kanban de producción

Envía la orden al proceso precedente (corriente arriba) para que se produzca las cantidades requeridas corriente abajo y se obtiene la siguiente clasificación: [24]

- a) **Kanban producción normal:** Contiene la orden de producción, la tarjeta se coloca en la zona verde del tablero.
- b) **Kanban urgente:** Emitido en caso de escasez de un componente, colocándose la tarjeta en la zona amarilla del tablero.
- c) **Kanban de emergencia:** Cuando a causa de componentes defectuosos averías en el equipo, trabajos especiales o trabajo extraordinario en fin de semana u otras causas se produce circunstancias insólitas o totalmente anómalas, debiéndose colocar la tarjeta en la zona roja del tablero. [24]

d) Kanban de proveedor: Se utiliza cuando la distancia de la planta al proveedor es considerable, por lo que el plazo y tarifas de transporte son un término importante a tener en cuenta. Se deberán establecer procedimientos de comunicación y envíos especiales para proveedores en el extranjero, que aseguren el flujo más conveniente para ambas partes. [24]

2.2.5.2. Kanban de transporte o retiro

Utilizado cuando se traslada un producto, viaja entre los centros de trabajo (incluyendo outsourcing¹ –parcial), teniendo como objetivo autorizar el movimiento de partes de un centro a otro. Identifica el número de partes y el nivel de revisión. Se debe especificar el tamaño del lote del proceso; se debe de mostrar el nombre del proceso precedente y su ubicación. [24]

2.2.5.3. Kanban de señalización

No es de uso generalizado, es empleado dentro del Kanban de producción y su finalidad es especificar a través de pictogramas, hojas de control del proceso que ayuden a mejorar el actuar del trabajador (Ficha técnica). Ocasionalmente se usa cuando el material va a pasar por una etapa en que va estar en condiciones severas- hornos, tratamientos especiales, tal como altas temperaturas y se coloca en un lugar cercano para que no se dañe. [24]

2.2.6. Información contenida en la tarjeta Kanban

Varía de empresa a empresa, la información en la tarjeta Kanban debe ser la mínima indispensable que satisfaga tanto las necesidades de manufactura como las del proveedor del material. [25].

¹ Es una tercerización de las actividades que la empresa encomiendan a otras para que realicen el trabajo.

Frecuentemente la información mínima necesaria en Kanban es:

1. Tipo de material y cantidad
2. Número de parte del componente y su descripción
3. Nombre/número del producto/Número de lote.
4. Tipo de transporte y manejo de material requerido
5. Donde debe ser colocado cuando sea terminado y de donde viene.
6. Punto de re-orden
7. Secuencia de ensamble / producción del producto. [25]

2.2.7. Reglas fundamentales de Kanban

1. Está **TOTALMENTE** prohibido mandar material defectuoso a los procesos subsiguientes
2. Los procesos subsiguientes solicitan **EXCLUSIVAMENTE** lo que es indispensable en la cantidad y calidad precisa en el momento que se especifique.
3. Procesar **ÚNICAMENTE** la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente en el momento justo para satisfacer el requerimiento.
4. Balancear la producción
5. La tarjeta Kanban debe moverse solo con el lote, Kanban es el medio de información para evitar especulaciones, por lo que la tarjeta debe de acompañar a los productos físicamente. (Excepción: Kanban de señalización)
6. El Kanban debe estabilizar y racionalizar el proceso, ser procesado en todos los centros de trabajo de manera específica; en el orden que deben producirse en base a la zona del tablero que se ubica la tarjeta.
7. Buscar constantemente la reducción u optimización del número de Kanban al mínimo funcional operativamente. [25]

2.2.8. Pasos para implementar Kanban

2.2.8.1. Paso 1. Recopilación de la información

Se debe recopilar los datos necesarios para caracterizar el proceso de producción específico, para tomar decisiones basadas en hechos reales, y poder calcular las cantidades de Kanban, es indispensable ser realistas en las capacidades del proceso y poder satisfacer los requerimientos del cliente. [25]

2.2.8.2. Paso 2. Calcular el tamaño del Kanban

El tamaño del Kanban inicial se calcula basado en las condiciones actuales, no basado en anhelos o planes futuros de mejora continua. los cálculos para determinar el intervalo de reabastecimiento para establecer las cantidades a ordenar se basan en: (a) los requerimientos de producción, (b) la proporción del desperdicio real del sistema, (c) la productividad actual del proceso, (d) el tiempo de paro planeado y (e) los tiempos de cambios de configuración actuales. La cantidad del contenedor del Kanban final deberá incluir la cantidad “amortiguadora” (Buffer) que cubra el margen de inventario de seguridad durante el periodo de normalización de las diferentes etapas del proceso. [25]

2.2.8.3. Paso 3. Diseño del Kanban

El diseño del Kanban deberá responder a las preguntas de cómo se implementará. Para lo cual se debe considerar: [25]

- ¿Cómo será controlado el material?
- ¿Cuáles serán las señales visuales?
- ¿Cuáles serán las reglas para conducir el Kanban?
- ¿Quién hará las auditorías del Kanban?
- ¿Quién resolverá los problemas? ¿Cómo se hará la comunicación?
- ¿Qué aspectos de administración visual será necesario?
- ¿Qué entrenamiento es requerido, tipo de auditorías, frecuencia y acciones?
- ¿Cuál es el programa de implementación? ¿Valorización de resultados? [25]

Como resultado se debe obtener un plan para implementar el Kanban, incluyendo acciones, asignaciones y programa con objetivos de referencia. [25]

2.2.8.4. Paso 4. Entrenamiento de todos los involucrados

Antes de empezar, todo el personal involucrado deberá estar entrenado de cómo funciona la “programación Kanban” y que actividad tiene que realizar cada uno. Se debe desarrollar una presentación simple para explicar el proceso Kanban y las señales visuales, se deben revisar las reglas y hacer ejercicios con los participantes de: ¿Qué hacer en cada uno de los posibles escenarios? para ayudar a entenderlo los diferentes roles y el proceso de toma de decisiones. Es necesario hacer mínimo una simulación de una corrida sin materiales a través del proceso para que cada uno conozca como las señales Kanban se manejaran y que significa cada una de ellas. Si se detectaron fallas corregirlas y hacer otra nueva simulación para asegurar el resultado buscado. Analizar si es necesario realizar más simulaciones. [25]

2.2.8.5. Paso 5. Inicio operativo de Kanban

Asegurarse de tener todas las señales e indicaciones que servirán para administrar y controlar el proceso en el lugar adecuado. Teniendo la señales instaladas en los puntos marcados para el control, las reglas bien entendidas por todos los involucrados evitara confusiones y el entrenamiento será más fácil. Es necesario prever problemas que pueden impactar el éxito en base a ello, tomar las acciones para prevenirlas o mitigar los problemas que seguramente se presentaran. Finalmente en la etapa del despliegue se debe desarrollar un plan transitorio de programación. [25]

Debiéndose determinar el punto exacto para el cambio y la cantidad de inventario requerido para hacer el cambio. [25]

2.2.8.6. Paso 6. Auditar y mantener el Kanban

Es indispensable el auditar constantemente las acciones que se realizan. Se debe preestablecer quien se hará responsable de este rol, el cual deberá observar cómo se manejan las señales de programación y asegurar que el cliente permanece adecuadamente recibiendo los suministros que requiere [25].

Si se detecta algún problema, se debe corregir de inmediato por parte del responsable que debe mantener la integridad del diseño del Kanban. Tomando las acciones preventivas y correctivas se impedirá que el Kanban falle ante la perspectiva de los operadores. [25]

El auditor deberá analizar las necesidades futuras para garantizar que las cantidades Kanban satisfacen la demanda del cliente (Acción indispensable) [25]

2.2.8.7. Paso 7. Mejorar el Kanban

Una vez que se ha normalizado la operación con Kanban, se debe analizar cómo mejorar el Kanban para reducir las cantidades de inventario. Observar cómo está funcionando el sistema y determinar las cantidades que fueron sobredimensionadas. [25]

Halar solo los contenedores necesarios, los excedentes ir eliminando. Después de este ajuste temporal, solo se reduce las cantidades basadas en mejoras al proceso de producción.

La implementación de Kanban solo funcionara cuando se tiene motivados e involucrados a los operadores del proceso. [25]

Se necesita un equipo multifuncional para implementar Kanban. este equipo, debe incluir operadores, controladores de materiales, supervisores, administradores y planificadores de material lo cual ayudara a crear Kanban para enfrentar condiciones de funcionamiento y logística con personas de mente abierta interesadas en lograr el objetivo y no hacer más difícil su implementación. [25]

2.2.9. Número de Kanban

Es obvio que el cálculo del número de tarjetas Kanban facilita la medida del stock entre dos proceso. El procedimiento empleado para calcular el número de tarjetas es una aplicación del clásico método del punto de pedido (pero con los objetivos previos de introducir mejoras para reducir los tiempos de preparación de manera que los lotes de entrega sean pequeños). [26]

El número de Kanbans debe ser suficiente para cubrir la demanda durante el plazo de entrega más un cierto stock de seguridad, en previsión de pequeñas variaciones. [26]

2.2.10. Como determinar el número de Kanban necesarios

Al establecer un sistema de control Kanban es necesario determinar la cantidad de tarjetas (o contenedores) Kanban requeridos. En un sistema de dos tarjetas de retiro y producción. Las tarjetas Kanban representan la cantidad de contenedores de material que fluye hacia adelante y hacia atrás entre el proveedor y las áreas de usuarios. [23]

El cálculo preciso del tiempo de entrega necesario para fabricar un contenedor de piezas es la clave para determinar el número de contenedores. Este tiempo de entrega está en función del tiempo de procesamiento del contenedor, cualquier tipo de espera durante el proceso de producción y el tiempo requerido para transportar el material al usuario. Son necesarios suficientes Kanban para cubrir la demanda esperada durante este tiempo además de la cantidad adicional de existencias de seguridad. [23]

El número de grupos de tarjeta Kanban es:

$$k = \frac{\text{Demanda esperada durante el tiempo} + \text{Existencia de seguridad}}{\text{Tamaño del contenedor}}$$

$$k = \frac{DL+(1+S)}{C} \quad (1)$$

Donde:

k = Número de grupos de tarjetas Kanban

D = Número promedio de unidades demandadas por periodo (el tiempo de entrega y la demanda se deben expresar en las mismas unidades de tiempo)

L = Tiempo de entrega de un pedido (expresado en las mismas unidades que la demanda)

S = Existencias de seguridad expresadas como un porcentaje de la demanda durante el tiempo de entrega (puede ser con base en un nivel de servicio y la varianza)

C = Tamaño del contenedor [23]

Observe que un sistema Kanban no produce cero inventario; en vez de ello, controla la cantidad de material que puede estar en proceso en un momento determinado; el número de contenedores de cada artículo. [23]

El sistema Kanban se puede ajustar con facilidad a la forma en que opera el sistema, porque los grupos de tarjetas se pueden agregar o quitar con facilidad del sistema. Si los trabajadores se dan cuenta de que no puede reabastecer el artículo a tiempo, es posible agregar un contenedor más de material, con las tarjetas Kanban correspondientes. Si se dan cuenta de que se acumulan demasiados contenedores de material, es posible eliminar grupos de tarjetas con facilidad, reduciendo así la cantidad de inventario. [23]

2.2.11. Funciones del Kanban

En Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo. Esta es su primera función. En resumen, es un medio de instrucción automático que provee información concerniente a lo que hay que producir, cuando producirlo, en que cantidad, porque medios y como transportarlo. [27]

A través del Kanban, puede comprobarse al instante la cantidad a producir, el tiempo, los métodos, los procedimientos y la cantidad a transportar, el lugar de almacenaje, los medios de transporte y el tipo de contenedores a utilizar. [27]

Normalmente, las empresas facilitan información al lugar de trabajo concerniente al <<qué, cuándo y cómo>> en forma de memorándums que contienen un cuadro del plan de trabajo, otro del plan de transporte, ordenes de producción y ordenes de entrega. La información concerniente al método de producción, destino del transporte y áreas de almacenaje se contiene en un manual de operaciones estándares, que a menudo se esconde debajo de una pila de papeles en una esquina de algún despacho. Raras veces se hace honor a estos estándares [27]

2.2.11.1. El sistema Kanban se creó para hacer lo siguiente:

1. Emplear operaciones estándares en todo momento.
2. Entregar directrices basadas en las condiciones actuales existentes en el lugar de trabajo.
3. Evitar la realización de cualquier trabajo innecesario para todos los implicados en operaciones de arranque, y evitar la creación de una inundación de papeles que no pueden servir como materiales fuente para el futuro. [27]

La segunda función del Kanban es la de moverse con el material. Ya hemos sugerido que el Kanban es una herramienta para el control visual. Para poner en práctica éste, debemos tener en función al mismo tiempo las funciones primera y segunda. Si el material y el Kanban pueden moverse juntos de modo consistente, será factible lo siguientes: [27]

1. No se producirá en exceso
2. Resultará obvia la prioridad en la producción (cuando se apila el Kanban de un elemento, este es el elemento que debe producirse en primer lugar).
3. Resulta más fácil el control del material. [27]

2.2.12. Sistema PULL

Es un concepto básico de la gestión excelente, tal como se entiende en la actualidad, desarrollado para enfocar eficazmente los procesos empresariales, con el objetivo de satisfacer exactamente a los clientes y sus necesidades, en cantidades, tipo y momento. [28].

El sistema (Pull System) es una estrategia de manufactura esbelta que se usa para reducir los desechos que se producen durante el proceso de producción. [29]

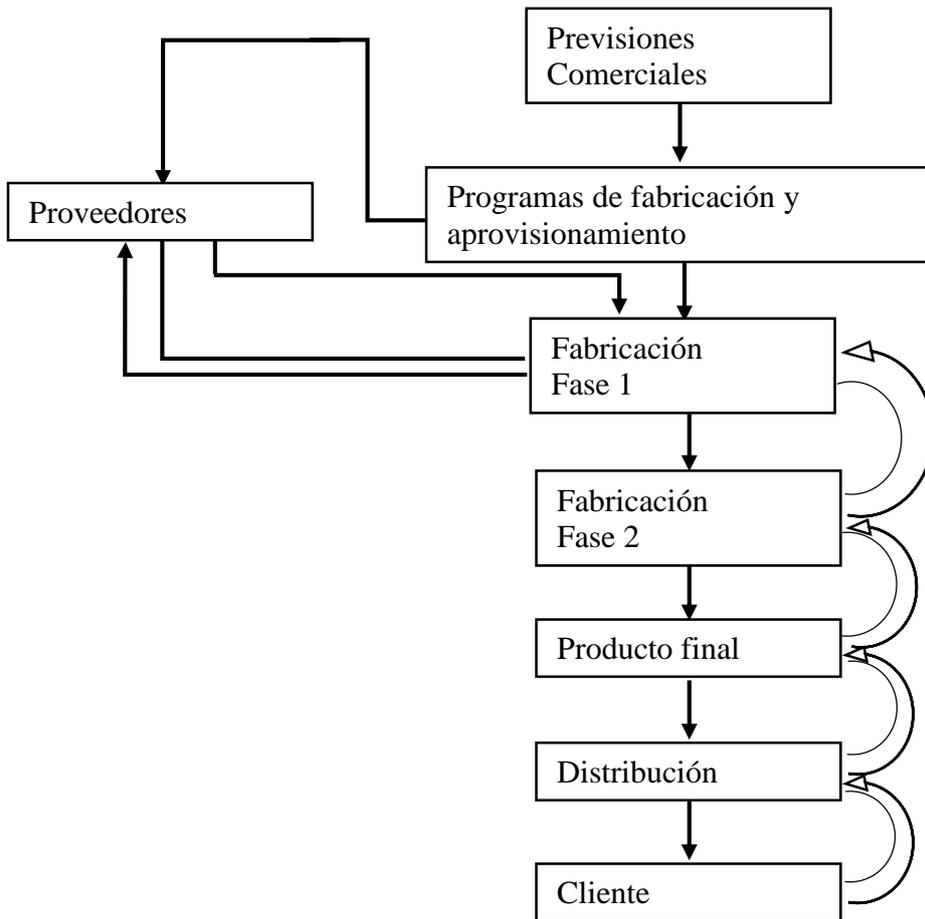
Llamamos sistemas de arrastre (pull system) aquellas en los que la inercia del flujo logístico no es de empuje de la fábrica al mercado, sino de arrastre desde el cliente; o, en otras palabras, el flujo de productos es arrastrado por la demanda del mercado, que transforma la producción en un proceso reactivo. [6]

En estos procesos básicamente se distinguen los siguientes pasos:

- 1) El cliente solicita al distribuidor un producto que este le entrega y, en la medida en que le distribuidor <<vacía>>su almacén, este solicita inmediatamente al fabricante su reposición.
- 2) El fabricante al entregar el producto al distribuidor, solicita al taller su elaboración inmediata para su reposición.
- 3) El fabricante consumirá inmediatamente los materiales y los componentes requeridos por la fábrica para su elaboración y entrega al almacén fabril.

4) El fabricante comunica a los proveedores la necesidad de reposición de los materiales consumidos, que entregara de nuevo al proveedor de acuerdo con los lotes de compra establecidos (**ver diagrama 1**) [6]

Diagrama 1. Sistema Pull (arrastre)



Autor: [6]

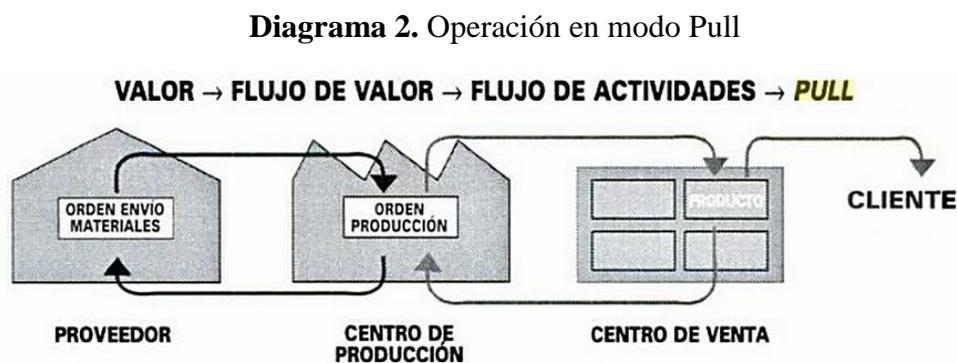
2.2.12.1. Ejecución de los procesos en modo <<pull>>

Una vez diseñados y desarrollados los productos y procesos de forma que se ajusten a los requerimientos de los clientes y exentos de despilfarros, hemos llegado al momento de llevar a cabo la producción. Para seguir en la línea de ajustarse sólo a lo requerido por los clientes en producto, cantidad y momento, correspondería llevar a cabo la producción de forma que

se iniciará a partir de una demanda constatada en tipo de producto, volumen de producción y momento para efectuarla. [30]

Ello nos llevará a actuar de acuerdo con el sistema pull, es decir, <<tirar>> de la demanda y producir lo solicitado por ella (lo contrario al sistema push del mundo convencional, que planifica producir de acuerdo con la capacidad de producción existente, lotes lo más grandes posibles sobre previsiones y, luego, <<empujar>> el producto al mercado). [30]

El siguiente diagrama esquematiza la operación pull.



Fuente: Libro

Autor: [30]

El problema para operar en modo pull puede ser el lead time o plazo de entrega al cliente. Solo con plazos cortos o muy cortos es posible <<aguantar>> esperando la solicitud de los clientes para empezar a producir. Pero la gestión Lean management, tal y como ha sido expuesta, opera con gran rapidez de respuesta, ya que la producción en flujo de actividades, con el material avanzado unidad a unidad o en pequeños lotes (sin esperar a que acaben los demás), permite entregar el producto en un tiempo muy corto. [30]

Así pues, será la demanda quien atraerá (*pull*) a la producción y no la producción la que será empujada (*push*) al cliente, como en los sistemas convencionales. [30]

Además, la operativa Pull ayuda a estabilizar la demanda ya que, si no le forzamos, el consumidor puede pedir cuando lo precisa. Además, no habrá necesidades de ofertas ni campañas, que no hacen otra cosa que alterar el ritmo de la demanda. [30]

Así pues, la demanda se <<nivelará>> lo que, sin duda, facilitará iniciar la producción cuando dicha demanda se manifieste (al hacerlo sin cambios bruscos) y, con ello, será más fácil alcanzar la gran flexibilidad exigida al sistema para adaptarse de forma continua al consumidor. [30]

2.2.12.2. Consecuencia del sistema Pull mediante Kanban

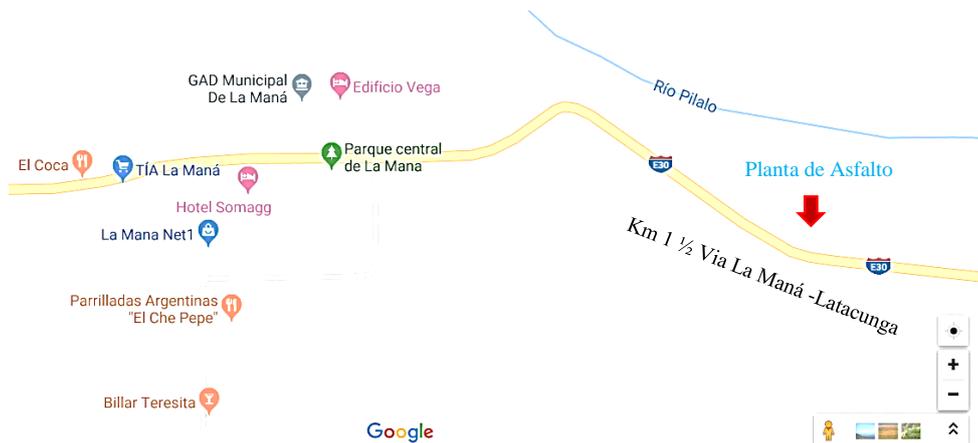
La implantación del sistema pull mediante Kanban genera por lo menos las implicaciones siguientes que se desarrollaran a continuación: [1]

1. Sistema de aprovisionamiento y recogida mediante tren logístico.
2. Nivelación de la producción mediante contrato logística-producción.
3. Entregas frecuentes con los proveedores. [1]

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se Realiza en la Planta Mezcladora de Asfalto, la misma que se encuentra ubicada en el Km 1 ½ Vía La Maná-Latacunga y pertenece al Cantón La Maná provincia de Cotopaxi.



Fuente: Google Maps

3.1.1. Ubicación geográfica

Longitud: W 79° 13' 25"

Latitud: S0° 56' 27"

Altitud: 220 msnm

Población: **42.216** habitantes según el censo 2010

Temperatura: 23 a 30 °C

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación descriptiva

Este tipo de investigación permite analizar las diferentes variables que se encuentran inmersas en la producción y conocer las causas por las cuales el proceso resulta ser deficiente al momento de poner en funcionamiento la planta mezcladora de asfalto.

3.2.2. Investigación bibliográfica

Este método permite obtener información sustentada en libros, revistas científicas, tesis de grado, sitios web, con las cuales se plantea las posibles soluciones a los problemas encontrados en el proceso de producción.

3.2.3. Investigación de campo

Con el uso de esta técnica de investigación se obtiene información directa desde la planta mezcladora de asfalto, la misma que permite observar las metodologías que se utilizan actualmente durante el proceso de producción.

3.3. Métodos de la investigación

3.3.1. Método de observación

Este método permite conocer información directamente de la fuente, sobre el proceso de producción, organización de los recursos y la manera que se lleva a cabo diariamente las actividades en la Planta Mezcladora de Asfalto.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para el desarrollo de la presente investigación se utiliza como fuentes primarias, la información obtenida mediante la recolección de datos, la entrevista al jefe de planta y la observación, mientras que el uso de textos, tesis de pregrado, revistas científicas, publicaciones y sitios web completan la investigación como fuentes secundarias.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Diseño no experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño no experimental, el cual permitió obtener información a través de la recolección de datos históricos relacionados con los tiempos de producción, la capacidad de las máquinas y los índices de productividad, para posteriormente llevarlo a representaciones estadísticas y proceder a organizar e interpretar la información.

3.6. Instrumentos de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se realiza la recolección de datos basados en los históricos que presente la empresa, del mismo modo se aplica la entrevista al jefe de producción para conocer más de cerca la problemática existente en la planta mezcladora de asfalto.

3.7. Tratamiento de los datos

La información obtenida de la investigación de campo se lleva a plantillas Excel para realizar el registro, tabulación y posterior representación de los datos.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos Humanos

- ✓ **Docentes**
FCI Universidad Técnica Estatal de Quevedo

- ✓ **Director de Tesis**
Ing. Miguel Socasi MSc.

- ✓ **Jefe de producción de la Planta Asfáltica**
Sr. Cristian Viteri

✓ **Autor**

Guido Manuel Doicela Ayala

3.8.2. Recursos materiales

Tabla 3. Recursos materiales usados en la investigación

Cantidad	Descripción	Características	Observaciones
1	Impresora	Epson L4150	
1	Computadora	Windows 8.1	
1	Pendrive	8 GB	
1	Cronómetro	Elemental	
1	Cinta métrica	20 metros	
1	Tablero para escribir	Tamaño A4	
1	Cámara fotográfica	Buena resolución	
1	Grabadora	Audio y video	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

3.8.2.1. Recursos materiales (Software)

Tabla 4. Recursos materiales (Software)

Tipo	Descripción
Software Utilitario	Word
	Excel
	Project
	Power Point
Software de diseño	CAD 2D
	AUTOCAD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de la situación actual de la planta mezcladora de Asfalto

El origen de la planta mezcladora de asfalto es un proyecto impulsado por la Alcaldía del GAD Municipal del Cantón La Maná con el fin de contribuir con el desarrollo vial del Cantón y sus parroquias, es así como a continuación se detalla su constitución.

4.1.1.1. Datos referenciales de la Empresa

Tabla 5. Datos de creación de la Empresa

Razón Social	Planta mezcladora de asfalto
Objeto social	Transformación de agregados en material para carpetas asfálticas.
Inversión	3 024 000,00
Tipo de Empresa	Pública
Dirección	Km 1 ½ Via La Maná-Latacunga
Local	Propio
Área del terreno	4,5 Hectáreas
Inicio de actividades	25 de octubre del 2018
Teléfono	0986907005
Jefe de planta	Cristian Viteri
Inspector de máquinas	Juan Moreira

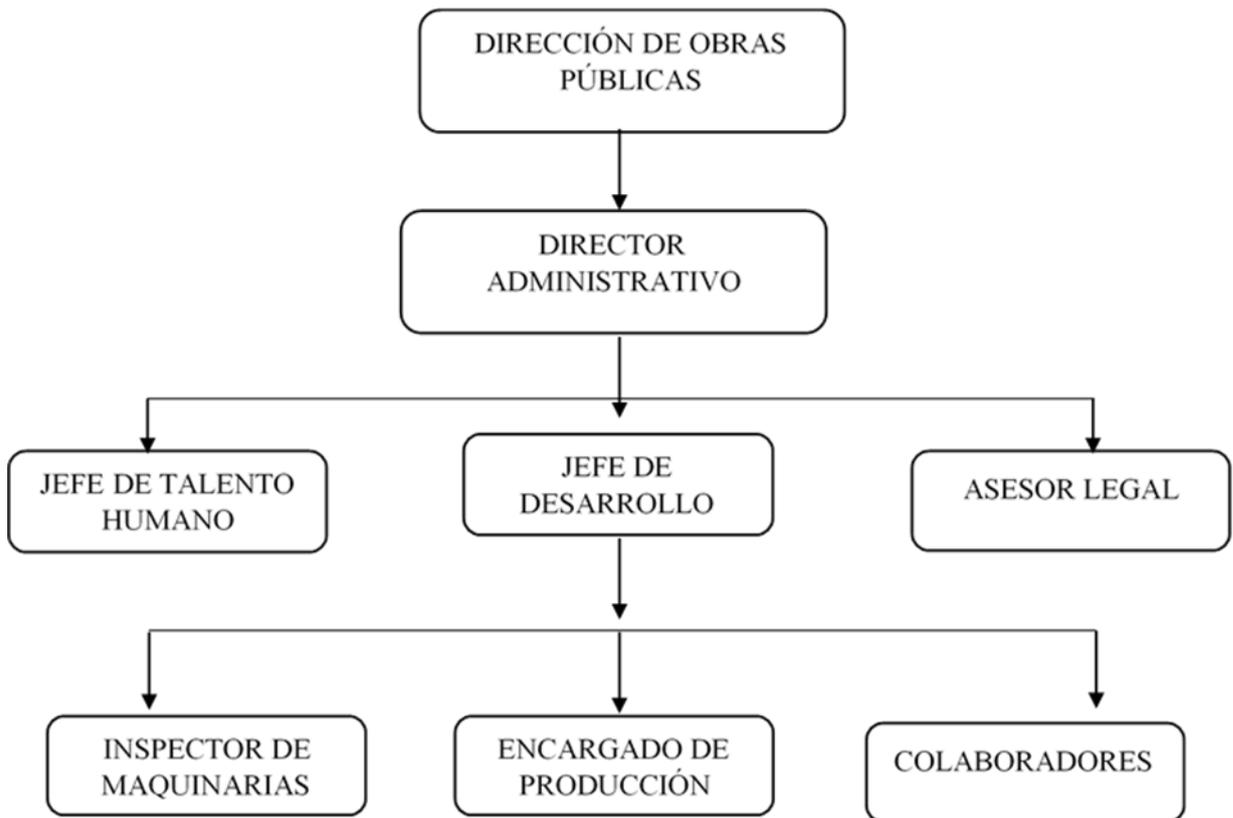
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Para llevar a cabo las actividades relacionadas con la planta mezcladora de asfalto se realiza la constitución organizacional conformada por los siguientes departamentos:

4.1.1.2. Estructura organizacional

Diagrama 3. Estructura Organizacional de la Empresa



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

La creación de esta nueva Empresa a cargo de los servidores públicos ha generado grandes expectativas tanto en el manejo técnico de la producción como en la administración de la misma, del mismo modo aumenta la incertidumbre sobre la factibilidad de haber realizado una inversión a gran escala.

A continuación, se presenta el origen de la Planta Mezcladora de Asfalto

4.1.1.3. Origen de la planta mezcladora de asfalto

La planta mezcladora de asfalto nació desde una propuesta política lanzada en campaña en el año 2014, que luego de declararse triunfadora, inicio con los estudios técnicos respectivos para su ejecución, tras largas jornadas y negociaciones finalmente el 03 de Mayo del 2018 llega Importada desde Brasil la Planta de asfalto móvil continua iNOVA de WIRGEN GROUP que conjuntamente con la trituradora KLEEMANN MC 110 EVO son colocadas en el lugar seleccionado para el inicio de la producción, tras algunos meses de prueba el 24 de Octubre inicia su producción de forma empírica sin contar con herramientas y metodologías técnicas que permitan optimizar los recursos.

Los dos equipos trabajan en conjunto para obtener el “Pavimento asfáltico” usado para el tendido de carpetas asfálticas en las vías, a continuación, se describe la composición del producto final.

4.1.1.4. Descripción del producto

El producto denominado “Pavimento Asfáltico” se obtiene a partir de la mezcla de 50% Arena, 35% ($\frac{3}{4}$ pulg piedra) y 15% ($\frac{3}{8}$ pulg piedra) con un producto derivado de petróleo llamado comúnmente como betún asfáltico (AC-20).

4.1.1.5. Descripción de la materia prima

Para la obtención del pavimento asfáltico es necesario mantener las siguientes materias primas.

4.1.1.5.1. Arena

La arena constituye el 50% de la composición del producto final, motivo por el cual es un recurso que se debe tener siempre en stock.

Actualmente la Empresa mantiene deficiencia en el abastecimiento de la arena, puesto que la generada mediante el proceso de trituración solo aporta con un 15% del total necesario y no es suficiente, por lo cual deben recurrir a proveedores para lograr cumplir con la demanda.

4.1.1.5.2. Piedra

La piedra se utiliza en dos tamaños el de $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$ de pulgada, el mismo que se obtiene mediante la trituración.

4.1.1.5.3. Cemento asfáltico

El cemento asfáltico se utiliza de acuerdo a su composición y viscosidad a 60 °C, Pascal Segundo (Pa/s) basada en la NTE INEN 2515, en este caso la Empresa utiliza un betún de grado AC-20 que representa el grado de penetración comprendidos de 200 dmm a 20 dmm, el mismo que se trae desde la Refinería Esmeraldas y se almacena en un tanque que tiene la capacidad de 10 000 galones.

4.1.1.5.3. Combustible

El combustible que se usa para el quemador es el diésel, el mismo que se encuentra almacenado en un tanque con capacidad de 10 000 galones y su principal función es calentar los agregados hasta una temperatura no mayor a 170° C.

Una vez conocido la materia prima a continuación se analiza la capacidad productiva de la planta mezcladora de asfalto.

4.1.1.6. Capacidad productiva

La capacidad productiva de la planta mezcladora de asfalto es una variable que depende de la organización de los recursos (Mano de obra, materiales y maquinarias) y de la planificación vial que se lleve de acuerdo a la preparación del terreno en el cual se va a tender la carpeta asfáltica.

Dichos factores afectan de manera directa en el manejo eficiente de la planta mezcladora de asfalto, generando un aumento del coste de producción, debido a que no todos los días se produce lo necesario como para compensar los costes originados por el uso deficiente de la planta.

A continuación, se presenta el detalle de la capacidad de producción que actualmente es utilizada en la planta mezcladora de Asfalto

Tabla 6. Capacidad de producción de la Planta mezcladora de Asfalto

Máquina	Capacidad producción (Ton/h)	Grado de Eficiencia	Rendimiento de la línea	Horas de trabajo	Capacidad efectiva (Ton)	Promedio Producción Actual (Ton)	Porcentaje utilizado
Mezcladora de agregados	120	75%	95%	8	684	331,45	48,46%
Trituradora	120	85%	95%	8	775.2	435,32	56,16%

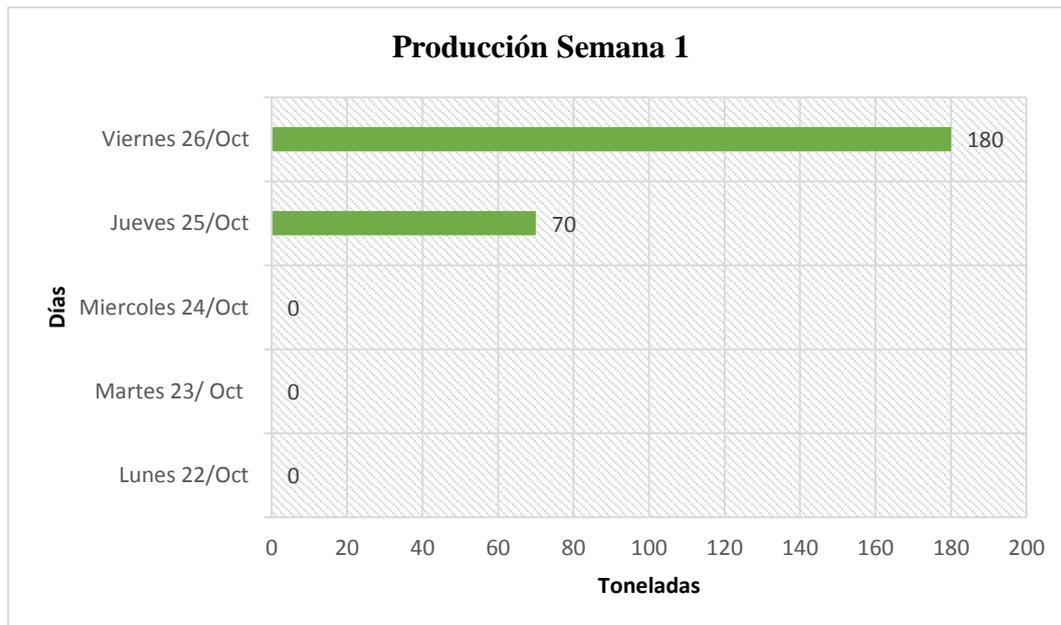
Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

A continuación, se presenta el análisis realizado mediante los históricos de 6 semanas de producción iniciando desde el jueves 25 de Octubre del 2018 y culminado el domingo 09 de diciembre del 2018.

La gráfica que se muestra a continuación representa la producción obtenida en la primera semana.

Gráfico 3. Detalle de producción semana 1



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

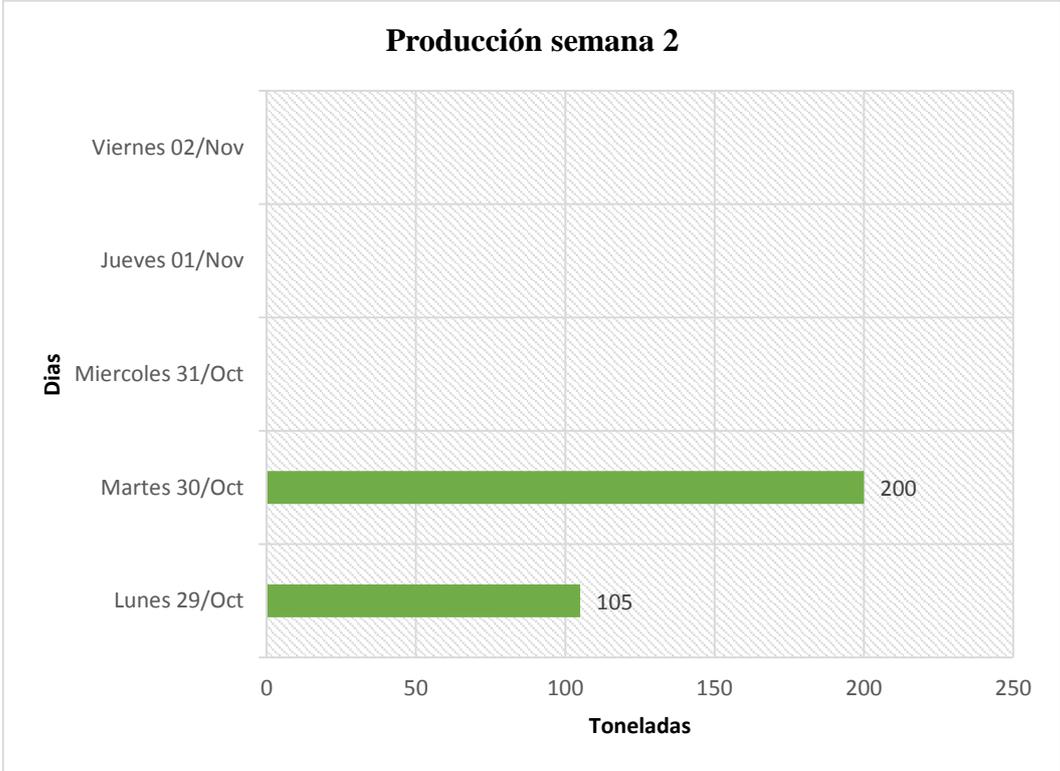
Según se puede apreciar en la gráfica, durante la indicada semana se laboran dos días con una producción inestable en toneladas diarias.

La producción del día jueves 25 de octubre es el resultado del trabajo realizado por la mezcladora de agregados en 1 hora 08 minutos en jornada matutina., mientras que la producción del día viernes 26 de octubre se realiza en 2 horas y 50 minutos obteniendo 180 toneladas (**Ver anexo # 3**).

Esta producción se da debido a la falta de planificación en el abastecimiento de la materia prima.

A continuación, se presenta los valores obtenidos en la segunda semana de producción.

Gráfico 4. Detalle producción semana 2



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

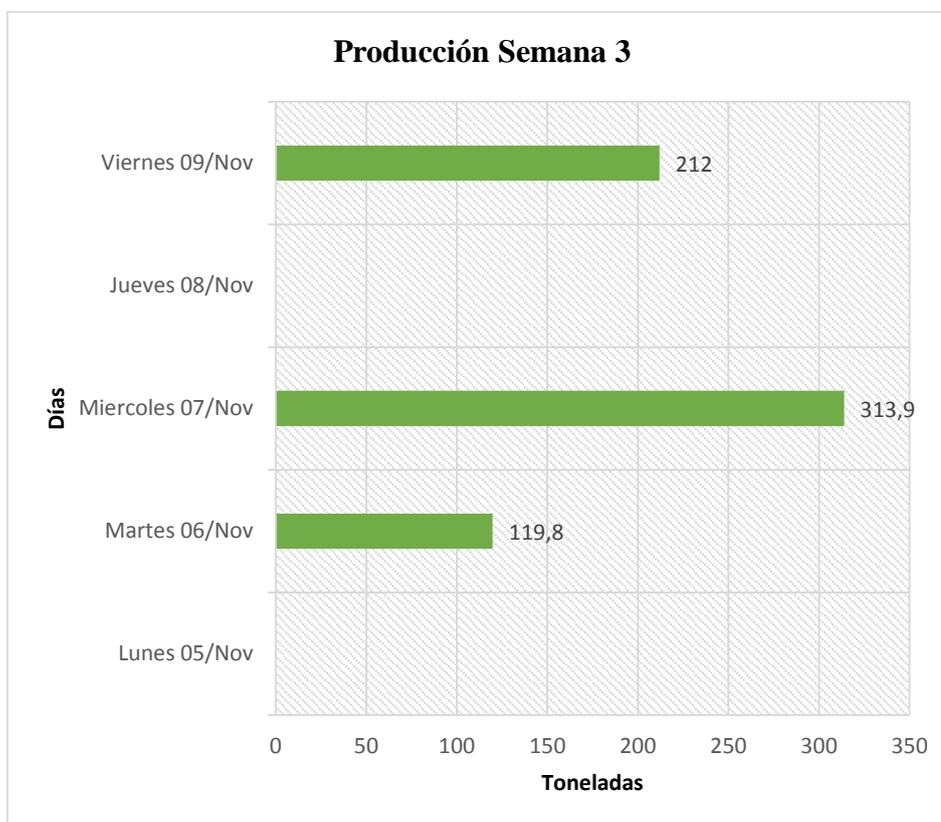
Elaborado por: Doicela G. (2019)

En el siguiente gráfico se puede observar que la producción se realiza los dos días de la semana, es así que el día lunes se obtiene un total de 105 toneladas con un tiempo de producción de 1 hora 43 minutos solo en jornada matutina, mientras que el martes se alcanza un total de 200 toneladas con un tiempo de producción de 3 horas con 28 minutos también en jornada matutina (Ver anexo # 3).

La variación de esta producción se genera por problemas de distribución de personal en planta y comunicación deficiente con los encargados de la preparación de la vía.

En el siguiente gráfico se presenta la producción de la tercera semana.

Gráfico 5. Detalle producción semana 3



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

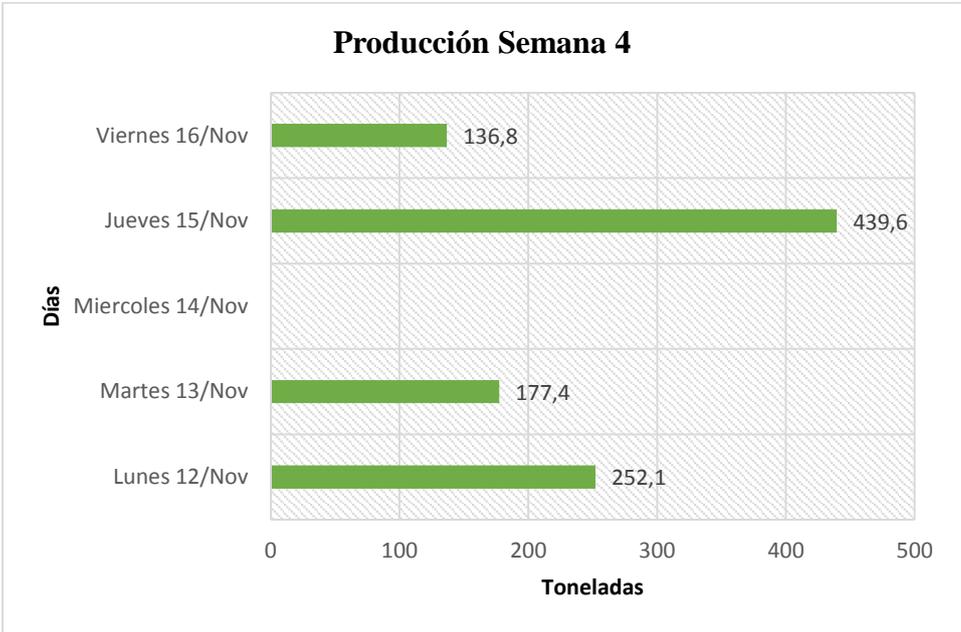
La producción para esta semana es irregular y los valores obtenidos no son estables en comparación entre los tres días que se produce, sin embargo, para el día miércoles 07 de noviembre se logra llegar a 313,9 toneladas con un tiempo de 05 horas y 08 minutos de mezcla constante (**Ver anexos # 4, 5 y 6**).

En referencia a este índice y considerando como la mejor producción de esta semana, se puede mencionar que existe la posibilidad de aumentar la producción si se logra mantener constante el flujo de materiales.

Cabe recalcar que el problema no es la demanda existente de cemento asfáltico, sino la inestable organización de los recursos y la planificación insuficiente generada por los directivos de las diferentes áreas que involucran la producción.

A continuación, se presenta la producción obtenida en la cuarta semana.

Gráfico 6. Detalle producción semana 4



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

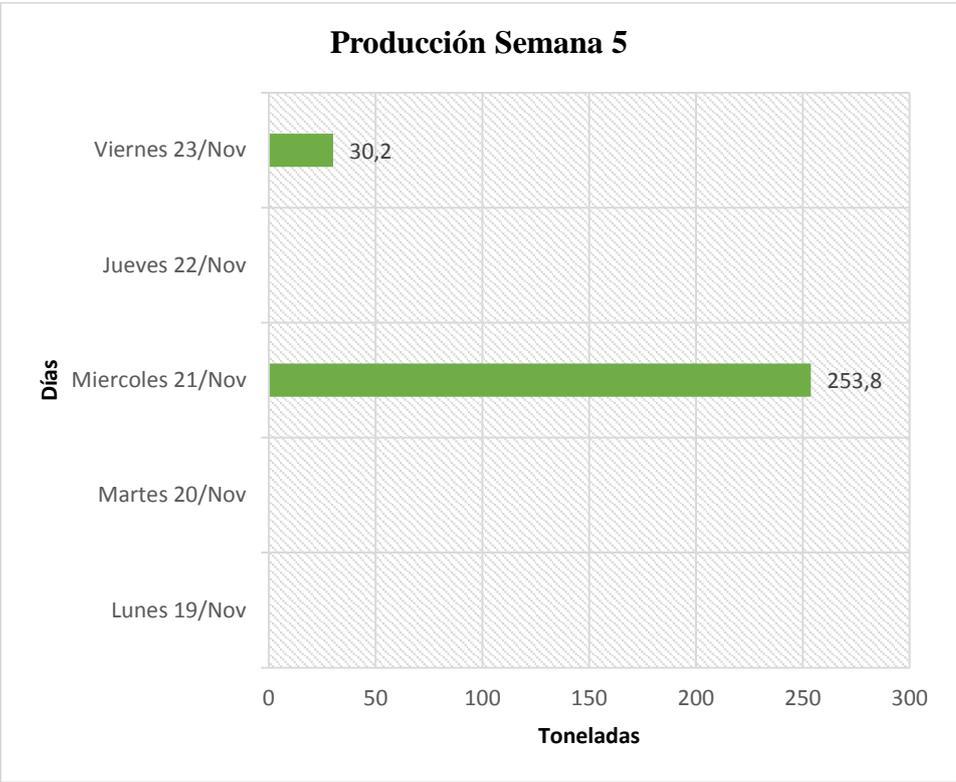
Elaborado por: Doicela G. (2019)

De acuerdo a la representación gráfica, se puede observar que existe variabilidad en la producción diaria, es así que para el día lunes se obtiene un total de 252,1 toneladas en un tiempo de 4 horas 36 minutos, para el martes se obtiene un total de 177,4 toneladas manufacturadas en un tiempo de 4 horas 05 minutos, para el día jueves se produce un total de 439,6 toneladas en un tiempo de 5 horas 17 minutos y para el día Viernes se obtiene 136,8 toneladas en un tiempo de manufactura de 1 hora 12 minutos (**Ver anexos # 7, 8, 9 y 10**) .

Existen alrededor de 16 horas a la semana que la planta mezcladora de asfalto no se encuentra procesando, debido a diversos factores como el insuficiente abastecimiento de la arena y el betún AC-20, motivo por el cual se considera necesario llevar un control de la materia prima existente y planificar la producción por semana en concordancia con el jefe de planeamiento y desarrollo vial, para aprovechar al máximo la capacidad de manufactura de la planta.

Continuando con el análisis se presenta la producción obtenida en la quinta semana.

Gráfico 7. Detalle producción semana 5



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

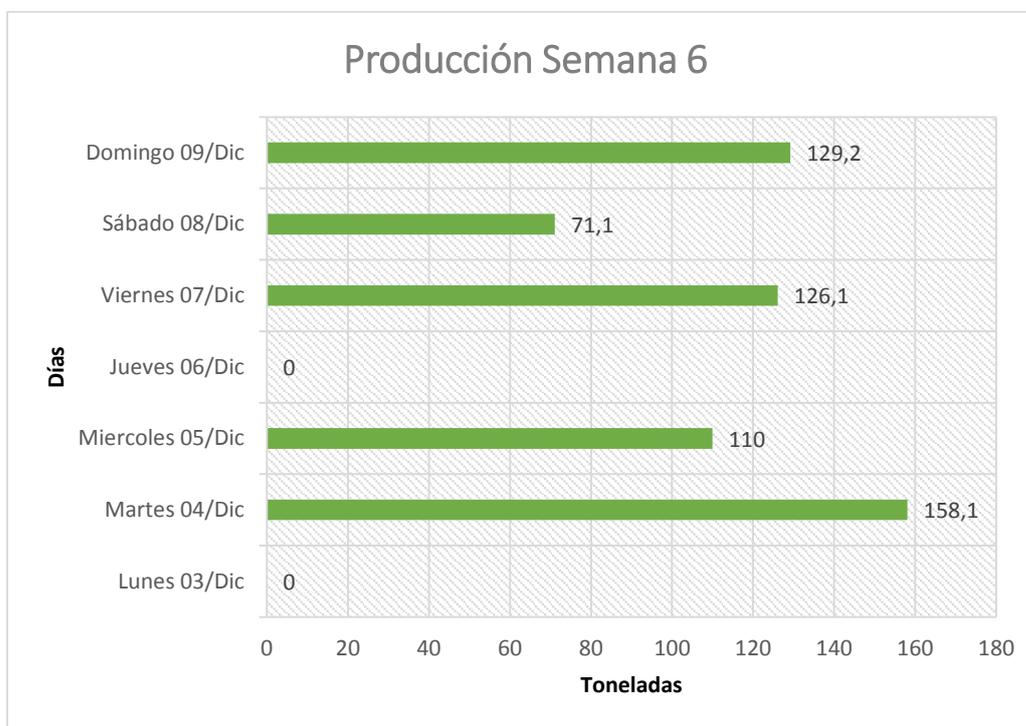
En la siguiente gráfica se puede observar que la producción presenta mucha inestabilidad, es así que para el día miércoles se alcanza un total de 253,8 toneladas en un tiempo de 2 horas 03 minutos y para el día viernes apenas 30,2 toneladas en un tiempo de 11 minutos (**Ver anexos # 11 y 12**).

En el transcurso de la semana en estudio, se paraliza la producción debido a que la demanda del cemento asfáltico es inestable, porque no existe terreno preparado para la impregnación de la capa asfáltica

Estos índices representan una visión clara de la deficiente utilización de la planta mezcladora de Asfalto, generando costes por mano de obra sin ser aprovechada en su totalidad.

En el siguiente gráfico se analiza la producción de la sexta semana

Gráfico 8. Detalle producción semana 6



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

En el gráfico se observa un referente positivo en comparación a las semanas anteriores, sin embargo, no es un modelo a seguir debido a que aún no existe optimización de los recursos (**Ver anexos # 13, 14, 15, 16 y 17**).

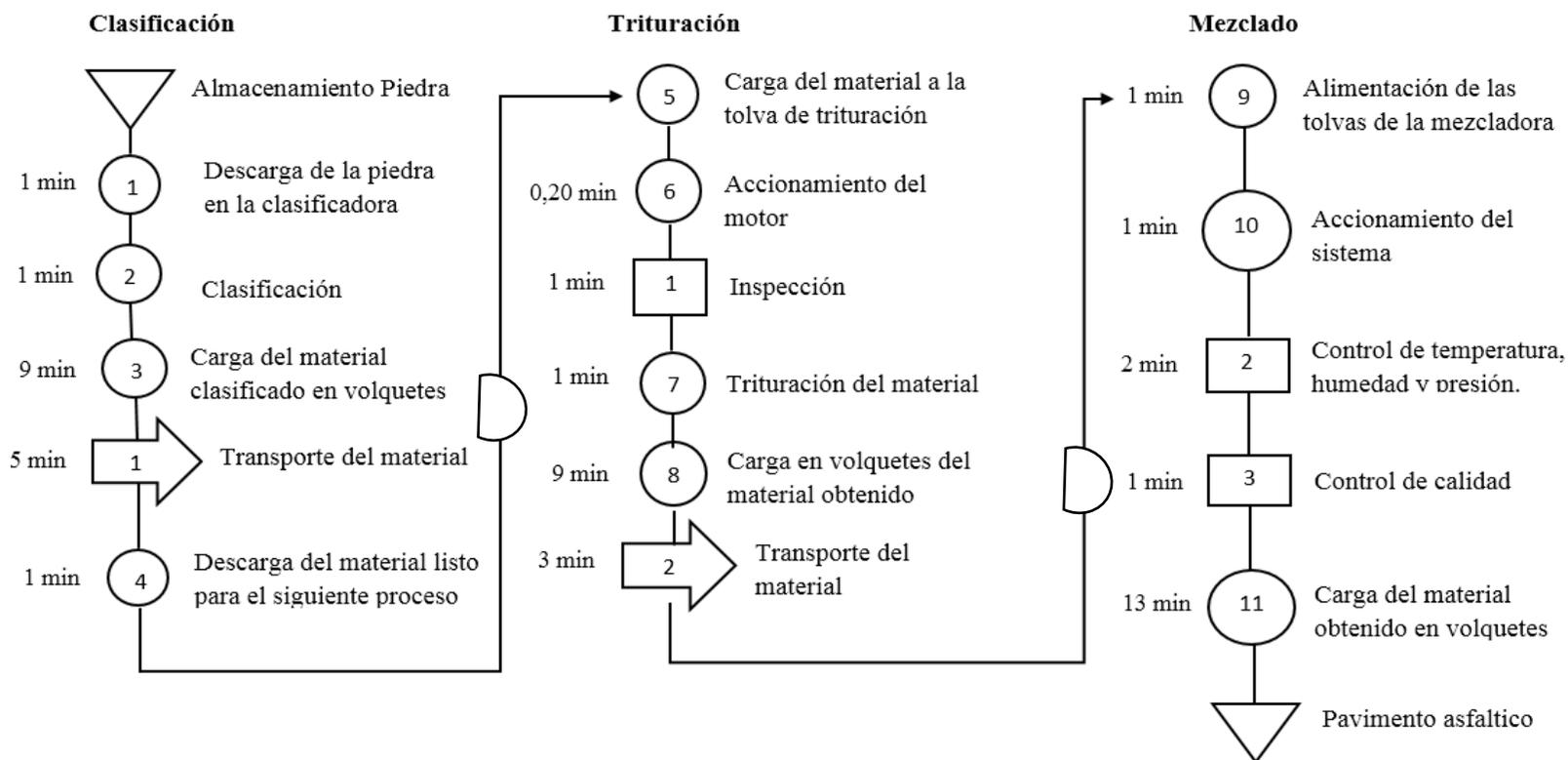
Según se puede observar en el gráfico, existen días que no se producen, esto se debe a la falta de materia prima en especial la arena.

Todos los valores representados en los gráficos anteriores demuestran que no existen sistemas de gestión de la producción que permitan optimizar las actividades, reducir los costes y aprovechar al máximo cada uno de los recursos empleados en el proceso productivo, haciendo imperioso el uso de un sistema eficiente que permita mejorar las metodologías y reducir costes de producción.

4.1.1.7. Proceso de producción de la planta mezcladora de asfalto

La producción del “pavimento asfáltico” se realiza de acuerdo con el siguiente diagrama de flujo del proceso.

Diagrama 4. Proceso de obtención del pavimento asfáltico



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Tabla 7. Resumen del diagrama de operaciones

Evento	Cantidad	Tiempo total (min)	Distancia (m)
Operación	11	37,2	-
Inspección	3	4,0	-
Demoras	2	8	
Transporte	2	8	300

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Doicela G. (2019)

El presente cuadro representa de forma detallada el número de operaciones, inspecciones y transporte que se realiza para la obtención del pavimento asfáltico siendo cada uno de ellos realizados de forma convencional sin el control técnico necesario, ni tampoco la utilización de métodos y técnicas que permitan aumentar la productividad de la Empresa.

4.1.1.8. Proceso de obtención del pavimento asfáltico

A continuación, se describen cada uno de los procesos necesarios para la obtención del pavimento asfáltico.

4.1.1.8.1. Almacenamiento de materia prima

La materia prima necesaria para producir pavimento asfáltico es la piedra, la misma que se encuentra almacenada a un costado de la planta y es extraída de canteras cercanas a la localidad.

4.1.1.8.2. Carga de materia prima en volquetes

La carga del material se realiza en volquetes de 6m³, 7m³ y 12m³ respectivamente y el tiempo que se demora en cargar es proporcional al volumen de carga de cada volquete.

4.1.1.8.3. Traslado del material a clasificación

Esta actividad se realiza de manera cíclica y con una distancia de 400 m aproximadamente desde el lugar de carga hasta el desalajo en la rampa de clasificación.

4.1.1.8.4. Clasificación del material

El proceso de clasificación se realiza en una zaranda ubicada en un lugar específico, del mismo que se obtiene dos tipos de material, por un lado, está la piedra grande y por otro la `piedra mediana.

4.1.1.8.5. Carga del material clasificado desde la zaranda hacia la tolva de trituración

Esta actividad se realiza con grandes desperdicios de tiempo debido a que primero se carga la piedra mediana en los volquetes para realizar un traslado de 80 metros y descargar en el área de triturado formando un almacenamiento temporal, luego por medio de una pala cargadora se realiza la actividad de carga en la tolva de trituración.

4.1.1.8.6. Carga de la materia prima en la tolva de trituración

Esta actividad se realiza con la ayuda de la pala cargadora, la misma que debe estar constantemente llenando la tolva para evitar que la trituradora opere sin material y por ende empiece a dañar los sistemas semiautomáticos.

4.1.1.8.7. Trituración del material

Esta actividad es semiautomática y utiliza un trituradora de mandíbula que alcanza una capacidad máxima de alimentación de 120 T/h con una producción constante el material triturado pasa a una banda transportadora que mediante una zaranda vibratoria clasifica el material en $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ y arena.

4.1.1.8.8. Carga del material triturado en volquetes

El material procesado es cargado en volquetes para trasladar al área de almacenamiento de agregados que se encuentra a 250 m aproximadamente desde el lugar de trituración.

4.1.1.8.9. Traslado y procesado de agregados en el tambor mezclador

Esta actividad se realiza con una pala cargadora que debe estar constantemente alimentando las tolvas del tambor mezclador mientras un operario controla la temperatura, humedad y composición del material que está siendo procesado en el interior del tambor.

4.1.1.8.10. Carga del material y traslado al lugar de abastecimiento

En esta actividad participan los volquetes de 12 m³ que son cargados de forma semiautomática desde el tambor mezclador para posteriormente trasladar el pavimento asfáltico hacia el lugar que se requiera.

Esta actividad es la última realizada en Planta de producción, posterior a ello el grupo de logística se encarga de trasladar el material hacia el lugar que se encuentre preparado para el tendido de la carpeta asfáltica.

Cabe recalcar que el material que se considera como producto final en la planta de producción, no puede ser trasladado a almacenamiento debido a que la composición del material hace que se seque cuando la temperatura desciende gradualmente, y por ello se recomienda llevar inmediatamente al lugar que va a ser aplicado.

4.1.1.9. Metodología de trabajo actual

El análisis de la forma de trabajo que actualmente maneja la planta mezcladora de asfalto tiene como finalidad identificar la manera que se administran los recursos en cada una de las áreas presentes en el proceso de producción, desde el ingreso de la materia prima hasta la entrega de producto al próximo proceso.

En este análisis se considera más importante el identificar cada una de las actividades improductivas que se generen ya sea en las operaciones, transporte, inspección y almacenamiento, en busca de implementar metodologías de mejora o eliminación de aquellas actividades que generan costes.

Conociendo el proceso de producción a continuación se realiza el análisis mediante el uso de un Cursograma analítico

4.1.1.10. Cursograma analítico del proceso de clasificación de materia prima

Diagrama 5. Cursograma del proceso de clasificación de materia prima

CURSOGRAMA ANALITICO				Operario/Material/Equipo					
Diagrama N°	1	Hoja 1	De 1	Resumen					
Producto: Piedra sin tratar				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Actividad: Clasificación				Operación	○	4			
				Inspección	□	-			
				Demora	▷	-			
				Transporte	⇌	1			
				Almacenamiento	▽	-			
Método:	Actual			Distancia (mtrs)	50				
Lugar:	Planta mezcladora de Asfalto			Tiempo minutos	18				
N° Operarios	Ficha N°			Costo					
Realizado por	Fecha			Mano de Obra					
Aprobado por	Fecha			Material					
				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	⇌	▷	□	▽	
Descarga del material en la clasificadora	12 m ³		2 min	●					
Clasificación	12 m ³		<u>1min</u>	●					
Carga del material clasificado en volquete	12 m ³		9 min	●					
Transporte del material	12 m ³	50 m	5 min	●					
Descarga del material listo para el proceso consecuente	12 m ³		1 min	●					

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

En el presente Cursograma analítico se puede observar que las 4 operaciones y el transporte se realizan en un tiempo aproximado de 18 minutos, dicho resultado puede variar porque no se utiliza un tamaño estándar de volquetes para el transporte de materiales, además sino se organiza de manera correcta el transporte del material se genera un cuello de botella en la rampa de clasificación presentando desequilibrio en el flujo normal de la materia prima y por ende retrasando el proceso consecuente.

A continuación, se presenta el análisis del proceso de trituración de la materia prima

4.1.1.11. Cursograma analítico para el proceso de Trituración

Diagrama 6. Cursograma del proceso de trituración

CURSOGRAMA ANALITICO				Operario/Material/Equipo					
Diagrama N°	2	Hoja 2	De 2	Resumen					
Producto: Piedra clasificada				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
				Operación ○	4				
Actividad: Trituración de la piedra				Inspección □	1				
				Demora ▷	-				
Método: Actual				Transporte ⇨	1				
				Almacenamiento ▽	-				
Lugar: Planta mezcladora de Asfalto				Distancia (mtrs)	250				
N° Operarios	Fecha			Tiempo minutos	14,20				
Realizado por	Fecha			Costo					
Aprobado por	Fecha			Mano de Obra					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Material					
				TOTAL					
				Actividad					
				○	⇨	▷	□	▽	OBSERVACIONES
Carga del material a la tolva de trituración			<u>Const</u>	●					La carga del material debe ser constante y no interrumpir
Accionamiento de motor			0,20 min	●					
Inspección			1 min				●		
Trituración del material	0,87 ton		1 min	●					
Carga en volquetes del material obtenido	12 m³		9 min	●					
Trasporte del material al área de almacenamiento	12 m³	250 m	3 min	●					

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

En esta representación se observa cuatro operaciones, una inspección y transporte, los mismos que se desarrollan en un tiempo estimado de 14, 20 minutos por cada 0,87 toneladas procesadas aproximadamente, cabe destacar que de este proceso se obtiene tres tipos de materia prima como son la piedra triturada de $\frac{3}{4}$, la de $\frac{3}{8}$ y la arena. Con frecuencia ese tiempo es variable ya que depende en gran proporción de la organización de la máquina encargada de alimentar la tolva y actualmente no se presenta mejoras en este proceso y muchas veces la máquina trituradora detiene su producción con apenas una hora de funcionamiento.

Del mismo modo a continuación se analiza el proceso de mezclado de agregados

4.1.1.12. Cursograma analítico para el proceso de Mezclado de agregado

Diagrama 7. Cursograma del proceso de mezclado

CURSOGRAMA ANALITICO				Operario/Material/Equipo			
Diagrama N°	3	Hoja 3	De 3	Resumen			
Producto: Piedra 3/8, ¾ arena				Actividad	Actual	Propuesto	Economía
				Operación	○	3	
Actividad: Mezcla de agregados				Inspección	□	2	
				Demora	▷	-	
				Transporte	⇔	-	
Método: Actual				Almacenamiento	▽	-	
				Distancia (mtrs)	-		
Lugar: Planta mezcladora de Asfalto				Tiempo minutos	18		
				Costo			
N° Operarios	Ficha N°			Mano de Obra			
Realizado por		Fecha		Material			
Aprobado por		Fecha		TOTAL			
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad			OBSERVACIONES
				○	⇔	▷	
Alimentación de las tolvas de la mezcladora	0,87 ton		1 min	●			
Accionamiento del sistema	0,87 ton		1 min	●			
Control de temperatura, humedad y presión			2 min			●	
Inspección y control de calidad			1 min			●	
Carga del material obtenido en volquetes	12 m³		13 min	●			

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

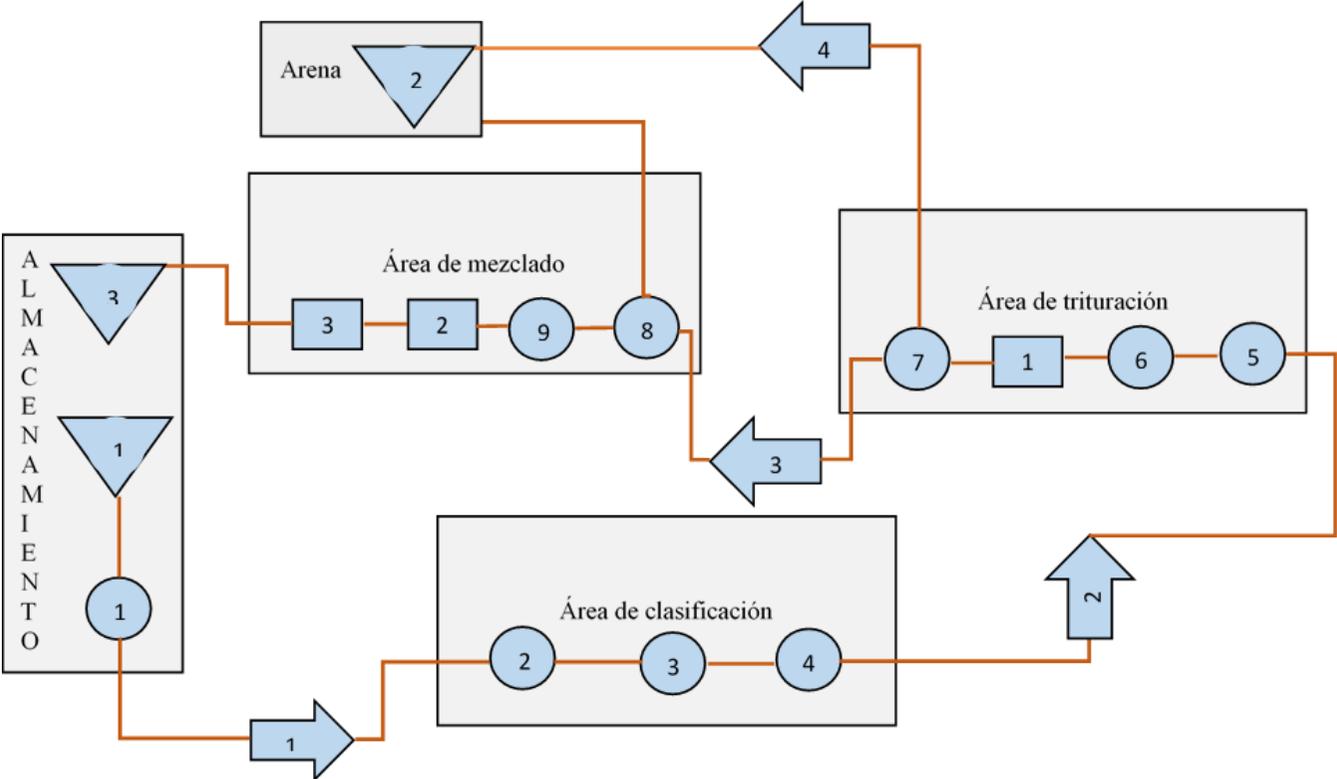
Elaborado por: Doicela G. (2019)

Para el proceso de mezclado se realizan tres operaciones y dos inspecciones en un tiempo aproximado de 18 minutos por cada 0,87 toneladas aproximadamente, la alimentación del tambor debe ser constante porque al ser una mezcladora continua significa que sus sistemas deben estar correctamente sincronizados para evitar todo tipo de desperdicios y desperfectos en el producto final.

Cabe destacar que este proceso actualmente tampoco es aprovechado de manera eficiente debido a que muchas veces se quedan sin materia prima y se ven obligados a detener la producción.

4.1.1.13. Diagrama de recorrido actual

Gráfico 9. Representación del diagrama de recorrido actual



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)
Elaborado por: Doicela G. (2019)

Distribución de planta actual

La distribución actual presenta algunas dificultades en el flujo normal de las actividades tales como:

- Existen distancias muy largas entre las diferentes áreas, lo cual produce dificultad en los abastecimientos.
- No tiene parqueaderos para vehículos livianos, los mismos que actualmente se estacionan al costado de las vías interrumpiendo el paso normal de las maquinarias que constantemente están en tránsito, además se corre el riesgo de producir algún daño al vehículo estacionado.
- Las instalaciones no cuentan con baterías sanitarias
- No presentan vías definidas para el transporte de materias primas hacia el siguiente proceso.
- Existen dos caminos de acceso a las instalaciones, de los cuales solamente uno está controlado por personal de seguridad.
- El personal de seguridad no cuenta con espacios adecuados para realizar su trabajo
- No existe un lugar adecuado para que el personal administrativo pueda realizar sus labores directamente desde la planta.
- El almacenamiento de materia prima se encuentra muy distante al área que lo requiere.

A continuación, se detalla el diseño de la distribución de planta actual.

Distribución de planta propuesta

En la nueva distribución se propone:

- Reducir las distancias de 50 metros a 10 metros entre el área de clasificación y el área de trituración, del mismo modo las distancias entre el área de trituración y mezclado que actualmente es de 250 metros a 100 metros mediante la reubicación de la trituradora móvil.
- Implementar un parqueadero para vehículos livianos dentro de un área adecuada y libre de riesgos.
- La construcción de baterías sanitarias
- Construcción de una oficina y una garita para los guardias de seguridad, permitiendo de esta manera manejar un control eficiente de la Planta.
- Utilizar solamente un acceso a la Planta y cerrar el otro que actualmente existe.
- Almacenar la materia prima cerca del proceso que lo requiera.
- Especificar las rutas por las cuales deben transitar los volquetes al llevar materia prima a las diferentes áreas.

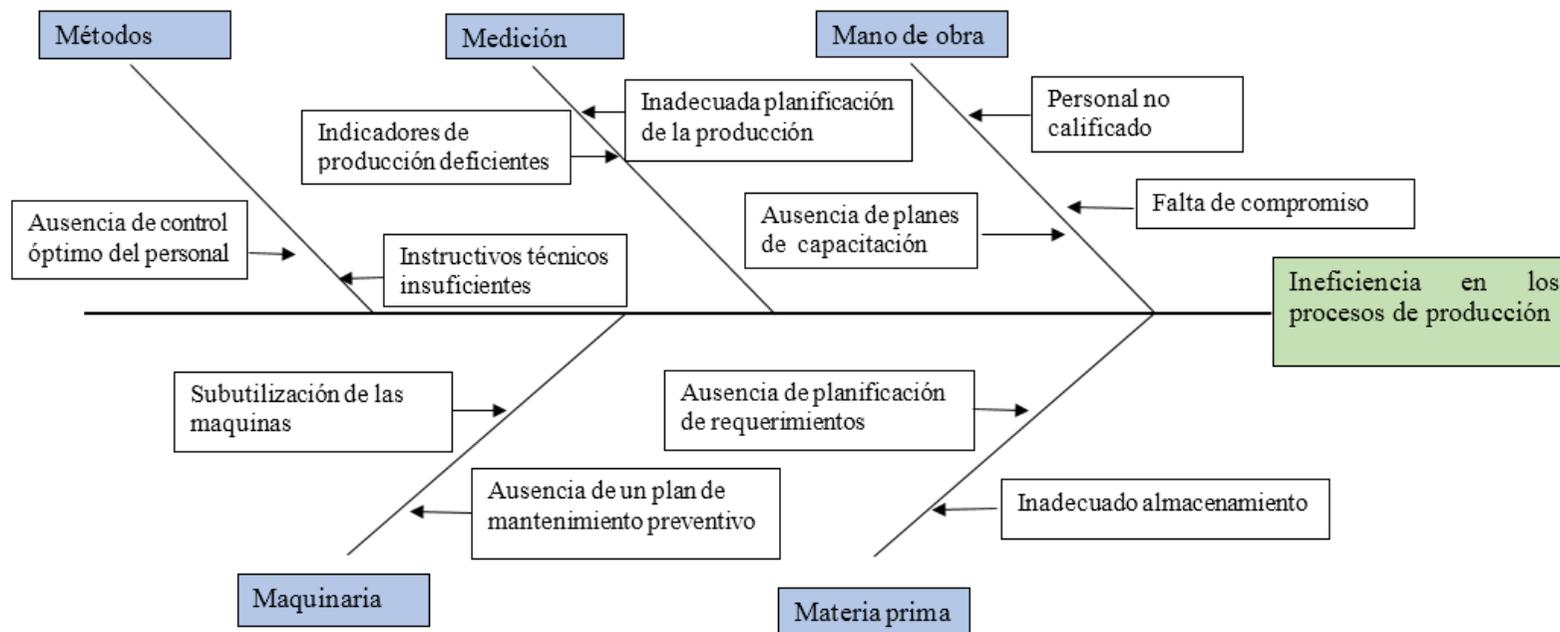
La distribución propuesta se realiza en base al modelo de gestión de la producción que se pretende implementar en la planta mezcladora de Asfalto, con lo cual se espera obtener un flujo normal de las actividades.

A continuación, se detalla el diseño de la distribución de planta propuesto

4.1.2. Identificación de problemas que inciden directamente en el proceso de producción

Para identificar las causas que generan problemas e inciden directamente en el proceso de producción de la planta mezcladora de asfalto se realiza el análisis mediante el presente diagrama.

Diagrama 8. Diagrama Ishikawa



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

En el siguiente cuadro se analiza las causas, los efectos y se presenta las metodologías de mejora.

Tabla 8. Causas, Efectos y métodos de mejora de los problemas encontrados

Descripción	Causa	Efecto	Metodología de mejora	Observaciones
Mano de obra	Personal no calificado	Labores realizadas de forma empírica y de baja calidad.	Capacitación del personal mediante cursos dictados por profesionales.	
	Falta de compromiso	Tiempos improductivos y altos costes de mano de obra.	Incentivos y bonificaciones a los colaboradores que se destaquen en su labor.	
	Ausencia de planes de capacitación	Personal sin el conocimiento necesario para rendir en su jornada	Planificación de capacitaciones de forma trimestral o mensual, según sea el caso	
Medición	Inadecuada planificación de la producción	Incumplimiento con las ordenes de producción	Realizar una planificación de la producción basado en las necesidades o según la demanda.	
	Indicadores de producción deficientes	No existen referencias que permita detectar los problemas y solucionar a tiempo.	Control de los indicadores de producción mediante la implementación de tarjetas Kanban	
	Ausencia de control óptimo del personal	Ausentismo de los colaboradores en horarios de trabajo.	Distribución del personal de acuerdo a sus capacidades.	

Métodos		Personal con mucho tiempo de ocio.	Organización de las tareas para que todos se mantengan ocupados durante la jornada laboral.	
	Instructivos técnicos deficientes	Mismas metodologías de producción sin oportunidad de mejora.	Realizar un manual de procedimientos mediante la aplicación de un modelo de gestión de la producción	
Maquinarias	Subutilización de las maquinas	Elevados costes Deficiencia en el uso de las máquinas	Organización de la producción mediante la aplicación del modelo de gestión Pull/Kanban	
	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo	Paralización de la producción en momentos menos esperados	Llevar un registro de las máquinas y equipos con el fin de aplicar mantenimientos preventivos	
Materia prima	Ausencia de planificación de requerimientos	Falta de materia prima y paralización de la producción.	Elaboración de planes de producción basado en requerimientos de materia prima	
	Inadecuado almacenamiento	Deterioro y pérdida de materia prima por causas naturales	Evitar almacenar grandes cantidades de materia prima mediante la implementación de la metodología Pull.	

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Para analizar los datos obtenidos de forma cuantitativa, a continuación se presenta la frecuencia de los principales problemas observados en la planta mezcladora de Asfalto.

4.1.2.1. Análisis mediante el diagrama de Pareto

Tabla 9. Datos recolectados para representar el diagrama de Pareto

Problemas	Datos (Frecuencia)
Trituradora sin utilizar	11
Mezclador sin utilizar	17
Paralización de la producción	9
Pedidos sin entregar a tiempo	4
Falta de materia prima	5
Material en proceso	10
Materia prima desperdiciada	3
Falta de comunicación	8
Ausentismo del personal	2

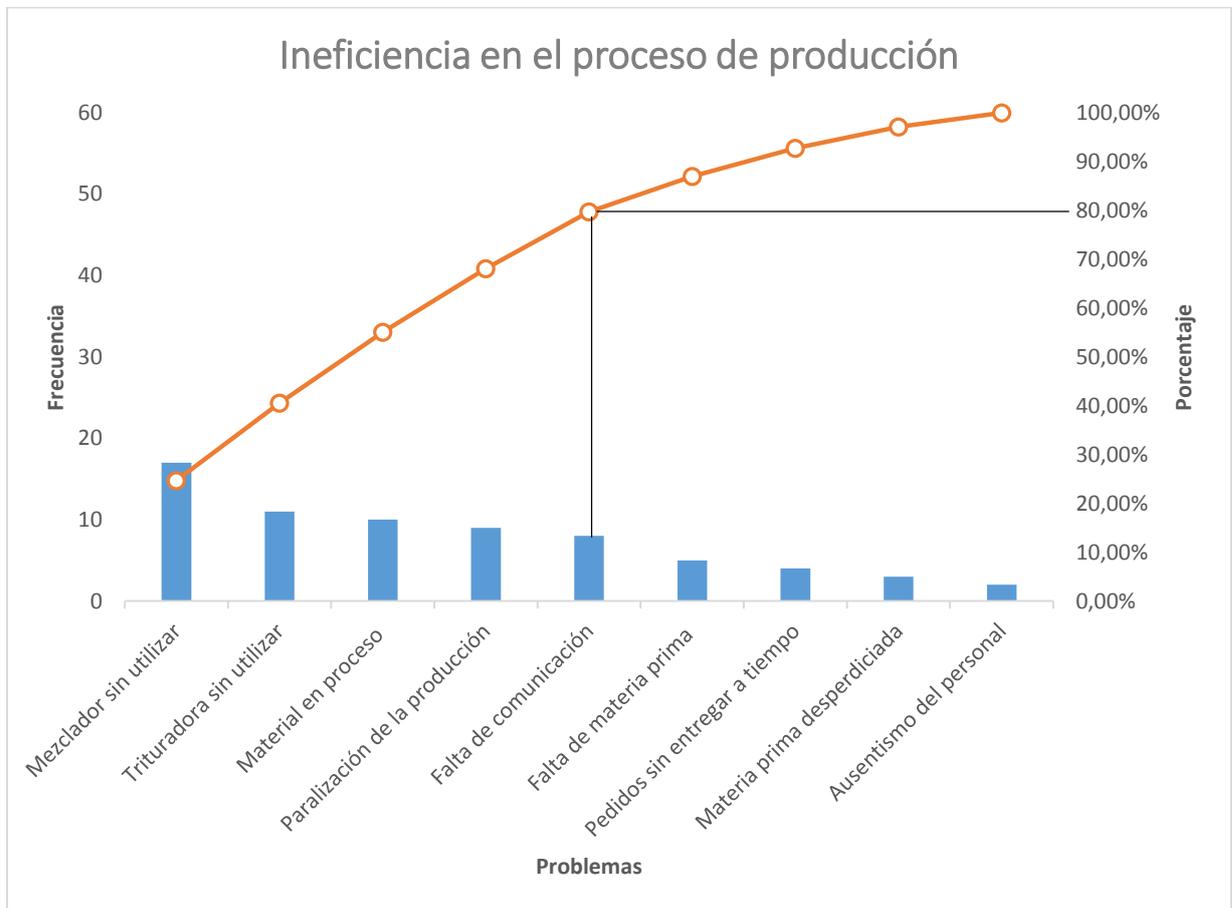
Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Los valores representados en la tabla indican la frecuencia de observaciones obtenidas durante las 6 semanas de producción de la Planta Mezcladora de Asfalto. (**Ver anexo 22**)

Representación gráfica de los principales problemas mediante el diagrama de Pareto.

Gráfico 10. Gráfica de Pareto



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Según el principio de Pareto en el siguiente gráfico se puede observar los elementos que son considerados relevantes y causantes del 80% de los problemas generados en la Planta mezcladora de asfalto, entre ellos se encuentran: La deficiente utilización del mezclador de agregados y la trituradora, la acumulación de material en proceso, paralizaciones de la producción y la falta de comunicación entre las áreas.

Estos problemas detectados son aquellos que se dan prioridad para solucionar mediante la implementación del modelo de gestión basado en el sistema Pull/Kanban

4.1.3. Propuesta para la implementación del sistema Pull/Kanban como herramienta para gestionar la producción y optimizar los procesos.

Una vez analizado el proceso de producción que actualmente maneja la Planta Mezcladora de Asfalto y revisado los problemas más frecuentes se procede a realizar la propuesta de implementación del sistema Pull/Kanban.

4.1.3.1. Disposiciones generales para la implementación

Es muy importante establecer ciertas recomendaciones antes de iniciar con la propuesta de implementación del sistema Pull/Kanban, con el fin de que las personas inmersas en el proceso participen activamente en los cambios que se realizarán, evitando todo tipo de controversias negativas a la propuesta.

- a) Todo el personal directivo debe conocer la nueva metodología de producción Pull/Kanban
- b) Se debe establecer un líder de proyecto que se encargue de la ejecución de cada una de las actividades mediante un cronograma establecido con el fin de asegurar el fiel cumplimiento del sistema.
- c) Se debe manejar un sistema de comunicación bidireccional y sensibilizar a todo el personal sobre la nueva propuesta, para eliminar la resistencia al cambio.
- d) Asegurar que todas las actividades propuestas para mejorar cuenten con los recursos necesarios y sobre todo que sean los adecuados.
- e) Estar preparados para enfrentar a ciertos paradigmas que surgirán con la implementación del nuevo sistema.
- f) Se debe fomentar el trabajo en equipo y buscar que los colaboradores se sientan comprometidos con la Empresa

g) Antes de empezar con la implementación del sistema propuesto se debe llevar a cabo una capacitación general sobre la metodología Pull/Kanban, con el fin de inducir a todos los involucrados sobre las ventajas que presenta el nuevo sistema y el alcance que tendrá el proyecto, el mismo que debe estar compuesto por las siguientes temáticas

- Definición Lean Manufacturing
- Concepto Kanban
- Definición de la metodología Pull
- Finalidades del Kanban
- Ventajas al aplicar Kanban (Reducción de tiempos de entrega, producir solo lo necesario, eliminar despilfarros, reducción de costes, organización de los recursos y control de la producción).
- Reglas del Kanban
- Tipos de tarjetas Kanban
- La forma de trabajar con Kanban
- Responsabilidad compartida e importancia del trabajo en equipo

4.1.3.2. Propuesta de implementación del sistema Pull/Kanban

A continuación, se presenta el manual de procedimientos aplicable al proceso de producción de la Planta Mezcladora de Asfalto.

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"		
	SISTEMA PULL/KANBAN	Hoja ____ de ____
		Realizado por:
		Aprobado por:
		Valido desde:
1. Propósito		
Implementar un modelo de gestión basado en el sistema Pull/Kanban en el proceso de producción, con la finalidad de reducir costes y aumentar la eficiencia.		
2. Alcance		
Incluye toda la logística de producción desde la obtención de la materia prima hasta la entrega del producto final “pavimento asfáltico”.		
3. Políticas para la implementación		
Para asegurar que la propuesta cumpla con los requerimientos y sea desarrollada con éxito se llevará a cabo de la siguiente manera:		
3.1. Reunión con el personal directivo involucrado en la Planta		
Para llevar a cabo esta actividad deberán estar presentes:		
<i>Continúa.....</i>		

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

El Primer personero Municipal (Alcalde)

El director de obras públicas

El director de Planeamiento y desarrollo vial

El jefe de Planta

La secretaria administrativa

El jefe de mantenimiento

Se puede optar por la presencia de otras personas que se consideren necesarias y participen en el primer proceso.

En esta reunión se realizará lo siguiente:

- Se presentará la propuesta de mejora basada en el sistema Pull/Kanban.
- Se dará a conocer los objetivos que pretende este sistema de producción.
- Se explicará la forma de trabajar con las tarjetas Kanban.
- Se explicará los beneficios que se obtiene al implementar este sistema.
- Se brindará apertura para receptar opiniones y criterios de los directivos.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.2. FASE 1. Entrenamiento del personal

3.2.1. Capacitación a los colaboradores de la Planta

Para cumplir la primera fase de la implementación es importante que los trabajadores conozcan el nuevo sistema, es por ello que se realizará una capacitación de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 10. Cronograma de capacitación para colaboradores

<i>Tema</i>	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
<i>Principios Lean</i>	X					
<i>Sistema Kanban</i>		X				
<i>Sistema Pull</i>		X				
<i>Ventajas al aplicar Kanban</i>			X			
<i>Reglas del Kanban</i>			X			
<i>Como emplear las tarjetas</i>				X		
<i>Donde ubicar las tarjetas</i>					X	
<i>Como interpretar la información contenida en las tarjetas</i>					X	
<i>Como llenar las tarjetas</i>						X

Elaborado por: Doicela G. (2019)

La capacitación realizada mediante el presente cronograma tendrá una duración de 1 hora por cada día laborable, con el fin de no interrumpir las jornadas.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.2.2. Selección de la persona idónea para la manipulación de las tarjetas Kanban

La persona seleccionada se encargará del traslado, operación y control de las tarjetas Kanban y será el responsable del funcionamiento eficiente del sistema, mismo que debe cumplir las siguientes actividades.

- Controlar que se cumplan todos los procedimientos del sistema Pull/Kanban de manera eficiente.
- Verificar que las tarjetas Kanban estén en los lugares correspondientes para asegurar la operación.
- Asegurar que todos los operadores estén familiarizados con el sistema Kanban y cumplan con los estándares fijados por la dirección.
- Realizar un seguimiento continuo con el fin de detectar fallas en el sistema e implementar estrategias de mejora.
- Contribuir con el desarrollo de la propuesta llevando un control de cada actividad mediante el uso de fichas.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.3. FASE 2. Implementación del sistema Pull/Kanban.

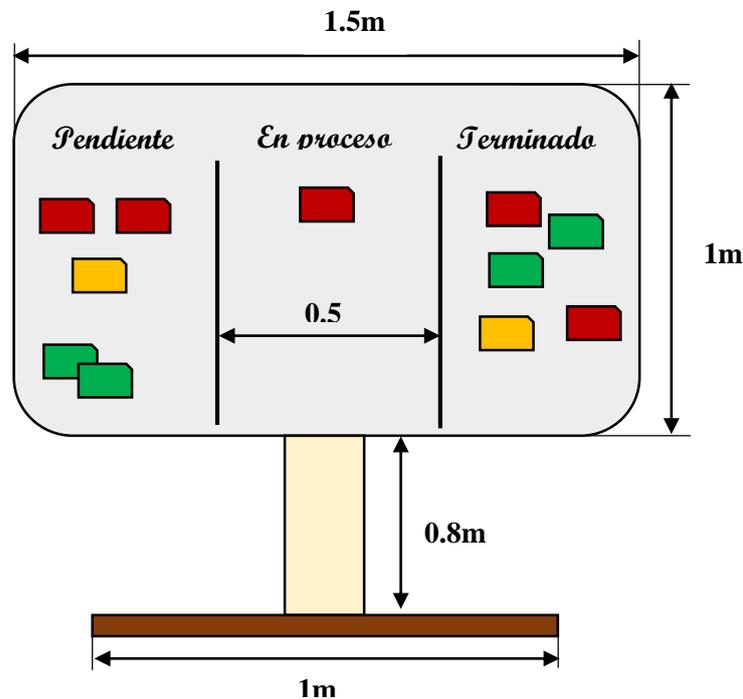
La implementación del sistema se llevará a cabo de la siguiente manera:

3.3.1. Diseño y ubicación del tablero Kanban

3.3.1.1. Diseño del tablero Kanban

El tablero Kanban constará de tres elementos importantes para el control del flujo normal de producción, así como se muestra a continuación.

Gráfico 11. Modelo de tablero Kanban



Elaborado por: Doicela G. (2019)

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

En este tablero las órdenes de producción seguirán la secuencia según la prioridad considerada por el jefe de Planta, para el efecto se tiene tres colores diferentes de tarjetas.

El color rojo solamente se utilizará en situaciones de emergencia, cuando el producto no haya sido entregado a tiempo por alguna anomalía en el proceso de producción.

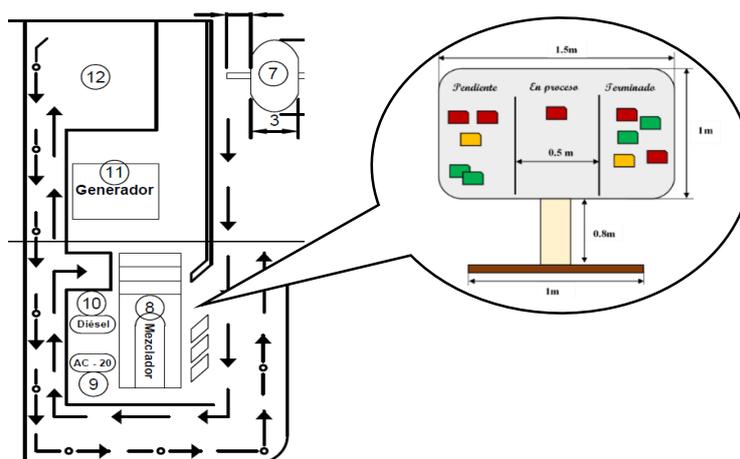
El color amarillo se utilizará en caso existir una demanda moderada de ciertos lotes de producción.

El color verde se utilizará como señal de una nueva orden de producción normal

3.3.1.2. Ubicación del tablero Kanban

El tablero Kanban estará ubicado junto a la mezcladora de agregados

Gráfico 12. Ubicación del tablero Kanban



Elaborado por: Doicela G. (2019)

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.3.2. Diseño de la tarjeta Kanban.

Durante el proceso de elaboración del cemento asfáltico se emplearán dos tipos de tarjetas Kanban.

Tarjetas Kanban de producción y de proveedores.

3.3.2.1. Tarjeta Kanban para producción.

La tarjeta Kanban de producción deberá llevar como requisitos mínimos lo siguiente:

- ✓ Un código identificador
- ✓ El número de tarjeta
- ✓ Nombre del producto requerido
- ✓ Cantidad requerida
- ✓ El Área de producción
- ✓ Punto de reorden

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

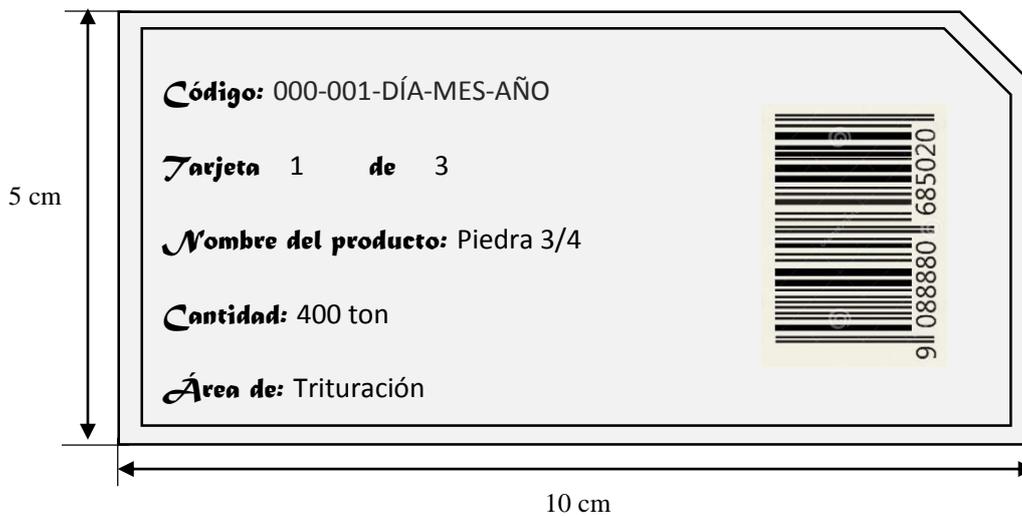
Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

A continuación, se detalla un modelo de tarjeta Kanban de producción.

Gráfico 13. Diseño tarjeta Kanban



Elaborado por: Doicela G. (2019)

Esta tarjeta se utilizará para ejecutar la producción en las diferentes áreas, según los requerimientos de la demanda.

3.3.2.1. Tarjeta Kanban para proveedor

Esta tarjeta llevará los siguientes requerimientos:

- ✓ Código de producto
- ✓ Descripción del producto
- ✓ Unidad de medida
- ✓ Lugar de almacenamiento
- ✓ Vendedor

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

✓ Telf.. vendedor

✓ Cod.vendedor

A continuación, se presenta el modelo de tarjeta que se utilizará para proveedores.

Gráfico 14. Diseño Tarjeta Kanban para proveedor

Código: 000-001-LOTE-FECHA-DÍA-AÑO	Kanban 01 de 03
Descripción: Betún AC-20	
Cantidad: 10 000 Galones	
Lugar de almacenamiento: Junto al mezclador	
Vendedor: Petroecuador EP	
Tlf. vendedor: 282 7648	

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Esta tarjeta se empleará para controlar el aprovisionamiento de las materias primas tales como:

- Combustible
- Betún AC-20
- Arena

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.3.3. Funcionamiento del tablero Kanban y sus tarjetas

Para la ejecución de las tarjetas Kanban de producción se llevará a cabo de la siguiente manera:

- El tablero Kanban y sus tarjetas iniciaran el funcionamiento cuando el jefe de planta reciba los pedidos y genere las órdenes de producción, colocándolos de acuerdo a la prioridad (**Ver anexo 23**).
- El encargado Kanban procederá a distribuir las tarjetas a cada una de las áreas para que los operadores inicien las actividades.
- El original de la tarjeta se quedará en el tablero principal, mientras que una copia se trasladará a las áreas correspondientes.
- Según el avance de que tenga la producción las tarjetas se moverán en el tablero
- Cuando el lote de producción haya finalizado, la tarjeta del tablero se moverá a la columna “Terminado”, mientras que la copia se trasladará al área de almacenamiento temporal.
- Se debe tener en cuenta que cada área solo puede procesar una tarjeta Kanban a la vez.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

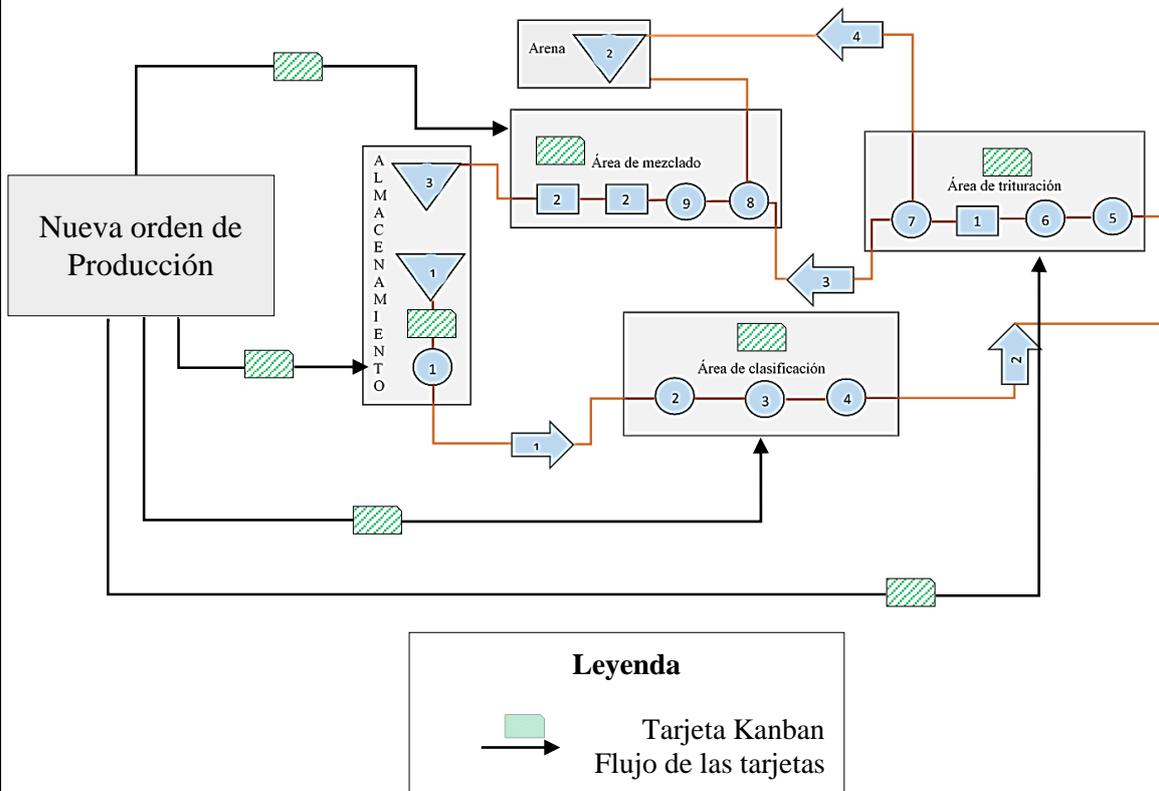
Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

El funcionamiento del tablero Kanban de producción se realizará de acuerdo al siguiente diagrama.

Diagrama 9. Flujo de tarjetas Kanban de producción



Elaborado por: Doicela G. (2019)

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

Para asegurar que la implementación de esta fase sea un éxito es necesario poner en conocimiento de los operarios las siguientes reglas:

Regla N° 1.- El Kanban solo debe moverse cuando la cantidad descrita en la tarjeta haya sido completada.

Regla N° 2.- No se permitirá retirar material sin un Kanban

Regla N° 3.- La cantidad de material enviada al siguiente proceso debe ser exactamente lo solicitado en la tarjeta.

Regla N° 4.- No se debe enviar material defectuoso al siguiente proceso

Regla N° 5.- El Kanban debe ser procesado de manera inmediata cuando el material llega a cada centro de trabajo.

3.3.4. Para la ejecución de las tarjetas de proveedores se procederá de la siguiente manera:

- La tarjeta Kanban de proveedor se activará una vez que el consumo de la materia prima llegue al punto de reorden asignado.
- El encargado de las tarjetas Kanban emitirá la orden de abastecimiento según la demanda de producción que exista.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

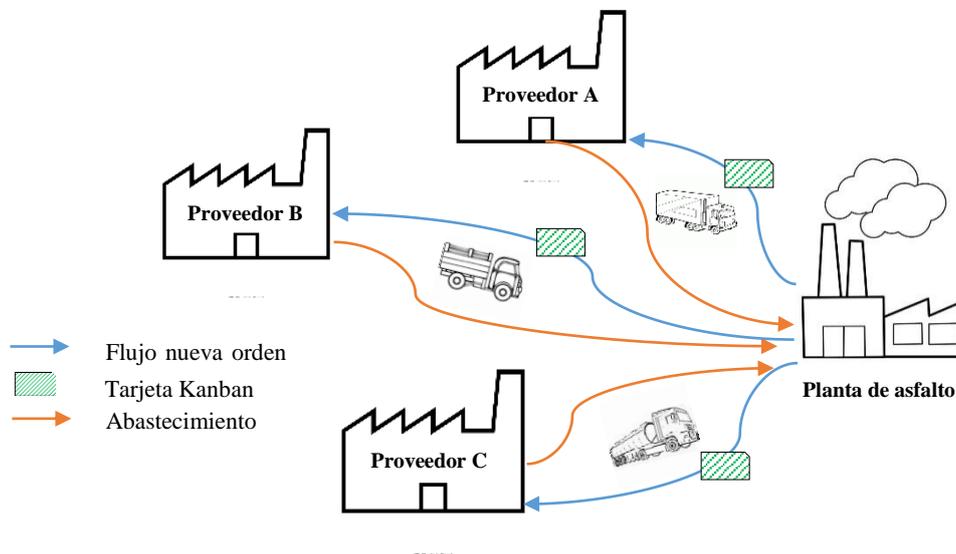
Aprobado por:

Valido desde:

- Cada proveedor recibirá las tarjetas y emitirá el material solicitado.
- Cada proveedor se encargará de ubicar el producto solicitado, en el lugar que se encuentra marcado en la tarjeta.
- El encargado Kanban verificará el abastecimiento y validará la materia prima.

El abastecimiento de materia prima se realizará de acuerdo al siguiente diagrama:

Diagrama 10. Flujo de tarjetas Kanban de proveedor



Elaborado por: Doicela G. (2019)

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.4. FASE 3. Implementar Kanban en las áreas restantes

Luego de haber implementado en las áreas de clasificación y trituración, y sabiendo que el grupo de colaboradores y operadores dominan el sistema, se procede a implementar en la área restante, que en este caso corresponde al área de mezclado de agregados, en el cual se concentra todo el trabajo realizado anteriormente (**Ver anexo 24**).

El responsable de llevar la implementación del sistema Kanban realizará esta última fase siempre y cuando esté seguro de que todos los colaboradores dominan el sistema y tiene claro el funcionamiento, caso contrario debe cumplir con las capacitaciones señaladas anteriormente en el apartado 1 de la presente guía.

En esta fase se empleará la misma metodología explicada en la primera aplicación

El encargado Kanban debe llevar un control basado en los resultados obtenidos de la primera implementación con el fin de identificar falencias en el sistema y tomar medidas correctivas de manera inmediata.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.5. FASE 4. Revisión del sistema Kanban

La revisión constante del sistema es muy importante porque permitirán identificar los problemas e inconformidades generadas durante la aplicación y a su vez plantear soluciones inmediatas siguiendo las presentes recomendaciones:

- Realizar reuniones de trabajo con los operarios de cada área para analizar las dificultades presentadas.
- Proponer soluciones efectivas encaminadas a la mejora del sistema.
- Escuchar las opiniones de los operadores e incentivar a la participación activa en la solución de problemas.
- Encargar a los operarios el respectivo control del sistema cumpliendo a cabalidad con lo propuesto en la presente guía.
- Realizar el seguimiento correspondiente en base a datos históricos con el fin de mejorar la organización de la producción.

Continúa.....

PLANTA MEZCLADORA DE ASFALTO GAD MUNICIPAL "LA MANÁ"



SISTEMA PULL/KANBAN

Hoja ____ de ____

Realizado por:

Aprobado por:

Valido desde:

3.5.1. Resultados esperados después de la implementación

Una vez implementado el sistema Kanban y tras un riguroso control, se pretende obtener múltiples beneficios que compensen la inversión realizada por el GAD Municipal y por ende lograr los objetivos planteados.

Algunos beneficios que se pretende conseguir se detallan a continuación:

- Reducir los tiempos improductivos.
- Reducir el material en proceso
- Reducción de costes de almacenamiento
- Evitar el desperdicio de materia prima
- Fomentar el trabajo en equipo
- Proveer de información oportuna y verídica
- Los operarios programen su línea de producción
- Optimización de todos los recursos
- Mejor organización
- Factor humano comprometido con el desarrollo de la empresa
- Planificación de la producción acorde a las necesidades, para evitar el costo excesivo de material en proceso.
- Indicadores de producción en cada uno de los procesos para identificar el aprovechamiento máximo y minimizar los tiempos improductivos.
- Producir solo lo necesario

Fin.....

4.2. Discusión

Discusión de las condiciones actuales de producción en la planta mezcladora de Asfalto.

Según los Autores **Carballosa, Guitart, & Baraza , (2015)**, la planificación es el paso previo a la ejecución y control de la producción y supone establecer y valorar las actuaciones necesarias para alcanzar los objetivos fijados. En relación con el sistema de operaciones, requiere anticipar las decisiones que se deben adoptar tratando de optimizar los recursos productivos necesarios. Debe dar respuesta a la pregunta de cómo ajustar las capacidades del sistema productivo a la demanda. En general la demanda no se ajustara exactamente a nuestra capacidad productiva, ya que es habitual que tengamos periodos de tiempo con exceso de capacidad (más recursos productivos que los estrictamente necesarios) y otros periodos con falta de recursos productivos (capacidad inferior a la demanda). La planificación debe tratar de encontrar la manera más económica de igualar la capacidad productiva a la demanda.

De acuerdo a los análisis realizados en la Planta mezcladora de asfalto los problemas frecuentes de paralización de la producción se da, debido a la falta de planificación de la jornada laboral y a la ausencia de metodologías de mejora, que permitan optimizar las actividades desarrolladas en cada área, por ende existen máquinas que solamente procesan dos o tres días a la semana y los colaboradores pasan ese tiempo en muchas ocasiones sin realizar ninguna actividad a la espera de alguna orden de producción.

Discusión del resultado de las causas que generan problemas en la producción de cemento asfáltico.

Según **Físico, (2016)** en su libro titulado “Economía de la empresa” menciona que, la productividad depende de la formación de los trabajadores, la experiencia que tengan en el desempeño de sus funciones, la maquinaria que se tenga al alcance, la inversión que se haya hechos en bienes de capital y la motivación que exista para cada colaborador, menciona entre ellos: sueldo, formación, promoción, expectativas de continuidad en la empresa, reconocimiento al trabajo bien hecho, etc.

Los problemas detectados en la Planta mezcladora de asfalto se centra en la parte operativa, es decir que no se toma en cuenta la gran responsabilidad que tiene el Jefe de planta, el mismo que para cumplir sus funciones de forma eficiente debe estar capacitado y poseer los conocimientos necesarios para direccionar a los colaboradores hacia el objetivo, sin embargo el GAD (Gobierno autónomo descentralizado) La Maná no pone énfasis en este aspecto y mantiene en el cargo a personas que no cumplen con el perfil profesional para dirigir este tipo de plantas productivas. Debido a aquello se genera inestabilidad en todo el flujo normal de producción generando pérdidas de tiempo y dinero mal invertido.

Discusión del resultado de la implementación del modelo System Pull/Kanban en el proceso de producción de cemento asfáltico.

Para Cuatrecasas L. , (2012) el sistema Kanban es un elemento primordial para implementar la operativa *pull*, cuyo objetivo fundamental es obtener lo que se precisa, en la cantidad y momento justos en que se necesitan (Just in time); además en un sistema de producción precedido por la programación de series cortas de producción con una variedad más o menos grande de modalidades de productos, tiene que hacerse de forma ágil, rápida, frecuente y fiable; ello puede, en efecto, lograrse con el sistema de tarjeta (que es lo que significa Kanban en la cultura japonesa). En definitiva, es un sistema de transmisión de órdenes de producción y ordenes de recogida de materiales y productos de los proveedores y líneas de producción, en la clase, cantidad y momento que se precisan (pág. 202).

La implementación del sistema Pull/Kanban en la planta mezcladora de asfalto ayudará al jefe de planta a realizar la organización de los recursos según las ordenes de producción que exista diariamente y a través de una planificación estratégica con el uso de las tarjetas Kanban se logrará optimizar cada actividad desarrollada en la planta permitiendo de esta manera cumplir con la demanda en el momento preciso.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Una vez analizado los datos obtenidos del proceso de producción de la Planta mezcladora de asfalto se determina que actualmente solo se aprovechan el 48,46% de la capacidad instalada de la mezcladora de agregados, del mismo modo según el análisis mediante el uso del Cursograma analítico se determina que las distancias que existen entre las diferentes operaciones son extensas y generan dificultades en el flujo normal de las actividades dentro de la planta.
- Los problemas más frecuentes según el análisis de Pareto se deben a la falta de conocimiento técnico en estrategias de mejora, lo cual lleva a la deficiente organización y planificación de cada día laborable, trayendo como consecuencia paradas imprevistas en las máquinas y por ende suspensión de las actividades normales, además la comunicación con las otras áreas encargadas de planeamiento y desarrollo vial es muy importante para desarrollar las actividades de forma eficiente y mancomunada, debido a que son ellos los que generan las órdenes de producción, indicando la cantidad que se requiere del material que se produce en la Planta.
- La implementación de sistema Pull/Kanban es una propuesta que busca mejorar las metodologías que se han manejado hasta la actualidad permitiendo mejorar el uso de todos los recursos disponibles, mediante la aplicación de tarjetas visuales que ayuden a controlar el flujo normal de la producción de acuerdo a las órdenes de trabajo y así lograr entregar el producto terminado en el momento requerido.

5.2. Recomendaciones

- La administración municipal encargada de la gestión y funcionamiento de la planta mezcladora de asfalto deberá mantener un control de la producción en cada una de las áreas, verificando oportunidades de mejora y aprovechando toda la capacidad productiva de la planta sin dejar de lado el cumplimiento de estándares de calidad que garantice un producto óptimo y duradero.
- Poner al cargo de la planta a personas que estén aptos y capacitados para el manejo eficiente en la administración de recursos y capacitar a los colaboradores con el fin de crear un equipo sólido de personas comprometidas con el desarrollo sostenible de la empresa.
- La implementación de este modelo de gestión de la producción basado en el sistema Pull/Kanban es exigente en la organización, por lo cual es indispensable que el encargado de la Planta mezcladora de asfalto cumpla a cabalidad los parámetros establecidos en la presente guía, para lograr los objetivos deseados y de ésta manera contribuir con el crecimiento eficiente de la Empresa.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Carreras y J. Sánchez, Lean Manufacturing, La evidencia de una necesidad, Madrid: Diaz de santos, 2010.
- [2] G. Baca, M. Cruz, M. Cristóbal, G. Baca , J. Gutiérrez , A. Pacheco, Á. Rivera, I. Rivera y M. Obregón, Introducción a la Ingeniería Industrial, Mexico: Patria, 2014.
- [3] J. Lopez, + Productividad, Estados Unidos: Palibrio LLC, 2013.
- [4] J. Anaya, Organización de la producción Industrial, España: ESIC, 2016.
- [5] A. Castro, Planificación y gestión de la demanda, España: Elearning S.L, 2014.
- [6] J. Anaya , Organización de la Producción Industrial, Madrid: ESIC, 2016.
- [7] M. González, Gestión de la producción: Como planificar y controlar la producción industrial, España: Ideaspropias, 2006.
- [8] L. Hernández, Técnicas Logísticas para innovar, planificar y gestionar, Barcelona España: Marge books, 2016.
- [9] J. Analaya, Logistica Integral: La gestión operativa de la empresa, Madrid: ESIC, 2015.
- [10] S. Nahmias y T. Lennon, Production and Operations Analysis, United States: Wavelan Press, INC, 2015.
- [11] Y. Khojasteh, Production Control System, Japon : Springer , 2016.
- [12] R. Vallabhaneni, Focus Notes 2018, Alemania: Jhon Wiley&Sons, Inc, 2018.
- [13] J. Espinosa, Fundamentos básicos y guía en la construcción de carreteras, Santo Domingo : Conadex, 2016.
- [14] H. Rondón y F. Reyes, Pavimentos materiales, contrucción y diseño, Bogota: ECOE, 2015.
- [15] I. E. d. N. «NTE INEN 2515 Productos derivados de petróleo. Cemento asfáltico (Clasificación por viscosidad). Requisitos,» Quito, 2010.
- [16] R. Castrillón , E. Quispe, A. González, M. Urhán y D. Fandiño, Metodología para la implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2014.
- [17] A. Delers, EWI Principo de Pareto, 50minutos.es, 2016.
- [18] R. Madrigal, Control estadistico de la calidad, México: Patria, 2018.
- [19] J. González, Gestión y Logística del matenimeionto de vehículos, San Vicente (Alicante): ECU, 2013.

- [20] R. Huertas y R. Domínguez, Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios turísticas, Barcelona: Publicacions i Edicions, 2015.
- [21] J. Cortés, Sistemas de Gestión de Calidad, España: ICB Editores, 2017.
- [22] L. Cuatrecasas, Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban, Madrid: Díaz de Santos, 2012.
- [23] R. Chase, R. Jacobs y N. Aquilano , Administración de operaciones Producción y cadena de suministros, México: McGraw HILL, 2009.
- [24] R. Cabrera, Manual de Lean Manufacturing, 2014.
- [25] R. Cabrera , Lean Six Sigma TOC. Simplificado. PYMES.
- [26] M. S. J. Rajadell, Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad, España: Díaz de Santos, 2010.
- [27] J. M. A. Kanban: Y JUST IN TIME EN TOYOTA, España, 1998.
- [28] L. Cuatrecasas, Claves de Lean Management en tiempos de máxima competitividad, Profit, 2016.
- [29] Y. Khojasteh, Production Management, CRC Press, 2018.
- [30] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción, Barcelona: Profit editorial, 2009.
- [31] I. F. D. Gleim, Gleim CMA Review Part 1 Financial Reporting, Planning, Performance and Control, Florida: Gleim publicatios, Inc., 2016.
- [32] J. I. P. Lee, Administración de Operaciones, estrategia y análisis, 5ta. edición, México: Pearson Educación, 2000.
- [33] A. Carballosa, L. Guitart y X. Baraza , Dirección de Operaciones, Barcelona: UOC, 2015.
- [34] M. Físico, Economía de la Empresa, España: Editex S.A., 2016.
- [35] L. Cuatrecasas , Procesos en flujo Pull y gestión Lean, sistema Kanban, Madrid: Díaz de Santos, 2012.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo # 1. Planta de producción de cemento Asfáltico del GAD Municipal “La Maná”



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)
Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 2. Máquina móvil para el proceso de trituración de piedra



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)
Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 3. Producción de la Planta durante dos semanas

Día	Fecha	Producción Ton/día	N° Volquetes	
			Sencilla (7m ³)	Mulas (12m ³)
Jueves	25/10/2018	70	2	2
Viernes	26/10/2018	180	3	6
Lunes	29/10/2018	105	3	3
Martes	30/10/2018	200	4	7
TOTAL		555	12	18

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 4. Producción de la Planta el martes 06 de Noviembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton	Temperatura	Observaciones
			C°	
1378	09:37	38	142,1 °C	
1375	09:48	39,2	140,2 °C	
1351	09:56	13,9	142,0 °C	
1374	10:05	18,9	142,0 °C	
1350	10:19	9,8	142,0 °C	
TOTAL		119,8		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 5. Producción en Planta el día miércoles 07 de Noviembre 2018

Código	Hora	Prod.ton/día	Temperatura	Observaciones
1378	09:37	80,3	142,0 °C	
1375	09:48	40,3	142,0 °C	
1374	09:56	39,2	138,6 °C	
1350	10:05	22,2	142,1 °C	
1351	10:19	28,4	140,2 °C	
1375	14:25	20,1	142,0 °C	
1374	14:34	19,7	142,0 °C	
1378	14:45	19,0	142,0 °C	
1350	14:48	9,6	138,6 °C	
1351	14:57	15,0	142,1 °C	
1375	15:10	20,1	140,2 °C	
TOTAL		313,9		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 6. Producción en Planta del día viernes 09 de Noviembre 2018

Código	Hora	Prod_ton	Temperatura	Observaciones
1375	09:37	20,3	138,6 °C	
1374	09:48	18,8	142,1 °C	
1354	09:56	15,0	140,2 °C	
1351	10:05	17,1	142,0 °C	
1378	10:19	22,0	142,0 °C	
1375	14:14	20,9	138,6 °C	
1354	14:23	15,3	142,1 °C	
1376	14:36	22,7	140,2 °C	
1351	14:44	18,3	142,0 °C	
1378	15:00	21,5	142,0 °C	
1375	15:10	20,1	141,6 °C	
TOTAL		212,0		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 7. Producción en Planta el día Lunes 12 de Noviembre 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1378	08:25	18,2	140,2	
1376	08:42	16,3	143,1	
1374	08:55	18,8	144,3	
1350	09:04	13,7	145,1	
1351	09:07	5,4	142,2	
1375	09:19	18,5	144,9	
1378	13:59	22,5	147	
1376	14:13	20,7	143	
1374	14:26	21,6	145	
1350	14:32	10,7	139	
1375	14:49	23,1	142	
1378	16:37	20,9	146	
1376	16:50	21,4	140	
1374	17:04	20,3	142	
TOTAL		252,1		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 8. Producción en Planta el día martes 13 de Noviembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1378	07:48	21,1	139	
1374	08:01	21,5	141	
1376	08:20	20,7	140	
1350	08:30	9,8	148	
1354	10:58	16,0	147	
1378	11:12	20,7	140	
1350	11:17	10,1	145	
1376	11:28	18,3	141	
1374	11:40	20,3	147	
1375	11:53	18,9	148	
TOTAL		177,4		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 9. Producción en Planta el día Jueves 15 de Noviembre 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1378	09:27	22,4	148	
1376	09:38	20,4	149	
1375	09:50	19,2	149	
1351	10:00	15,9	143	
1350	10:08	12,1	142	
1353	10:17	17,5	143	
1354	10:28	18,7	145	
1378	13:25	23,0	146	
1376	13:35	20,7	141	
1374	13:48	22,1	147	
1375	14:01	22,4	146	
1378	14:23	22,9	141	
1353	14:32	15,2	143	
1350	14:43	12,4	145	
1376	14:55	19,0	149	
1354	15:05	13,6	148	
1374	15:16	22,2	144	
1375	15:30	21,7	145	
1351	15:41	17,0	143	
1378	15:55	21,3	141	
1353	16:02	15,3	143	
1376	16:15	21,1	140	
1350	16:23	10,6	147	
1354	16:32	12,9	140	
TOTAL		439,6		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)**Elaborado por:** Doicela G. (2019)

Anexo # 10. Producción en Planta en día viernes 16 de Noviembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1378	13:03	21,5	139	
1376	13:16	20,6	140	
1374	13:30	21,3	140	
1375	13:43	22,0	143	
1351	13:55	18,0	145	
1350	14:02	11,9	144	
1378	14:15	21,5	146	
TOTAL		136,8		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 11. Producción en Planta el día miércoles 21 de noviembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1354	08:39	18,1	142	
1376	08:51	20,4	148	
1374	09:05	22,5	147	
1378	09.19	21,6	145	
1351	09:31	16,6	148	
1350	09:37	13,7	145	
1375	09:52	21,1	149	
1354	14:27	18,3	136	
1376	14:40	22,0	134	
1374	14:52	20,1	135	
1378	15:09	18,5	134	
1375	15:19	22,9	135	
1351	15:27	18,0	136	
TOTAL		253,8		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 12. Producción en Planta el día Viernes 23 de Noviembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1378	13:21	17,1	139	
1376	13:32	13,1	135	
TOTAL		30,2		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 13. Producción en Planta el día martes 04 de Diciembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1375	10:43	23	139	
1374	10:56	21,7	135	
1378	11:10	23,0	137	
1376	11:24	23,5	140	
1351	11:35	15,7	136	
1378	14:23	18,7	140	
1376	14:31	16,5	144	
1374	14:42	16,0	140	
TOTAL		158,1		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 14. Producción en Planta el día miércoles 05 de Diciembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1375	10:31	23,1	136	
1378	10:44	21,6	135	
1376	10:59	22,4	134	
1374	11:14	23	135	
1375	11:27	19,9	137	
TOTAL		110		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 15. Producción en Planta el día viernes 07 de Diciembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1376	09:48	20,3	132	
1378	10:01	19,5	133	
1374	10:14	18,3	138	
1351	10:22	11,7	137	
1376	13:59	19,6	135	
1378	14:12	19,4	137	
1374	14:23	17,3	138	
TOTAL		126,1		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 16. Producción en Planta el día sábado 08 de Diciembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1376	08:45	19,2	138	
1378	08:57	18,9	139	
1374	09:08	18,7	139	
1351	09:17	14,3	140	
TOTAL		71,1		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 17. Producción en Planta el día domingo 09 de diciembre del 2018

Código	Hora	Prod_ton/día	Temperatura °C	Observaciones
1378	08:55	20,5	142	
1374	09:07	20,2	138	
1351	09:17	16,8	140	
1350	09.25	10,5	139	
1378	11.28	22,2	143	
1374	11:40	22,6	141	
1374	11:51	16,6	140	
TOTAL		129,2		

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 18. Maquinarias utilizadas en el proceso de producción de la Planta

Nº	Marca	Año/cód.	Volumen carga	Observaciones
1	HINO	2015	12,00 m ³	
2	HINO	2015	12,00 m ³	
3	HINO	2015	12,00 m ³	
4	HINO	2015	12,00 m ³	
5	WOLSVAGEN	2009	8 m ³	
6	HINO	2001	7 m ³	
7	HINO	1991	6,60 m ³	
8	KODIAK	05-08-001	5,29 m ³	
9	WOLSVAGEN	05-09-003	8 m ³	
10	WOLVAGEN	05-09-002	8 m ³	

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Palas Cargadoras

Nº	Marca	Año/cód.	Observaciones
1	LIUGONG	04-02-001	
2	DRESSER	04-42-002	
3	KOMATSU	WA320-6	

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Excavadoras

Nº	Marca	Año/cód.	Observaciones
1	LIU GONG	04-44-001	
3	KOMATSU	SAA6D107E-1	Nº MOTOR

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Tractor

N°	Marca	Año/cód.	Observaciones
1	KOMATSU	SAA6D114E3	N° MOTOR

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 19. Cálculo del tiempo medio de operación en el proceso de Clasificación

		Hoja de resumen estudio de tiempos												
Departamento	Producción										Estudio N°	1		
Operación	Clasificación de Piedra sin tratar										Hoja N°	1	de	1
											Término	26/11/2019		
Instalación/Máquina	Clasificadora (caída por gravedad 15 m de altura)										Comienzo	25/10/2019		
											Tiempo trsns			
Heramientas y calibradores											Operario			
Metodo utilizado	Cronómetro	Piezas/Unidad			1 volqueta						Observado por:	Doicela Guido		
Producto/Pieza	Piedra	Número									Fecha			
Plano N°		Material			Piedra						Comprobado			
Número de observaciones (min)														
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Promedio	Tm (min)	
Descarga del material en la clasificadora	2	3	1	2	3	2	2	2	1	2	20	2	2	
Clasificación	0,5	1	2	1	0,5	1	0,5	2	1	0,5	10	1	1	
Carga del material clasificado en Volquetes	8	9	9	10	8	10	9	8	9	10	90	9	9	
Trasporte del material	4	6	5	7	4	5	4	6	4	5	50	5	5	
Descarga del material	1	2	0,5	0,5	1	1	0,5	2	1	0,5	10	1	1	
											0	0	0	
											0	0	0	

Tm = Tiempo medio de operación

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 20. Cálculo del tiempo medio de operación en el proceso de mezclado

		Hoja de resumen de estudio de tiempos												
Departamento	Producción										Estudio N°	1		
Operación	Mezcla de agregados										Hoja N°	1	de	1
											Término	26/11/2019		
Instalación/Máquina	Mezclador móvil iNOVA										Comienzo	25/10/2019		
											Tiempo trsns			
Heramientas y calibradores											Operario			
Metodo utilizado	Cronómetro	Piezas/Unidad			0,87 ton						Ficha N°	3		
Producto/Pieza	Agregados y betún	Número									Observado po:	Doicela Guido		
Plano N°		Material			Agregados y betún						Fecha			
		Material									Comprobado			
Número de observaciones (min)														
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Promedio	Tm (min)	
Alimentación de las tolvas del mezclador	2	1	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	1	2	10	1	1	
Accionamiento del sistema	1	2	0,5	0,5	1	1	0,5	2	1	0,5	10	1	1	
Control de T, Presión y Humedad	2	3	1	2	3	2	2	2	1	2	20	2	2	
Inspección	0,5	1	0,5	2	1	1	0,5	2	1	0,5	10	1	1	
Caga del cemento asfáltico en volquetes	14	12	14	11	13	13	14	13	12	14	130	13	13	
											0	0	0	
											0	0	0	
											0	0	0	

Tm = Tiempo medio de operación

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

Anexo # 21. Cálculo del tiempo medio de operación en el proceso de trituración

		Hoja de resumen de estudio de tiempos												
Departamento	Producción										Estudio N°	1		
											Hoja N°	1	de	1
Operación	Trituración										Término	26/11/2019		
											Comienzo	25/10/2019		
Instalación/Máquina	Trituradora conica										Tiempo trsns			
											Operario			
Herramientas y calibradores											Ficha N°	2		
Metodo utilizado	Cronómetro	Piezas/Unidad			0,87 ton						Observado por:	Doicela Guido		
Producto/Pieza	Piedra	Número									Fecha			
Plano N°		Material			Piedra						Comprobado			
	Número de observaciones (min)													
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Promedio	Tm (min)	
Accionamiento del motor	0,1	0,15	0,7	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	2	0,2	0,2	
Inspección	0,5	1	2	1	0,5	1	0,5	2	1	0,5	10	1	1	
Trituración del material	2	1	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	1	2	10	1	1	
Carga en volquetes del producto obtenido	8	9	9	10	8	10	9	8	9	10	90	9	9	
Traslado del material a almacenamiento	4	2	3	3	4	3	2	2	4	3	30	3	3	
Descarga del material	1	2	0,5	0,5	1	1	0,5	2	1	0,5	10	1	1	
											0	0	0	
											0	0	0	
Tm = Tiempo medio de operación														

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

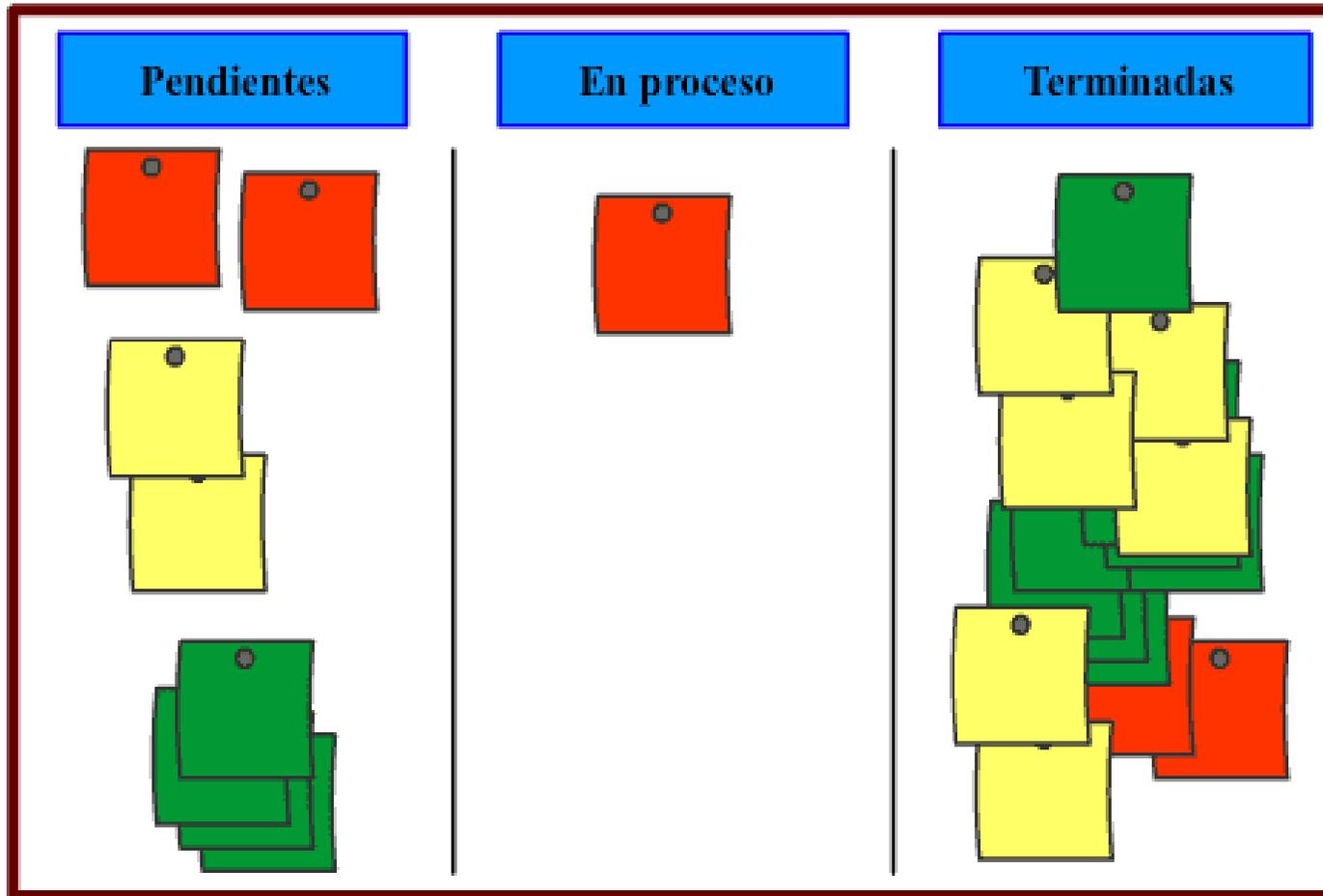
Anexo # 22. Frecuencia de los defectos observados en la Empresa

Departamento	Producción						
Empresa	Mezcladora de Asfalto						
Fecha de inicio	25-oct-18						
Fecha de finalización	09-dic-18						
Elaborado por:	Guido Doicela						
Detalle	Frecuencia						Total
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	
Trituradora sin utilizar	3	2	2	1	2	1	11
Mezclador sin utilizar	4	3	3	2	3	2	17
Paralización de la producción	2	3	1	1	2	–	9
Pedidos sin entregar a tiempo	1	–	2	–	1	–	4
Falta de materia prima	1	–	3	–	1	–	5
Material en proceso	2	1	3	–	3	1	10
Materia prima desperdiciada	1	–	1	–	1	–	3
Falta de comunicación	2	1	1	1	2	1	8
Ausentismo de personal	–	1	–	1	–	–	2

Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (**La Maná**)

Elaborado por: Doicela G. (2019)

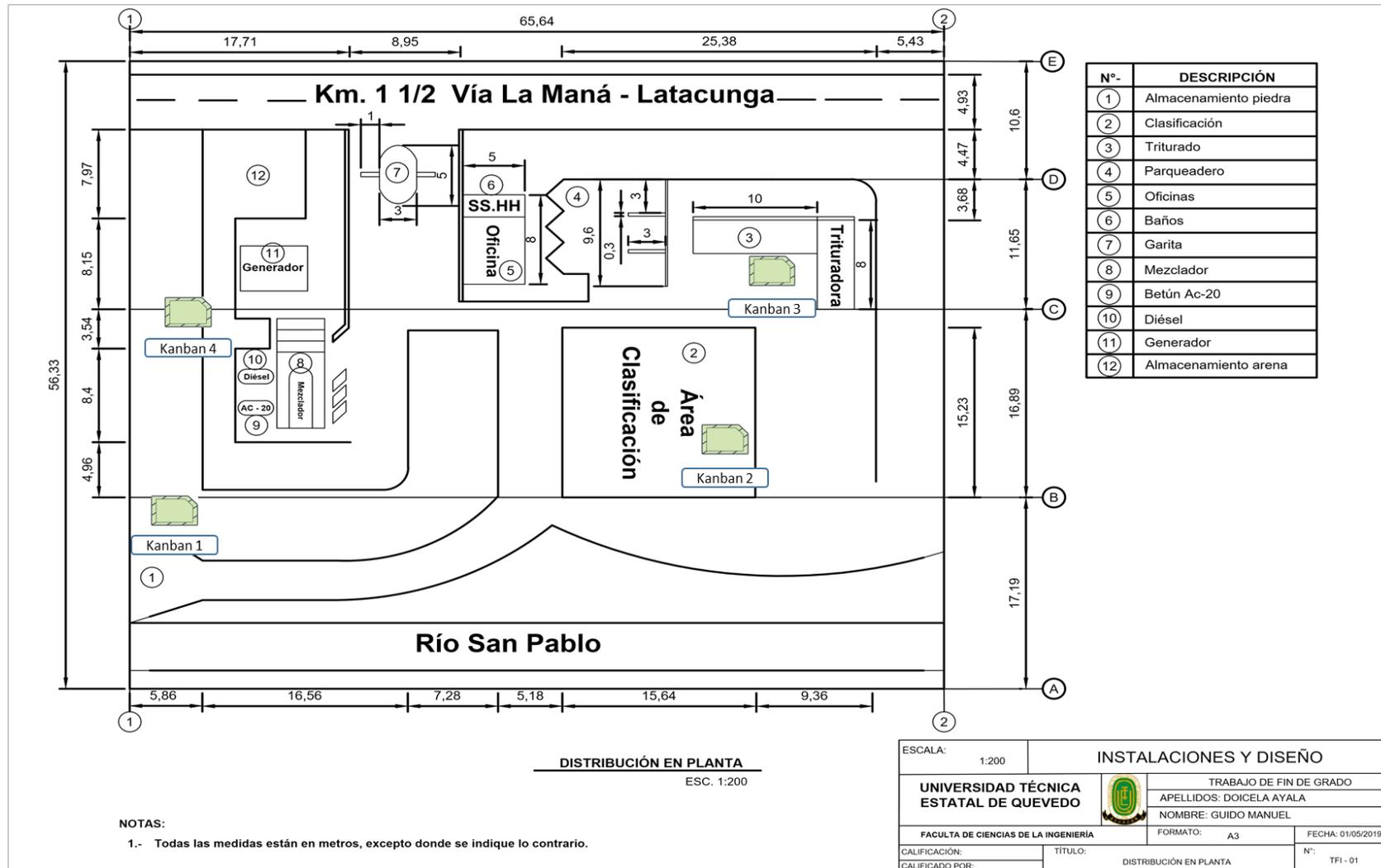
Anexo # 23. Modelo de tablero Kanban



Fuente: [31]

Autor: Moisés Alcocer

Anexo # 24. Ubicación de las tarjetas Kanban



Fuente: Planta de Asfalto GAD Municipal (La Maná)
Elaborado por: Doicela G. (2019)