

Luis Alexander Mejicanos Veliz

**PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”, EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA,
AMATITLÁN, GUATEMALA.**



Asesor General Metodológico:

Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Informe final de graduación

**PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”, EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA,
AMATITLÁN, GUATEMALA.**



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Luis Alexander Mejicanos Veliz

En el acto de investidura previo a su graduación como
Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Informe final de graduación

**PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”, EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA,
AMATITLÁN, GUATEMALA.**



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ing. Luis Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Este documento fue presentado por el autor, previo a obtener el título universitario en Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.



F-14-04-2020-15
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Experto Metodológico
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO
18.12.2020.276

El Evaluador Final del Trabajo de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala.

CONSIDERANDO:

Que el Metodólogo en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar Setenta y cinco (75) sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: "PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA "LEAN MANUFACTURING", EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA, AMATITLÁN, GUATEMALA." Formulado por Luis Alexander Mejicanos Veliz, carné 11-023-0279; inscrito en la facultad de ingeniería, de ésta universidad.
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 29 de diciembre de 2020


Pablo Ismael Carbajal Estevez
Ingeniero Ambiental
Experto Metodológico

Pablo Ismael Carbajal Estevez
Ingeniero Ambiental
Colegiado No. 6,493

F-14-04-2020-14
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Asesoría de tesis
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

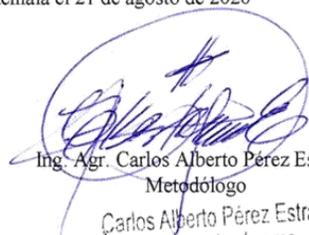
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativas aplicables,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo de graduación denominado: Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala., formulado por Luis Alexander Mejicanos Veliz titular del carné 11-023-0279 inscrito en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos que considere convenientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 21 de agosto de 2020


Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada
Metodólogo
Carlos Alberto Pérez Estrada
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 5487



F-18-06-2018-01
Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Carta de aprobación
Asesor General Metodológico
Guatemala, 25 de febrero de 2020

Asunto: Aprobación del informe final
de graduación y solicitud de conformación
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.", a cargo del estudiante: Luis Alexander Mejicanos Veliz; Carné: 11-023-0279; perteneciente al grupo 01-118-000-20; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.



Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada
Asesor General Metodológico
Carlos Alberto Pérez Estrada
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 5487

C.C. Archivo personal

Señor
Coordinador General
Programa de Graduación
Universidad Rural de Guatemala
Presente

<http://www.urural.edu.gt/>
Guatemala C.A.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta maravillosa etapa de mi vida, quiero extender mi más profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, quienes junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron motivo de inspiración, apoyo y fortaleza, sin la misericordia de Dios no hubiera sido posible iniciar este sueño, a mis padres Luis y Lucky, por haber forjado en mi una persona de valores y principios, con mucho cariño les dedico éste éxito en mi vida, a mis hermanos Danilo, Pablo, Wendy, Eliú y sobrinos Marcos, Alejandro y Ángel, sin su apoyo incondicional no hubiera sido posible la culminación de este sueño.

Muy especial a mi esposa Carina, tu ayuda a sido fundamental, has estado conmigo en la realización de este proyecto motivándome y apoyándome en todo momento, y a mi hija Carin, gracias a ustedes por demostrarme que el verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere.

PRÓLOGO

El trabajo de graduación “Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala”, fue realizado por el estudiante de ingeniería industrial, de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciados.

Los resultados de la investigación pueden aplicarse a otras empresas, también puede ser utilizado como fuente de consulta para estudiantes, y puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria.

PRESENTACIÓN

La presente propuesta plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, fue realizado para mejorar la productividad de la empresa, realizado por autor, estudiante de ingeniería industrial durante los meses de junio a diciembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de Licenciado.

El problema principal son deficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

De la investigación realizada por el autor estudiante de ingeniería industrial surgió una propuesta para poder solucionar el problema, de cual se componen por tres resultados

a) Elaboración anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa.

b) Programa de Capacitación.

c) Fortalecimiento de la unidad ejecutora.

Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1	Planteamiento del problema.....	01
I.2	Hipótesis.....	02
I.3	Objetivos.....	03
I.3.1	Objetivo general.....	03
I.3.2	Objetivo específico.....	03
I.4	Justificación.....	03
I.5	Metodología.....	04
I.5.1	Métodos.....	04
I.5.2	Técnicas.....	06
II.	MARCO TEÓRICO.....	09
II.1	Aspectos conceptuales.....	09
III.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	90
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
IV.1.1	Conclusiones.....	101
IV.1.2	Recomendaciones.....	102
	BIBLIOGRAFÍAS	
	ANEXOS.	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
08	Profesionales que indican que existe baja productividad en departamento de la empresa.....	91
09	Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad del departamento de operaciones.....	92
10	En cuántos kilogramos de residuo, cree que ha bajado la productividad del departamento de operaciones en el último año....	93
11	Causas de la baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.....	94
12	Posibilidad de incrementar la productividad del departamento de operaciones de la empresa.....	95
13	Conocimiento sí existe algún plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América.....	96
14	Necesidad de implementar un plan de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa, Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	97
15	Acciones a considerar al momento de implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en la empresa.....	98
16	La falta de plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing afecta la productividad del departamento de operaciones de la empresa.....	99
17	Planificación para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa.....	100

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
01	Profesionales que indican que existe baja productividad en departamento de la empresa.....	91
02	Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad del departamento de operaciones.....	92
03	En cuántos kilogramos de residuo, cree que ha bajado la productividad del departamento de operaciones en el último año....	93
04	Causas de la baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.....	94
05	Posibilidad de incrementar la productividad del departamento de operaciones de la empresa.....	95
06	Conocimiento sí existe algún plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América.....	96
07	Necesidad de implementar un plan de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa, Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	97
08	Acciones a considerar al momento de implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en la empresa.....	98
09	La falta de plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing afecta la productividad del departamento de operaciones de la empresa.....	99
10	Planificación para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa.....	100

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo de graduación “Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala”, fue realizado como requisito para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciado por la Universidad Rural de Guatemala.

Los resultados de la investigación también pueden aplicarse a otras empresas que deseen, también puede utilizarse como fuente de consulta para estudiantes y puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria.

El problema central de empresa Ecotermo de Centro América, ubicada en Amatitlán Guatemala, son las deficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones, durante los últimos cinco años.

En el presente trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis “La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing”.

I.1. Planteamiento del problema

En el año 2019 de no implementar la propuesta, continuará la baja productividad en el departamento de Operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala debido a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

El problema central del estudio es dirigido a las deficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Se considera que la hipótesis es la baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

El presente proyecto tendrá como objetivo general incrementar la productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, y al finalizar la implementación del proyecto se podrá contar con eficientes técnicas de manufactura.

I.2. Hipótesis

La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

¿La ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, ocasionan baja productividad, por deficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala?

I.3. Objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteado, fue posible la determinación y diagramación de objetivos del trabajo de graduación.

I.3.1. Objetivo General

Incrementar productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán Guatemala.

I.3.2. Objetivo Específico

Contar con eficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones.

I.4. Justificación

El presente trabajo de investigación “Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala”, Fue realizado durante los meses de junio a diciembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título universitario de Ingeniería Industrial, en el grado académico de Licenciado.

El problema central son las deficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala. Lo que origina baja productividad en el departamento de operaciones en los últimos cinco años.

De la investigación realizada surgió una propuesta para poder solucionar el problema, de la mismas surgieron tres resultados

a) Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermino de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

b) Se cuenta con el departamento de operaciones como unidad ejecutora.

c) Anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta. Lean Manufacturing.

d) Programa de capacitación.

I.5 Metodología

La metodología de investigación es el conjunto de procedimientos, métodos y técnicas que determinan una investigación.

Para la formulación y comprobación de la hipótesis, se utilizaron diferentes métodos y técnicas. A continuación, métodos para la formulación de la hipótesis y comprobación de la misma. Luego: Técnicas usadas para la formulación de la hipótesis y su comprobación.

I.5.1. Métodos

A continuación, se analizan los métodos utilizados para la formulación y para la comprobación de la hipótesis y fueron: El método deductivo y el método del marco lógico.

I.5.1.1. Método deductivo

Es un proceso de conocimiento que se inicia con la observación de fenómenos generales para dar con la problemática, contenidas explícitamente en la situación general.

El método deductivo se utilizó para la elaboración de la hipótesis porque permitió conocer aspectos generales de la baja productividad en el departamento de Operaciones y resolver la problemática.

I.5.1.2. Método marco lógico

Este método permite formular el árbol de problemas, árbol de objetivos, el medio de solucionar la problemática y la hipótesis.

Se encuentra el objetivo general y los específicos de la investigación, diagramado el árbol de objetivos, la variable independiente y dependiente de la hipótesis y se formula la misma. Se evalúa el problema central y se establece técnicamente el árbol de problemas

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Métodos inductivo, estadístico y de síntesis.

I.5.1.3. Método inductivo

Con este método se obtuvieron los resultados particulares de la problemática identificada, lo que sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales a partir de los mismos.

Se inició con la observación de fenómenos particulares con el propósito de llegar a conclusiones y premisas generales que pueden ser aplicadas a situaciones similares a la observada.

I.5.1.4. Método Estadístico

Con este se determinaron los parámetros necesarios, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, desarrollar el uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “y” y la variable “x”.

I.5.2. Técnicas

Es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tienen como objeto obtener un resultado determinado y efectivo.

Se utilizaron las técnicas de comprobación de la hipótesis

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis se especifican a continuación

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis se especifican a continuación:

I.5.2.1. El cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (Variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (Variable independiente “X”) lo mismo para el censo.

I. 5.2.2. Entrevista

La entrevista es el proceso por medio del cual dos o más personas entran en estrecha relación verbal, con el objeto de obtener información fidedigna y confiable sobre todo o algún aspecto que se estudia.

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar las variables dependientes (x) (causa) e independientes (Y) (Efecto) de la hipótesis.

I.5.2.3. Técnica de análisis

Esta técnica se aplicó ésta al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

I.5.2.4. Lluvia de Ideas

Esta técnica se utilizó para recopilar ideas de la problemática por la baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

I.5.2.5. Observación directa

Por este medio se encontró el efecto del problema.

I.5.2.6. La investigación documental

Con esta técnica se recopilan antecedentes a través de documentos, en la que el investigador fundamenta y complementa su investigación con lo aportado por diferentes autores, con el fin de no duplicar documentos relacionados con la problemática a investigar.

I.5.2.7. Entrevista

Esta técnica se aplicó para la formulación de la hipótesis al obtener información sobre la problemática directamente de los actores, a través de un cuestionario.

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico es una de las partes fundamentales en la investigación que se hizo en el presente proyecto de tesis, debido a que nos muestra la información básica necesaria para la elaboración de la tesis y poder dar con los resultados de la misma. El marco teórico se compone de aspectos conceptuales.

II.1. Aspectos conceptuales

Los aspectos doctrinarios están compuestos por los siguientes temas.

Productividad.

La productividad exige que la administración ponga énfasis en la calidad, no en la cantidad. Si se trata de aumentar la productividad, lo que debe de reducirse es el porcentaje de productos defectuosos y deficiencias mediante cambios al sistema: mejorar la capacitación, estandarizar las operaciones, modificar máquinas y procesos, eliminar tareas innecesarias, mejorar la coordinación, eliminar tiempos muertos etc. (Pulido, 1997)

La importancia de definir la productividad en la empresa, para la optimización de los recursos utilizados en cada uno de los procesos y procedimientos establecidos, dirigidos a minimizar los recursos que necesitamos para la transformación de materia prima, para el servicio que se presta, y cada una de las actividades desarrolladas en una empresa industrial, sin importar que sea un proceso que le agrega valor al servicio de transformación o es una actividad de limpieza, con el fin común de incrementar los resultados a través de la optimización de todos los recursos necesarios. (Moran, 2019)

“La excelencia y competitividad de una empresa debe estar definida por la productividad y eficiencia con los que transforma sus productos o brinda servicios.” (Pulido, 1997)

“Una empresa podrá mejorar su posición competitiva si cada día puede ofrecer mayor calidad, a un abajo precio y en un menor de entrega, estos tres elementos tendrán que ser atendidos por las gerencias” (Pulido, 1997)

La productividad puede ser definida dentro lo que se ha producido y los insumos que se han utilizado.

Se debe considerar que, al momento de aumentar producción a un sistema productivo, incrementamos también los recursos necesarios, por lo que nuestra productividad se mantendría igual. (Moran, Productividad, 2019)

La productividad no es más que el cociente entre cantidad producida y la cuantía de los recursos que se hayan empleado para obtenerla, estos recursos pueden, ser; Tierra, Materiales, Instalaciones, máquinas, herramientas y mano de obra. (Sánchez, 2014)

La dirección debe de tomar las medidas pertinentes para un buen aprovechamiento y coordinación de los recursos, y para ello ha de evitar que se produzcan paros, ya sea por falta de materiales, mal mantenimiento, u otras muchas causas, asegurarse de que las máquinas que se adquieran sean las adecuadas y rindan al máximo y de que los empleados se sientan satisfechos de lo mejor de sí mismos. (Sánchez, 2014)

Dentro de los factores los cuales podemos darle trazabilidad a la productividad encontramos lo siguiente;

Productividad de la maquinaria; Si la máquina determinada, trabaja 220 piezas por hora, y a través de mejorar el funcionamiento de la máquina logra producir 240 piezas por hora, la productividad de la máquina incrementó en 20%. (Sánchez, 2014)

Productividad de recurso humano; Es el incremento de piezas o actividades terminadas por una persona en la unidad de tiempo en el cual se le requiere, entonces si un carpintero termina 2 sillas en una hora, en donde solo terminaba 1.5 de silla terminada, abra incrementado su producción. (Sánchez, 2014)

Un aumento de producción no siempre de por si un aumento de productividad, si hay que añadir recursos proporcionalmente iguales al aumento de producción obtenido, la productividad no cambia. Y si los recursos utilizados crecen en porcentaje mayor que la producción, el aumento de esta misma, se está por alcanzar a costa de un descenso en la productividad. (Sánchez, 2014)

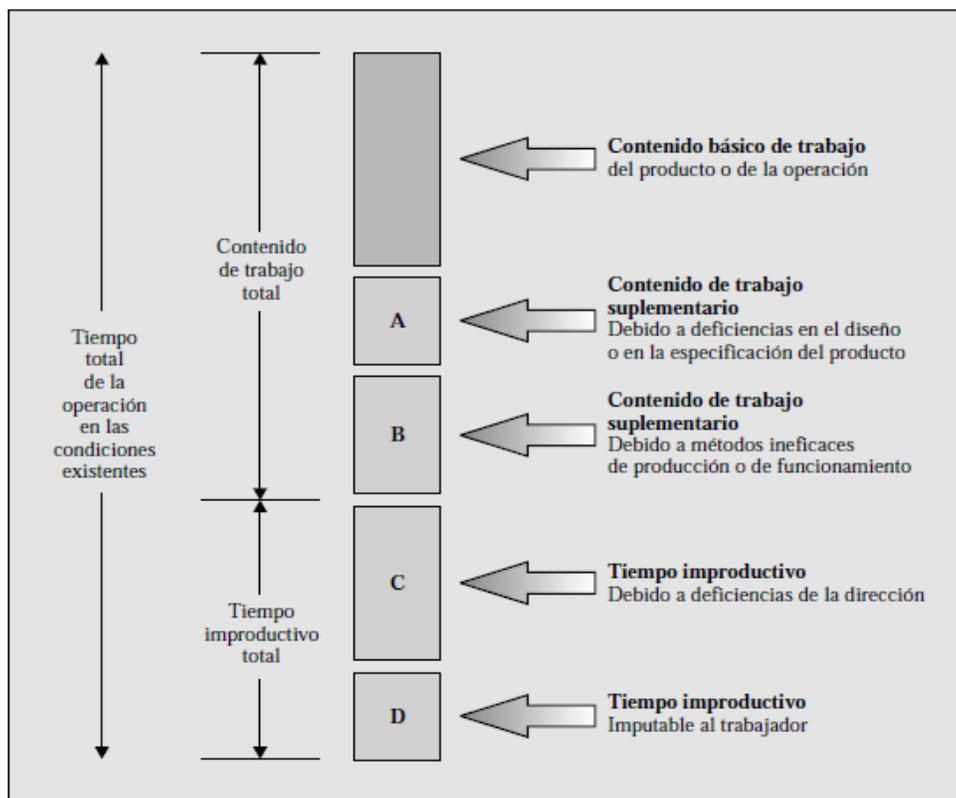
“Elevar la productividad significa producir más con el empleo de los mismos recursos, o bien producir la misma cantidad, pero utilizar menos recursos. (Sánchez, 2014)

“Las herramientas fundamentales que generen una mejora en la productividad incluyen métodos, estudios de tiempos estándares, (a menudo como medición del trabajo) y el diseño del trabajo” (Niebel & Freivalds, 2009)

Causas que afectan la productividad

“El tiempo total consumido en la operación en las condiciones existentes es mayor que el contenido básico del trabajo por causas que o bien alargan el tiempo de ejecución (tiempo productivo) o bien originan tiempo improductivo (se consume tiempo y no se produce nada)” (Sánchez, 2014)

Diagrama 1: Causas que afectan la productividad.



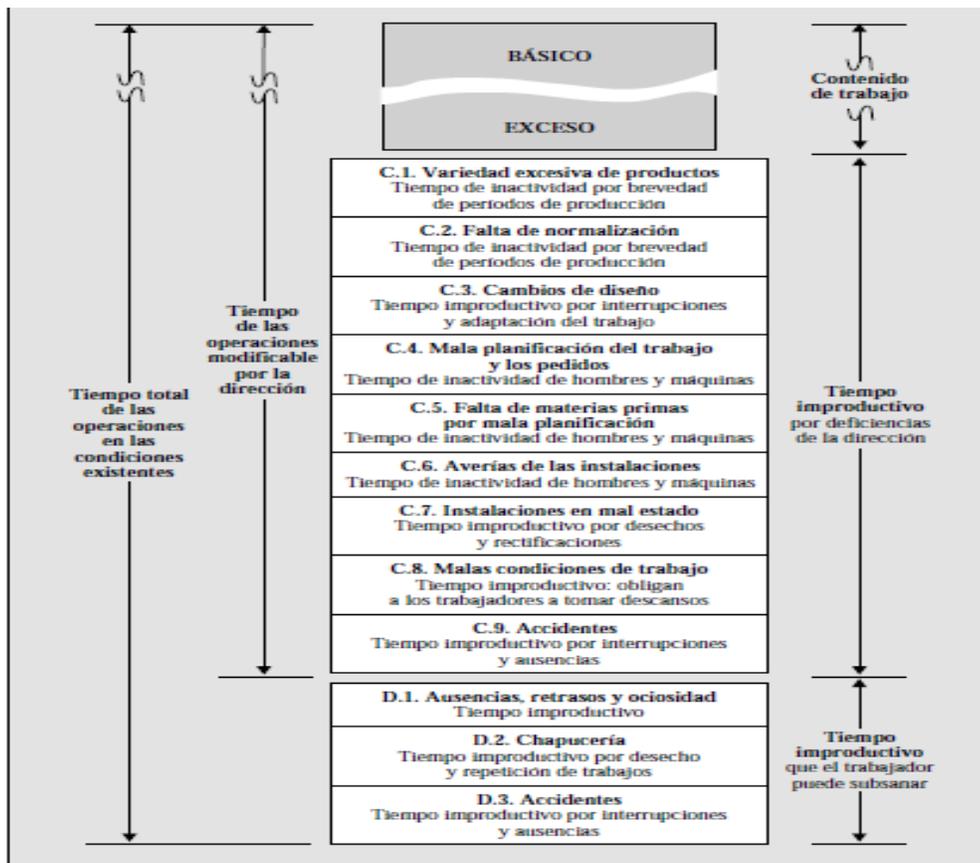
Fuente: (Sánchez, 2014)

Trabajo suplementario debido al producto: (Sánchez, 2014)

1. El producto y sus piezas componentes pueden estar diseñadas de tal forma que no sea adecuado el aplicar los procedimientos o métodos de fabricación

1. Se encuentra máquinas en operación, de capacidad instalada no adecuada a la necesidad de producción de planta.
2. Operadores utilizan equipos inadecuados.
3. La distribución de planta mal planificada, movimientos y traslados innecesarios dentro de las instalaciones de la nave industrial.
4. Los diseños de los procesos están mal determinados, mal analizados, mal estructurados, lleva a no tener sistemas de flujo continuo en la producción.
5. Falta de métodos de trabajo para el operador lleva a que realice movimientos innecesarios, traslados y paros innecesario al flujo de producción, reducir el ritmo de producción.

Diagrama 3: Tiempo improductivo imputable a la dirección y los trabajadores.



Fuente: (Sánchez, 2014)

Tiempo improductivo imputable a la gerencia: (Sánchez, 2014)

1. No realizar una correcta planificación de los mantenimientos a las máquinas.
2. No realizar una secuencia lógica en los pasos de las actividades en cada procedimiento del departamento, lo que lleva a las instalaciones y mano de obra tengan exceso de carga de trabajo y queden detenidas.
3. No planificar correctamente los materiales necesarios para la producción, lo que ocasiona a paros innecesarios de máquinas, operadores sin realizar actividades.
4. Falta de análisis para cada área de trabajo con respecto a la fatiga por la actividad que realiza cada operador en cada área de la nave industrial, lo que lleva a que el operador se detenga a descansar con mucha más frecuencia.

Tiempo improductivo imputable al trabajador: (Sánchez, 2014)

1. Las ausencias de los trabajadores por causas injustificadas a las jornadas laborales, no iniciar actividades de trabajo en horario establecido, trabajar durante la jornada laboral con falta de actitud en sus actividades.
2. No seguir los procedimientos establecidos de seguridad industrial, al trabajar negligentemente por lo que se producen accidentes laborales, que detienen la producción y llega hasta suspensiones laborales.
3. La curva de aprendizaje de operadores de nuevo ingreso.
4. Falta de compromiso de cada operador en la planificación de gerencia.
5. Mala supervisión a las actividades de cada área de trabajo.
6. Problemas psicosociales de los operadores.
7. Fatiga de los operadores.

Cabe mencionar que es más el tiempo improductivo ligado a la gerencia por variedad de variables dentro de las cuales se determina tiempo improductivo al diseño del producto, tiempo improductivo a los procesos, tiempo improductivo a gerencia.

“Si se lograra eliminar todas las causas, tanto las que alargan el tiempo productivo, como las que originan tiempo improductivo, se llegaría al tiempo mínimo para producir un artículo determinado, y, por tanto, a la productividad máxima”. (Sánchez, 2014)

Eficiencia:

Es toda la capacidad de conseguir una meta u fin en específico con la menor inversión posible de un recurso, ya sea este mano de obra, rendimiento de la maquinaria industrial, reducción de los costos de operación, reducción de las materias primas, horas hombre-máquina, con el fin de aprovechar al máximo la utilidad de los recursos con los que cuenta la actividad. (Mejia, 2019)

Eficacia:

Es el cumplimiento de los objetivos planificados, aunque en el proceso se derive un desperdicio en alguna actividad media vez cumpla la función para la que, fue desarrollada, por eso no necesariamente se es eficiente también se puede ser eficaz, ya que se puede ser eficaz, pero en el proceso puede haber un desperdicio de los recursos. (Mejia, 2019)

Efectividad:

Es la disponibilidad del equilibrio entre ser eficiente y eficaz, considerar que podemos ser eficientes para alcanzar los objetivos con la menor cantidad de recursos empleados y eficaz que llegamos al objetivo deseado, aunque en este se pueda llegar a desarrollar ciertos desperdicios. (Mejia, 2019)

Manufactura: (Groover, Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales, Procesos y Sistemas, 1997)

Se divide en dos grandes grupos:

El descubrimiento de materiales y procesos.

Desarrollo de sistemas de producción.

Los procesos productivos

La palabra manufactura se deriva de las palabras latinas manus (manos) y factus de (hacer): esta combinación de términos significa hacer con las manos. La palabra inglesa manufacturing tiene varios siglos de antigüedad, y la expresión “hecho a mano” describe precisamente el método manual que se usaba en el momento que se acuñó la palabra. Gran parte de la moderna manufactura se realiza con maquinaria computarizada y automatizada que se supervisa manualmente. (Groover, 1997)

La tecnología de procesos de manufactura está referida de la transformación de insumos en productos que varían considerablemente a la tecnología empleada. Entendemos el tipo de actividades de transformación que tienen lugar, incluir el nivel de sofisticación científica en planta, equipo, habilidades y productos o servicios del proceso de conversión. (Estaño, 2000)

“La función operacional tanto en la manufactura como en los servicios pueden dividirse en dos tipos fundamentales: intermitente y continuo, depende del grado de estandarización de los productos y del volumen de producción”. (Estaño, 2000)

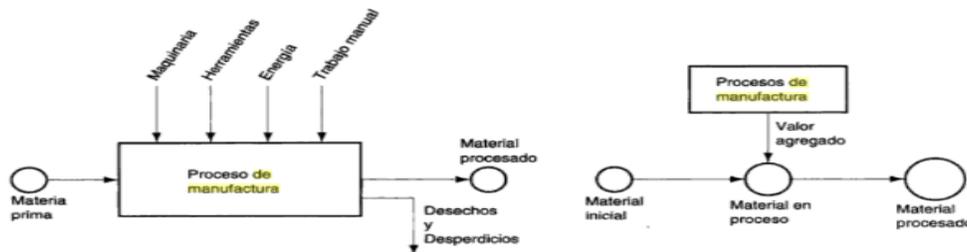
Las operaciones intermitentes se caracterizan porque la producción es de bajo volumen, con equipo de uso general, operaciones de mano de obra intensiva, flujo de productos interrumpido, cambios frecuentes en el programa, una gran mezcla de productos, tipo de personal y sistemas. (Estaño, 2000)

“Las operaciones continuas se caracterizan por un alto volumen de producción, por equipos de uso especializado, por operaciones de capital intensivo por una mezcla de productos restringidos y por productos estandarizados para la formación de inventarios”. (Estaño, 2000)

La manufactura es la parte que dedica el estudio de la integración de los componentes operativos a la actividad deseada, optimizar y estudiar los recursos a integrar, mano de obra, equipos, ambiente, energía, materia prima etc.

La palabra producción y manufactura se usan frecuentemente en forma indistinta, producción, en opinión del autor, tiene un significado más amplio que manufactura. Se puede decir, por ejemplo, “producción de petróleo crudo”, pero la frase, “manufactura de petróleo crudo” queda evidentemente fuera de lugar; no obstante las dos palabras son aceptadas. (Groover, 1997)

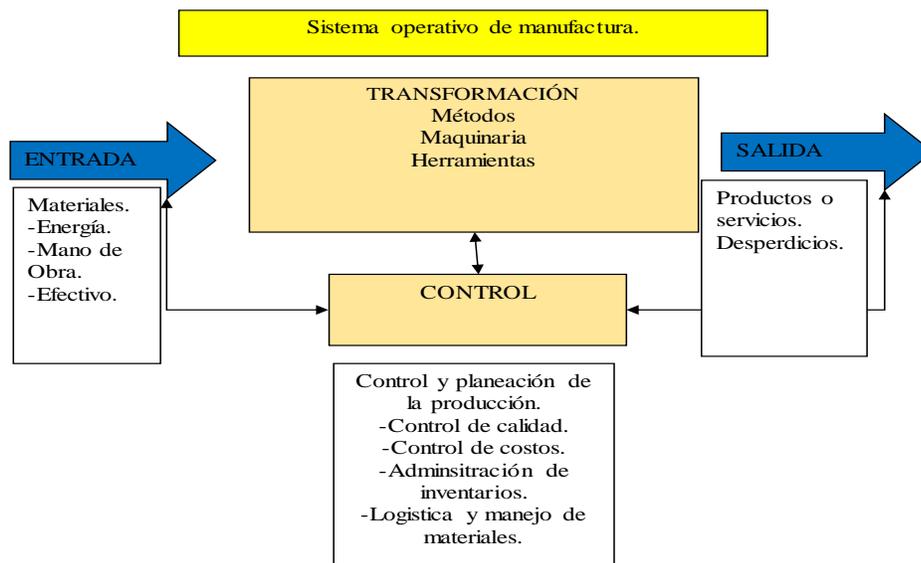
Diagrama 4: Dos maneras de definir manufactura: (a) como un proceso técnico y (b) como un proceso económico.



Fuente: (Groover, Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales, Procesos y Sistemas, 1997)

“El tipo de manufactura que maneje una compañía depende de la clase de productos que fábrica, se puede explorar primero esta relación si examinamos primero los tipos de industria de manufactura, e identificamos después los productos que se elaboran”. (Groover, 1997)

Diagrama 5: Sistema operativo de manufactura.



Fuente: Mejicanos, L., agosto 2019.

Porque es importante un sistema de manufactura.:

Cada vez más el entorno competitivo demanda más variedad de productos, con un bajo costo y muy buena calidad, tiempos de despacho y entrega relativamente cortos, lo cual solo puede ser desarrollados a través de un sistema de manufactura establecido. Para poder satisfacer todas las necesidades requeridas por los clientes, dejar por un lado la producción artesanal y tradicional, y puntualizar en implementar y mejorar procesos de manufactura. (Aceituno, 2019)

Técnicas de manufactura;

Las técnicas de manufactura incluyen el diseño, la creación, y selección de los mejores métodos de fabricación, procesos herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas en el área de ingeniería, en el momento que el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una relación hombre-máquina eficiente. Una vez que se ha establecido el método en su totalidad. (Niegel & Freivalds, 2009)

Es importante impactar el contexto del proceso industrial a la operación que siempre determina las transformaciones de elementos, materia prima, recurso energético y la información brindada, y a partir de la interacción materia, mano de obra, recurso energético, se defina un producto, lo que lleva a los procesos industriales al diseño de un buen sistema de manufactura.

Cuadro 1: Condiciones para la efectividad productiva.

Diseño del proyecto	Proyecto diseñado que establezca un proceso de manufactura calculado y controlado.
Materiales	Identificación de los materiales adecuados y aceptables económicamente.
Proceso de manufactura	Sistema de transformación de los materiales, satisfaciendo las necesidades del cliente, eficientemente y a un bajo costo.
Recurso humano	Motivación, capacitación, salud y seguridad ocupacional, bienestar.
Proceso administrativo	Planeación, integración, organización, dirección, control.

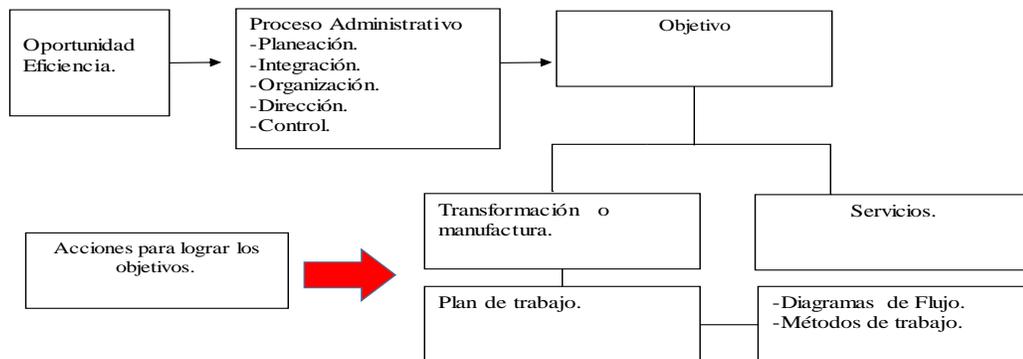
Fuente: Mejicanos, L., agosto 2019

El objetivo identificado a través del diseño del proyecto, y la integración de materiales, recursos energéticos, máquinas y recursos humanos en el proceso de manufactura, las condiciones referentes al recurso humano buscan mantener personas motivadas, crear condiciones de trabajo apropiadas para facilitar la vida laboral, apoyar la formación

en el trabajo, y los procesos administrativos, integran un conjunto de procesos universales.

Se muestra la relación y secuencias de operaciones que tiene como resultado en los productos y servicios de la organización industrial, dentro del contexto de establecer las técnicas de manufactura.

Diagrama 6: Impacto de los procesos administrativos y proceso de manufactura.

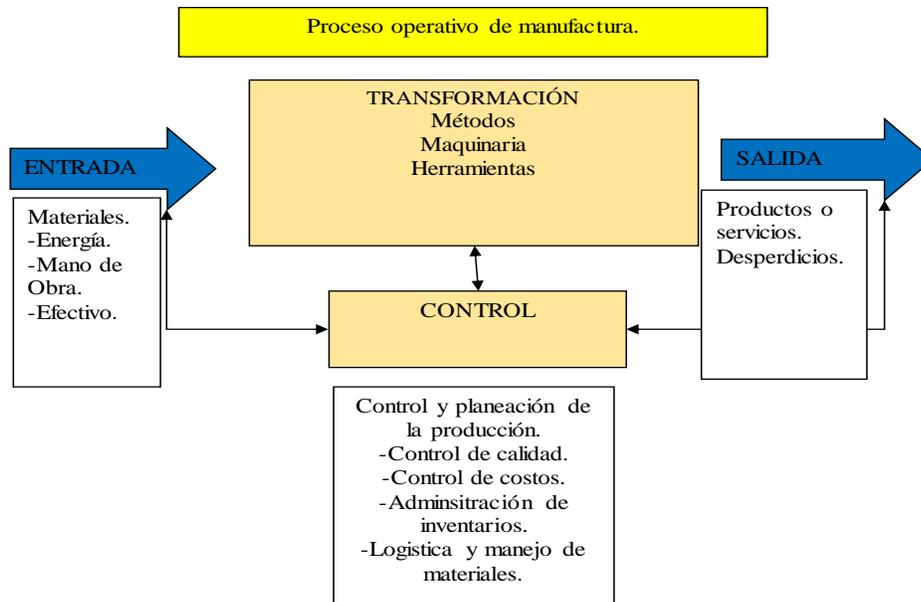


Fuente: Mejicanos, L., agosto 2019.

Proceso de manufactura

Es la secuencia de actividades lógicas en la transformación de un producto, en la que interactúan los materiales que sufrirán una transformación, la maquinaria necesaria para lograr una productividad establecida en la utilización de los recursos máquinas-materiales, mano de obra calificada para ejecutar la transformación y operación de máquinas y materiales, seguir un estudio sistemático de métodos de trabajo para tener un área de trabajo productiva y eficiente, y los recursos energéticos. (Aceituno, 2019)

Diagrama 7: Proceso operativo de manufactura



Fuente: Mejicanos, L., agosto 2019.

A partir de definir el rol de los procesos industriales se utilizan las herramientas más notables para la reducción de los costos, mejora de productividad y eficiencia, a través de una entrada, transformación y salida, dentro de la planta industrial, para definir una buena técnica de manufactura se implementa el estudio sistemático de la ingeniería de métodos, que define la ingeniería de métodos.

Objetivos de los métodos, estándares y diseños del trabajo son;

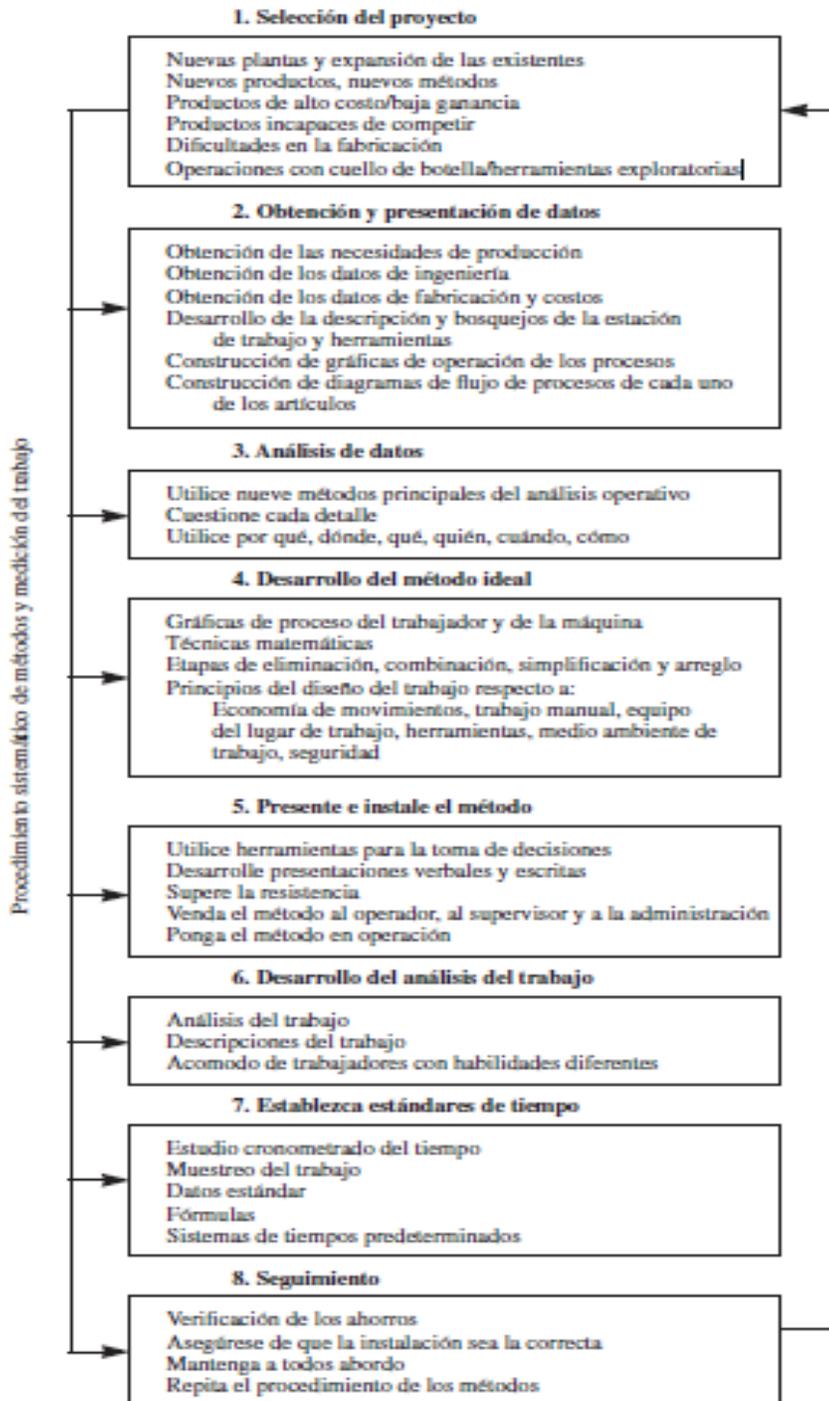
- Incrementar la productividad y confiabilidad de los productos.
- Reducir los costos unitarios.

Solo a través de la aplicación inteligente de los principios de los métodos, estándares, y diseño del trabajo, puede aumentar el número de fabricantes de bienes y servicios. (Nebel & Freivalds, 2009)

Los objetivos principales en el estudio de métodos de trabajo son; (Niebel & Freivalds, 2009)

- Minimizar el tiempo requerido para llevar a cabo las tareas.
- Mejorar de manera continua la calidad y confiabilidad de los productos y servicios.
- Conservar recursos y minimizar costos mediante la especificación de los materiales directos e indirectos más apropiados.
- Considerar los costos y disponibilidad de la energía eléctrica.
- Maximizar la seguridad, salud y bienestar de todos los empleados.
- Producir interés por el medio ambiente.
- Aplicar un programa de administración del personal que dé como resultado más interés por el trabajo y la satisfacción de cada uno de los empleados.

Diagrama 8: Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos.



Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009)

Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) técnica importante en la mejora y diseño de los procesos de manufactura.

El ciclo PHAV es de gran utilidad para estructurar y ejecutar planes de mejora de calidad a cualquier nivel directivo y operativo. En este ciclo, conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o el ciclo de calidad, se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planear), éste se prueba en pequeña escala o sobre una base de ensayo tal como ha sido planeado (hacer), se supervisa si se obtuvieron los efectos esperados y la magnitud de los mismos (verificar) y, de acuerdo con lo anterior, se actúa con consecuencia (actuar). (Pulido, 1997)

La filosofía de este ciclo lo hace de gran utilidad para perseguir la mejora en cualquier etapa, y es imprescindible aplicarlo. Para cumplir efectivamente el ciclo PHVA, las herramientas básicas son de gran utilidad. El ciclo PHVA se divide en ocho pasos. (Pulido, 1997)

En el momento que se reúne un equipo a resolver un problema, antes de proponer soluciones y aventurar acciones correctivas, se debe de contar con información y seguir un método objetivo. De esta manera se estará por desarrollar el hábito de la planeación, el análisis y la reflexión, con los que se estará por minimizar las acciones por reacción. (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Cuadro 2: Ciclo PHVA y 8 pasos en la solución de un problema.

Etapa del Ciclo	Paso. No.	Nombre del paso	Posibles técnicas a usar
Planear	1	Encontrar un problema	Pareto, h. de verificación, histograma, c. de control.
	2	Buscar todas las posibles causas	Obsevar el problema, lluvia de ideas, diagrama de ishikawa
	3	Investigar cuál es la cuasa más importante	Pareto, estratificación, diagrama de dispersión, de Ishikawa
	4	Considerar las medidas de remedio	Por qué-----necesidad Qué-----Objetivo Dónde-----Lugar Cuánto-----Tiempo y costo Cómo-----plan
Hacer	5	Poner en practica las medidas remedio	Seguir el pan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectos
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, pareto, hoja de control, hojas de verificación
Actuar.	7	Prevenir la recurrencia del mismo problema	Estandarización, inspección, supervisión, H. de verificación, cartas de control
	8	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro.

Fuente: (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Indicadores y motivos de malas técnicas de manufactura en una empresa.

“La competitividad de una empresa está determinada por la por la calidad, el precio y el tiempo, entrega de sus productos y servicios, sé es más competitivo se puede ofrecer mejor calidad, a bajo precio en menor tiempo de entrega de nuestros servicios” (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

La calidad la define el cliente, es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio y resulta por lo general en la aprobación y rechazo del producto, un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más, una empresa podrá mejorar su posición competitiva si cada día puede ofrecer mayor calidad, a un bajo precio y en un menor tiempo de entrega. Estos tres elementos tendrán que ser atendidos por las autoridades de la organización si

desean fabricar un producto o servicio capaz de competir en el mercado. (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Se cree que un precio bajo implica necesariamente menor calidad y mayor tiempo de entrega y que reducir los tiempos de entrega lleva a gastar más y a descuidar la calidad, estas apreciaciones son un reflejo del desconocimiento del concepto de calidad y son un obstáculo para iniciar un programa tendente a mejorar la competitividad y la eficiencia de la organización. (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

“En el momento que se tiene mala calidad en los procesos de manufactura hay equivocaciones de todo tipo, reprocesos, desperdicios, retrasos en la producción y frustración en la entre los empleados” (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

La característica común de cada aspecto que implican deficientes técnicas de manufactura y calidad llevan a gastar más y reducir los ingresos a la planta.

Pagar por productos o servicio malos.

Una inspección excesiva para tratar de que los productos de mala calidad no salgan al mercado.

Re-inspección y eliminación del rechazo.

Más capacitación e instrucciones a los trabajadores para que contribuyan a que haya menos fallas.

Gastos por fallas en el desempeño del producto y por reclamos.

Problemas con proveedores.

Más servicios de garantía.

Clientes insatisfechos.

Ineficiencias de todo tipo. (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Los costos originados por las deficiencias en productos y procesos se les conoce también como costos de la no calidad o de no calidad.

“Costos de prevención; Son aquellos en que incurre una empresa, destinados a evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones, y/o defectos, durante cualquier etapa del proceso de producción” (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Costos de evaluación. Son los costos en que incurre la empresa, destinados a medir, verificar, y evaluar la calidad de los materiales, partes, elementos, productos, y/o procesos, así como mantener y controlar la producción dentro de niveles y especificaciones de calidad, previamente planeados, y establecidos por el sistema de calidad y políticas de la planta. (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Costos de fallas internas. Son aquellos costos resultados de las fallas, defecto, o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, elementos, partes, semi productos, productos o servicios, y cuya falla o defecto es detectada dentro de la empresa antes de la entrega del producto o servicio del cliente (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Cuadro 3: Costos de prevención.

Costos de prevención	
1	Planeación,estblecimiento y mantenimienton de sistema de calidad.
2	Elaboración de procedimientos y instrucciones de trabajo.
3	Control de procesos.
4	Instrucción y capacitación del personal
5	Servicio al cliente
6	Auditorias del sistema de calida

Fuente: (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Cuadro 4: Costos de evaluación.

Costos de evaluación	
1	Inspecciones y prueabas finales, en proceso.
2	Laboratorio de inspección, medición y pruebas.
3	Pruebas de campo.

Fuente: (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Cuadro 5: Costos por fallas internas.

Costos de fallas internas	
1	Desperdicios, materiales, insumos, recursos humanos, generados por fallas y defectos, reprocesos, reparaciones.
2	Consultas técnicas de personal especializado.
3	Eliminación de rechazos.

Fuente: (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Existen varios parámetros que permiten detectar áreas de mejora y evaluar términos monetarios, los avances de un programa de calidad, por ejemplo, los porcentajes de piezas mal hechas, las quejas de los clientes, la materia prima desperdiciada, las acciones específicas tendentes a atacar un problema de calidad. (Pulido, Calidad Total y Productividad, 1997)

Indicadores para determinar mala productividad.

Indicadores de eficiencia

Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

Indicadores de cumplimiento.

Pueden integrarse a indicadores deseados por la gerencia de la empresa.

Productividad energética

Productividad de insumos

Productividad de recurso hídrico

Productividad de recurso humano

Departamento de Operaciones:

Objetivos de la empresa.

Desde el punto de vista social, el objetivo de la empresa es la creación del bienestar de la sociedad, mientras que desde el punto de vista económico su fin es producir bienes y servicio y llevarlos al mercado, donde son vendidos para obtener beneficios. Todo esto conlleva la necesidad para la empresa, no solo de disponer de los medios adecuados: instalaciones, máquinas, mano de obra, etc. Si no también de contar con una organización adecuada e implementar la mejora continua de la calidad y de la productividad. (Sánchez, 2014)

Actividades de la empresa.

Al momento que la empresa alcanza ciertas dimensiones, del trabajo y del desarrollo de las responsabilidades imponen un reparto del conjunto de actividades, entre los servicios especializados, donde se asumen diferentes responsabilidades. (Sánchez, 2014)

Las Funciones elementales son:

Actividad contable:

“Recapitula los movimientos de fondo al distinguir sus aplicaciones. Se divide en dos, contabilidad general y contabilidad explotación” (Sánchez, 2014)

Actividad Financiera:

“Su objetivo es obtener el mayor rendimiento posible del dinero disponible, los meses en los cuales hay superávit, y proveer los recursos autofinanciación o de crédito que permita la expansión al menor costo posible” (Sánchez, 2014)

Actividad Comercial:

“Sus actividades básicas son el análisis de ventas, estudios de mercado, red de distribución, publicidad y promoción de ventas, establecimiento de los precios de la venta y las condiciones de pago.” (Sánchez, 2014)

Actividad de Personal:

Las actividades básicas son, la contratación de nuevo personal, capacitación del personal, guardar y actualizar archivos de fichas del personal, verificar que se cumplan las leyes vigentes de país en materia laboral.

Función Técnica.

“Considera el diseño del producto, métodos y tiempos de trabajo, planificación y control de la producción, control y gestión del stock, compras, fabricación, gestión de la calidad, mantenimiento industrial y salud y seguridad ocupacional” (Sánchez, 2014)

El departamento de técnico de operaciones:

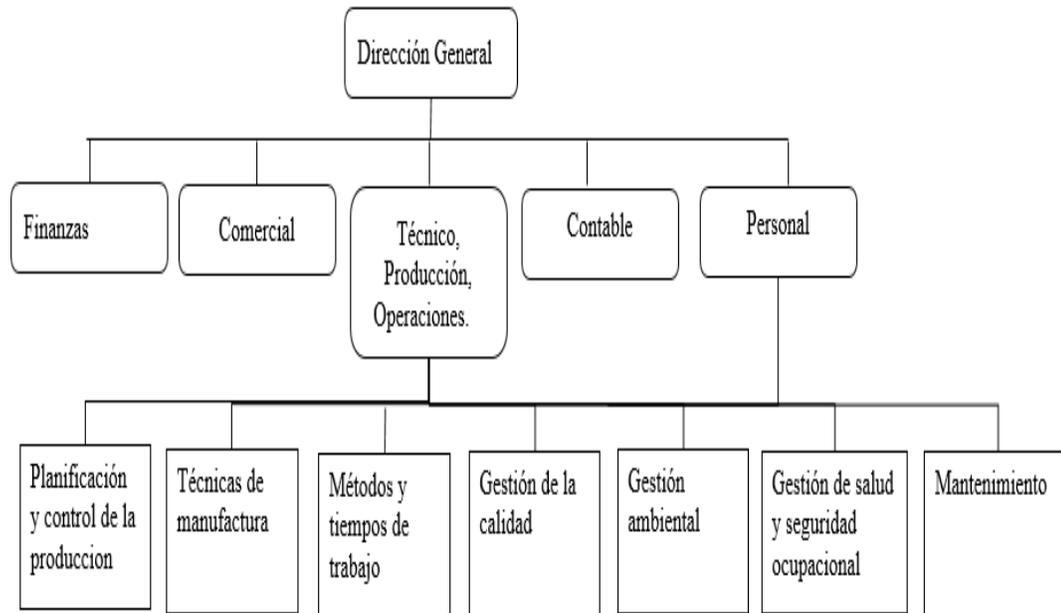
Comprende los procedimientos de planificación y control de la producción, técnicas de manufactura según sea su rol o servicio, métodos y tiempos de trabajo, gestión de calidad, gestión ambiental, gestión de salud y seguridad ocupacional, gestión de mantenimiento, control de la capacidad instalada, control y administración de los recursos humanos, logísticos y activos de la planta, control de indicadores.

Estructura organizativa.

“Cada empresa, en función de su tamaño y complejidad, debe de decidir la forma, más adecuada de organización de las distintas actividades de la empresa” (Sánchez, 2014)

“La estructura organizativa, define las funciones y actividades, delega las funciones, atribuye responsabilidades y autoridad, establece relaciones con otros puesto” (Sánchez, 2014)

Organigrama 9: Estructura organizativa de una empresa.



Fuente: (Sánchez, 2014)

Manufactura Esbelta.

Es la integración de actividades diseñadas para lograr la producción necesitar inventarios mínimos de materias primas, trabajo en proceso, partes deben de llegar a la siguiente estación Justo a Tiempo, se terminan y se envían a otro proceso con rapidez. La producción esbelta se basa también en el principio de no producir nada hasta que no se necesite, la necesidad de producción se crea con base en la demanda real de producción, para que la producción esbelta funcione sin complicaciones requiere altos niveles de compromiso, de calidad, en cada etapa de las operaciones, buenas relaciones con los proveedores y una demanda predecible para el producto final. (ChaseRichar, JacobsF., Alquino.Nochoas, 2009)

“la producción esbelta se refiere al enfoque en eliminar la mayor cantidad posible los desperdicios, los movimientos innecesarios, pasos de la producción que no hacen falta, el exceso de inventarios” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

La manufactura esbelta puede basarse en cinco principios clave. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Valor: Se debe de considerar actividades exclusivamente por lo que el cliente va a pagar.

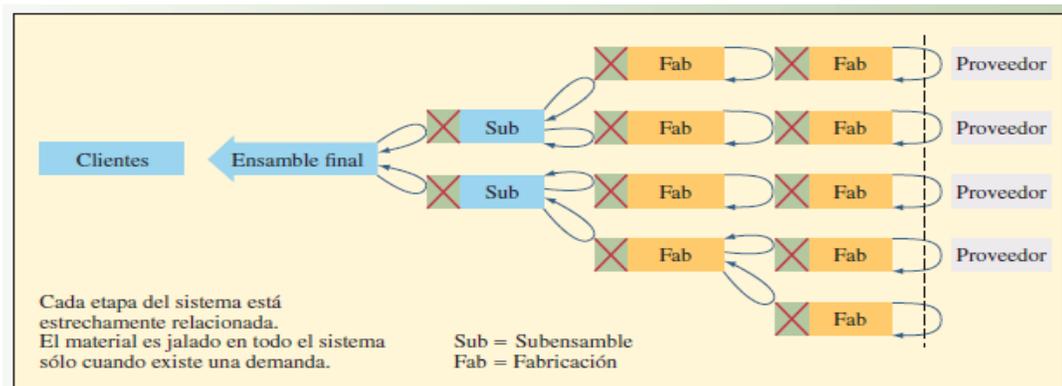
Cadena de valores: Realizar los procedimientos de las operaciones únicamente con las actividades que agregan valor al servicio o producto.

Demanda: Producir o brindar un servicio únicamente lo que requiere el cliente.

Flujo: Identificar las restricciones y desperdicios de la cadena de valor, para eliminarlos y tener un sistema continuo únicamente con actividades que agregan valor.

Mejora Kaizen: En pequeñas mejoras continuas que sean plasmadas en la empresa, desde la eliminación de los desperdicios.

Organigrama 10: Sistema de jalar la producción esbelta.



Fuente: (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Sistema de producción Toyota

“La manufactura esbelta en los sistemas de producción Toyota, fue creado para para mejorar la productividad y la productividad, basada en dos filosofías centrales de cultura japonesa las cuales se centran en la eliminación del desperdicio y el respeto a la gente” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Eliminación del desperdicio:

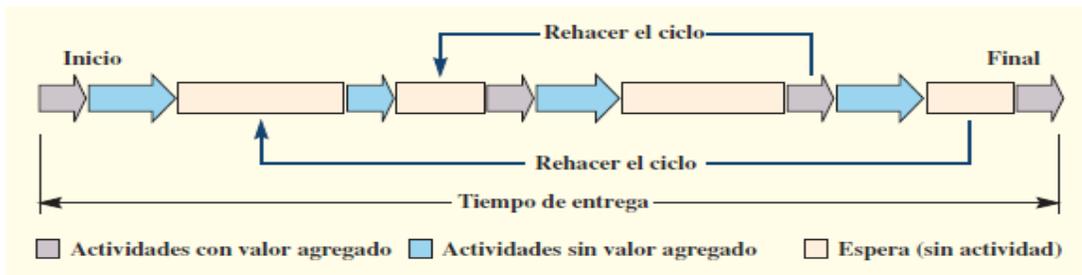
Según lo define el ex presidente de Toyota, Fujio Cho. Es cualquier cosa que no sea la cantidad mínima del equipo, materiales, piezas, y obreros, (horas de trabajo) absolutamente esencial para la producción, la producción esbelta dada por Fujio Cho, identifica siete desperdicios a eliminar de la cadena de suministros, 1) el desperdicio de la sobreproducción 2) el tiempo de espera 3) el transporte 4) el inventario 5) el procesamiento 6) el movimiento 7) los defectos del producto o servicio. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Para identificar los pasos que es posible mejorar se utiliza la herramienta esquema de la cadena de valor, el objetivo es diseñar un diagrama detallado de todo el proceso que muestra con claridad aquellas actividades que agregan valor, las que no agregan valor y las operaciones que solo generan espera, al trazar el diagrama con los pasos que no agregan valor, se puede entender que cambios podría tener mayor impacto al volver esbelto el proceso (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Esquema de la cadena de valor

“Se utiliza para eliminar el desperdicio en un proceso de la cadena de suministro. La cadena de valor es una red de pasos de principio a fin de que un resultado para el cliente” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Organigrama 11: Esquema de la cadena de valor.



Fuente: (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Principios de la cadena de valor

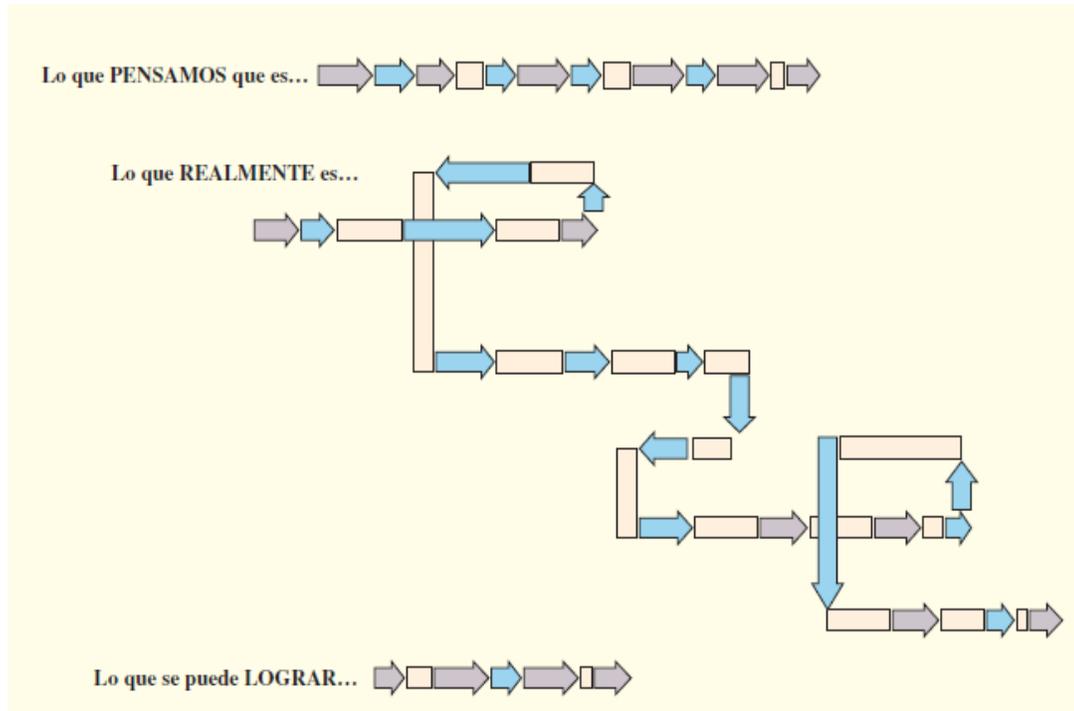
Mantener a máxima velocidad la cadena de valor.

Eliminar el desperdicio que detenga, u ocasione más lentitud en el proceso.

Objetivo eliminar los desperdicios más que en incrementar o acelerar las actividades que agregan valor.

Buscar el desperdicio en todas las áreas de la planta. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Organigrama 12: Lo que se puede lograr con la cadena de valor.



Fuente: (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Producción Justo a Tiempo.

Producir lo que se necesita en el momento que se necesita y no más, cualquier cantidad que exceda o sobrepase el mínimo requerido se considera un desperdicio, porque se invierte tiempo, materiales, mano de obra, en algo que no era necesario en ese momento. La producción justo a tiempo se aplica a la manufactura repetitiva, en el momento que se fabrican artículos iguales o similares unos tras otros, esta producción no requiere de volúmenes tan altos, aunque las estaciones pueden estar geográficamente dispersas, los japoneses minimizan el tiempo del tránsito y mantienen las cantidades a transferir en un nivel bajo. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Nivelar la producción en planta.

El hecho de nivelar el flujo de la producción para evitar que las reacciones que por lo regular ocurren como respuesta a las variaciones en la programación se conoce como carga uniforme en planta, la única forma de eliminar el problema es realizar pequeños ajustes al adaptar el plan de producción mensual de la empresa, para cual se congeló el índice de producción (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Respeto por la gente.

El respeto por la gente es fundamental en el sistema de producción Toyota, la compañía ha buscado asegurar de por vida a los empleados, en los puestos permanentes, así como mantener nominas niveladas, aun en el momento las condiciones de los negocios estén desfavorables, generar una seguridad laboral en cada uno de los empleados, lo que conlleva a tener a los operadores involucrados por los objetivos estratégicos de las empresa, aún más se les deja de ver como máquinas humanas, y se les da el valor como seres humanos, al premiar su esfuerzo, lo que genera que sean más productivos y eficientes. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

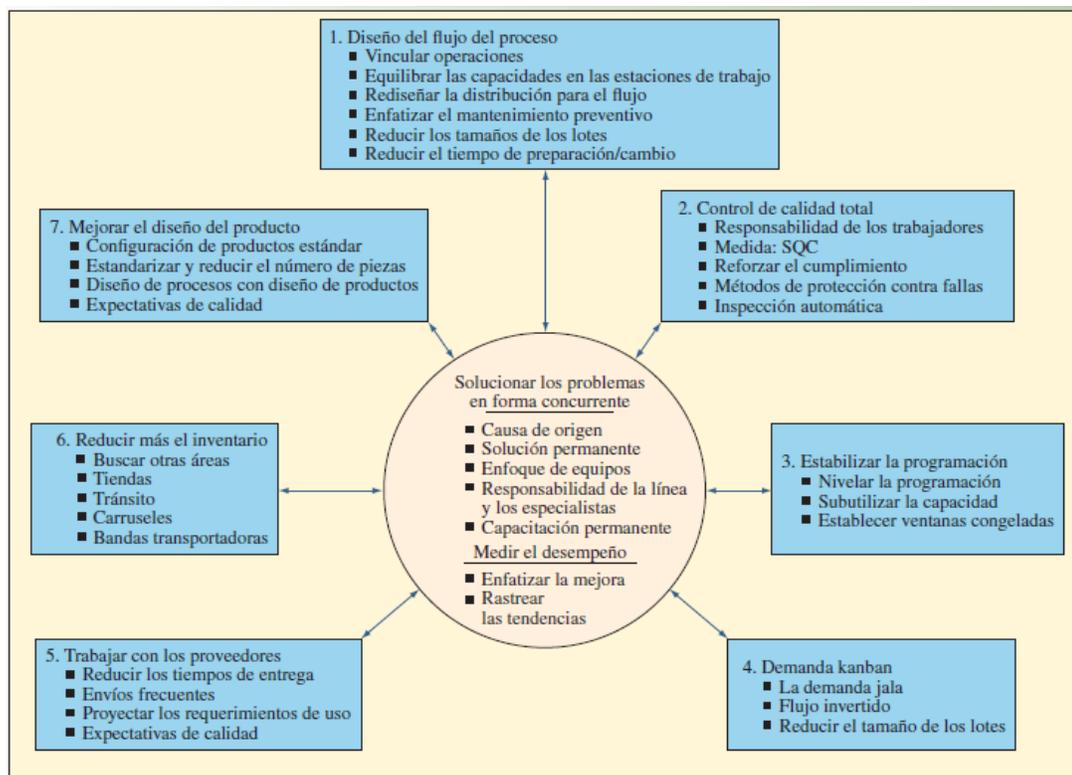
Requisitos para implementación de manufactura esbelta

Disposición Física y diseño de flujos esbeltos.

“La producción esbelta requiere de la disposición que de la planta este diseñada para garantizar un flujo de trabajo equilibrado con un inventario mínimo de trabajo en proceso, la capacidad debe de ser debidamente equilibrada” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Se debe de enfatizar en el mantenimiento preventivo para garantizar un flujo ininterrumpido debido al tiempo de inactividad o al mal funcionamiento de los equipos. El mantenimiento preventivo comprende la inspección periódica y el diseño de reparaciones para que la máquina sea confiable, los operadores llevan a cabo gran parte del mantenimiento porque están familiarizados con sus máquinas y éstas son más fáciles de reparar, ya que las operaciones esbeltas favorecen el uso de varias máquinas sencillas en lugar de una compleja (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Organigrama 13: Pasos para la implementación de manufactura esbelta.



Fuente: (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Programación nivelada.

La producción esbelta requiere de la programación estable durante un tiempo prolongado, esto se logra mediante una programación nivelada, una programación nivelada es aquella en la que el material requerido para ser dispuesto como ensamble final se basa en un patrón suficientemente uniforme para permitir que los distintos elementos de la producción respondan señales, pero si necesario un sistema de producción determinado equipado con distribución flexible y una cantidad fija de material pueda responder (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

La subutilización y la sobreutilización de la capacidad son características controvertidas de la producción esbelta, los enfoques convencionales usan existencias de seguridad y entregas anticipadas como una protección contra los problemas de producción como de mala calidad, fallas de máquinas, y cuellos de botella inesperados en la manufactura tradicional, bajo la producción esbelta, el exceso de mano de obra, las máquinas y el tiempo extra proporcionan esta protección, la capacidad exagerada de mano de obra y equipo resultante es mucho resultante que manejar un excesivo inventario. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)pág.:416.

Servicio de producción esbelta.

Organizarse para solución de problemas.

“Un círculo de calidad como parte fundamental de su estrategia para implementar nuevas prácticas de manufactura” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Mejorar la limpieza.

Se debe de comprender que únicamente pasar la escoba no es hacer limpieza, se debe de considerar que solo necesitamos en el área de trabajo únicamente lo necesario y que todo esté limpio y en su lugar. Lo cual debe de ser un acto de constante actividad. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Mejorar la calidad.

La única forma efectiva en costos de mejorar la calidad es poner en práctica capacidades de mejorar los procesos, confiables, la calidad de los procesos es la esencia misma de los procesos, garantiza la producción de productos consistentes y uniformes desde la primera vez, la calidad no significa producir lo mejor, si no producir de manera consistente productos y servicios que den a los clientes más valor por su dinero. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Clarificación de los flujos de los procesos.

“La clarificación de los flujos de los procesos, con base en los temas justo a tiempo, puede mejorar el desempeño del proceso. Los cambios en los flujos de los procesos literalmente revolucionan las industrias de los servicios.” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Revisar las tecnologías en los equipos de los procesos.

“Comprende la evaluación del equipo y los procesos en cuanto a su capacidad para cumplir con los requerimientos de los procesos, para procesar de manera consistente dentro de una tolerancia para adecuarse y una escala de la capacidad de trabajo.” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Nivelar la carga de producción.

“Las empresas de servicios sincronizan la producción con la demanda, se deben de crear estrategias únicas para nivelar la demanda con el fin de que los clientes tengan que esperar por un servicio.” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Eliminar las actividades innecesarias.

“Un paso que no agrega valor es candidato a ser eliminado de la cadena de valor, con el fin de mejorar la consistencia del proceso o reducir el tiempo invertido en realizar tareas.” (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Reorganizar la condición física.

Con frecuencia se necesita de una reconfiguración del área de trabajo requieren de una reorganización mientras se implementa la producción más esbelta. A menudo los fabricantes logran esto al establecer las celdas de manufactura para producir artículos en lotes pequeños, en sincronía con la demanda. Estas celdas constituyen micro fábricas dentro de la planta. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Introducir la programación basada en la demanda.

Debido a la naturaleza de la producción y el consumo de los servicios, una programación basada en la demanda (dirigida al cliente) es necesario para operar un negocio de servicios. Además, muchas empresas de servicios separan sus operaciones en instalaciones al fondo y “de contacto al cliente”, Este enfoque da lugar a nuevos problemas en la coordinación de la programación entre las instalaciones. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Creación de redes de proveedores.

“El termino de redes de proveedores en el contexto de esbelto se refiere a la asociación cooperativa de proveedores y el cliente para trabajar a largo plazo para beneficio mutuo”. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

La producción esbelta a probado su valor en miles de compañías a nivel mundial, el concepto detrás de la producción esbelta es lograr un volumen alto con mínimo de inventario. Toyota es la pionera en las ideas de producción esbelta con el sistema de producción Toyota. Existen siete elementos clave en el concepto de producción esbelta.: redes de fábrica enfocada, tecnologías de grupos, calidad en la fuente, producción justo a tiempo, carga uniforme en la planta, control de producción, y tiempos de reparación minimizados, los conceptos esbeltos se aplican mejor en ambientes en los que los mismos productos se producen una y otra vez a un volumen alto. (Chase, Jacobs, & Alquino., 2009)

Lean Manufacturing

Tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas, (TPM, 5S, SMED, kanban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.) que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares de Lean Manufacturing son: La filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios. (Carreras & García, 2010)

Antecedente Históricos del origen de Lean Manufacturing:

El inicio de partida de la producción ajustada es la producción en masa, durante la primera mitad del siglo XX, se contagi3 en todos los sectores de la producción en masa, inventada y desarrollada en el sector del automóvil.

El impacto en los logros desarrollados por Henry Ford, Frederick Taylor, en el cual eliminaron el control total que el operador ejercía sobre los procesos industriales, automatizar las líneas de ensamble e inventar las teorías del estudio de métodos en el área de trabajo. (Carreras & García, 2010)

Sin embargo, a fines de los años 60 del siglo pasado el modelo empezó a erosionarse, la productividad disminuy3 y el capital fijo per cápita empezó a crecer, lo que entrañ3 la disminución de los niveles de rentabilidad, el modelo llegaba a su límite y era necesario una adaptación. Entre las innovaciones que incorpora el toyotismo a la organización del proceso de trabajo se encuentra algunas salidas a la falta de flexibilidad de la estructura burocrática de la producción en masa. (Carreras & García, 2010)

Ingenieros y directivos con educación clásica en Europa y americana se resisten a admitir que la idea del Lean Manufacturing es únicamente lo que Taiichi Ohno y sus discípulos recopilaron y aplicaron en Toyota. Pero lo cierto es que esta filosofía de trabajo nació justo en la mitad del siglo XX en la Toyota Motor Company, concretamente a la sociedad textil del grupo. (Carreras & García, 2010)

Efectivamente, a finales del 1949, un colapso de las ventas obligó a Toyota a despedir a una gran parte de la mano de obra después de una larga huelga. En la primavera de 1950, un joven ingeniero Japonés, Eiji Toyoda, realizó un viaje, de tres meses de duración a la planta Rouge de Ford, en Detroit, y se dio cuenta de que el principal problema de un sistema de producción son los despilfarros. (Carreras & García, 2010)

Después de la crisis del petróleo del 1973, se impuso en muchos sectores el nuevo sistema de producción ajustada Lean Manufacturing, de manera que empezó a transformar la vida económica mundial por la difusión del toyotismo como sustituto del fordismo y del taylorismo. (Carreras & García, 2010)

El propósito de la nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar las reducciones de costes, cumplir con los requerimientos de los clientes. (Carreras & García, 2010)

“El principio fundamental de Lean Manufacturing, es que el producto o servicio y sus atributos deben de ajustarse a lo que el cliente quiere, para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros”. (Carreras & García, 2010)

“Lean manufacturing (manufactura esbelta) es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo, (just in time) en occidente. También se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota”. (Gómez, 2019)

El cual se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entender como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo de equipos de personas bien organizadas y capacitadas. (Gómez, 2019)

El verdadero poder de Lean Manufacturing radica en descubrir constantemente las oportunidades de mejora que esconde la empresa, pues siempre existirán desperdicios que podrán ser eliminados, el objetivo primordial que todos los integrantes de la planta pueden y reconozcan los desperdicios, con el fin de que sean identificados y eliminados. (Gómez, 2019)

Una verdadera empresa lean, que desee obtener el mayor beneficio dadas las condiciones cambiantes de mundo globalizado, debe de ser capaz de adaptarse rápidamente a cambios de un mundo globalizado, debe de ser capaz de adaptarse rápidamente a cambios, utilizarlas excelentes herramientas de mejora, prevención, solución de problemas y administración disponibles, y contar con hábitos que influyen en la cultura y con una administración congruente, con el liderazgo que motive el cambio y auto crecimiento. (Gómez, 2019)

Las bases de Lean Manufacturing.

“Al momento que se implementa lean manufacturing en una planta industrial exige el conocimiento de conceptos, herramientas, y técnicas con el objetivo de alcanzar, rentabilidad, competitividad, y satisfacción del cliente”. (Carreras & García, 2010)

Bases específicas de Lean Manufacturing; (Carreras & García, 2010).

Kaizen, el concepto de mejora continua en planta.

El control total de la calidad de cada uno de los procesos.

El Just in time.

Base en Kaizen

Según su creador, Kaizen significa “cambio para mejorar” determinar que no es solo un concepto para reducción de costos, sino que está dirigido a una cultura de cambio constante en la evolución de mejores prácticas operativas dentro de la empresa, es lo que se determina como “mejora continua”. (Carreras & García, 2010)

La mejora Kaizen tiene algunas características que la diferencian para la innovación. Lo que implica un progreso cuantitativo que genera un salto de nivel, que generalmente se produce por el trabajo de expertos, sin embargo, Kaizen, consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por cada empleado. (Carreras & García, 2010)

En la aplicabilidad de Kaizen comprende tres componentes determinantes: identificación (descubrir los problemas), generar ideas (encontrar ideas creativas), y posteriormente, tomar decisiones, implementarlas y comprobar su efecto. (Carreras & García, 2010)

Método práctico en aplicación de Kaizen.

Para la implementación de la filosofía Kaizen, se deben de crear grupos de trabajo, constituidos por técnicos, supervisores y operarios que aportan, desarrollan e implementan sus propias ideas dentro de su área de influencia, propiamente los equipos deben de reunirse dentro de la jornada laboral y el líder distribuye el trabajo a realizar, las reuniones pueden ser desarrolladas dentro de los principios del ciclo Deming o PDCA; observación los puntos débiles de la situación actual, análisis, propuesta la mejora, prueba de la mejora e implementación definitiva. (Carreras & García, 2010)

Segundo pilar el control total de la calidad.

Según Ishikawa, el control total de la calidad presenta tres características básicas.

Todos los departamentos participan del control de la calidad. El control de la calidad durante la fabricación (mediante el autocontrol y otras técnicas) reduce los costos de producción y los defectos, garantizar los costes bajos para el consumidor y la rentabilidad para la empresa. (Carreras & García, 2010)

“Todos los empleados, participan del control de la calidad, pero también se incluyen en esta actividad, proveedores, distribuidores y otras personas relacionados de la empresa”. (Carreras & García, 2010)

“El control de la calidad se encuentra totalmente integrado con las otras funciones de la empresa”. (Carreras & García, 2010)

Tercer Pilar El Just In Time (JIT).

El sistema de producción Just In Time fue desarrollado por Taiichi Ohno, primer viceministro de Toyota Motor Corporation, con el objetivo de conseguir una reducción en costos a través de la eliminación del despilfarro. Ohno empleo conceptos creados por Henry Ford y Walter Shewhart entre 1920 y 1930, desarrollar una filosofía de excelencia en la producción que ha superado todas las realizaciones anteriores. Debido a la ventaja que aporta fue adoptada por la mayor parte de industrias en Japón posteriormente en EEUU y Europa. (Carreras & García, 2010)

Con el JIT se pretende fabricar artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso, así por ejemplo, un proceso productivo se dice que funciona en JIT en el momento que se dispone de la habilidad para poner disposición de sus clientes los artículos exactos, en el plazo de tiempo y en las cantidades solicitadas. (Carreras & García, 2010)

Los sistemas push quedan desplazados por lo del tipo pull (tirar de la producción). Esta evolución permite pasar de vender lo que se produce a producir lo que se ha vendido. En un sistema pull el proceso siguiente el que recorre del anterior las piezas que necesita en la cantidad y el momento preciso, de esta manera los operarios solo producen artículos que son necesarios para el proceso siguiente. No ocurre como en los sistemas tradicionales, donde cada operario produce el máximo número de piezas a la mayor velocidad posible, aunque las operaciones siguientes, no las necesiten. (Carreras & García, 2010)

El resultado es que un sistema pull se reduce el tiempo de fabricación y la cantidad de productos semielaborados, también se logran poner de manifiesto problemas que permanecían ocultos, como los cuellos de botella. Otra gran ventaja que se presenta en un sistema pull es su simplicidad, ya que no necesita un control informático complejo, y además una vez implantado puede mejorarse gradualmente hasta alcanzar niveles altos de eficiencia. (Carreras & García, 2010)

Los desperdicios y los motivos generadores.

Puede resultar sorpresa el saber que, en muchos casos, solo el 5 al 10% de las actividades desarrolladas en la empresa agregan valor, el resto de las actividades pueden ser consideradas como actividades que no agregan valor, si somos capaces de eliminar progresivamente los desperdicios de la empresa, el éxito se marcará en cuanto a la competitividad. (Gómez, 2019)

La causa de los desperdicios radica generalmente en políticas y formas de pensar ancladas en el pasado, que no han sido revisadas y menos mejoradas, como consecuencia de los desperdicios en los procesos, es común que se deriven otras pérdidas, al ser estas más evidentes que los mismos desperdicios, entre las pérdidas más comunes podemos encontrar el tiempo, la pérdida de capacidad, la pérdida de recursos y finalmente la pérdida de oportunidades. (Gómez, 2019)

“Se define el despilfarro o el desperdicio como todo aquello que no añade valor al producto o servicio, que no es esencial en la cadena de valor” (Carreras & García, 2010)

Requisitos para atacar los desperdicios. (Gómez L. V., 2019)

Tener un sólido liderazgo

Tener la convicción de que hay que apoyar la capacitación continua

Tener gerentes adecuados a la realidad actual

Tener una visión clara del futuro de la organización

Tener planes y estrategias bien definidas

Difundir las estrategias entre todo el personal

Tener una conciencia bien definida sobre los desperdicios que afectan a la empresa

Estar conscientes del impacto que generan los desperdicios

Desperdicios o despilfarros

Los siete desperdicios que afectan negativamente la productividad deben de ser bien entendidos, decretados, y eliminados o minimizados, todos los días en una empresa e instituciones, es uno de los objetivos principales de Lean Manufacturing es conocer, detectar, y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios de la planta, ya que reducen diariamente la capacidad de la empresa (Gómez, 2019)

Para definir lo que es un desperdicio, es conveniente explicar primero qué son las actividades que agregan valor “VA”, los VA son aquello que directamente genera un cambio en lo que el cliente desea al grado que esté dispuesto a pagar por ese esfuerzo. (Gómez, 2019)

Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio, estos esfuerzos aumentan los costos y disminuyen el nivel del servicio, con lo que afectan los resultados obtenidos por la empresa, Toyota clasifica en siete grandes grupos los desperdicios. (Gómez, 2019)

Desperdicio de la Sobreproducción (Gómez L. V., 2019)

Desperdicios del Sobre inventario

Desperdicio de Productos defectuosos

Desperdicio de transporte de materiales y herramientas

Desperdicio de procesos innecesarios

Desperdicio de espera

Desperdicios de movimiento innecesario del personal.

Desperdicio de la sobreproducción; (Gómez L. V., 2019)

Básicamente significa:

Producir más rápido de lo requerido

Producir más lo necesario

Manufactura productos antes de lo que necesiten

Características de la sobreproducción; (Gómez L. V., 2019)

Gran cantidad de inventario en stock

Exceso de equipos de gran capacidad

Flujo de producción no balanceado

Excesivo espacio de almacenamiento

Presión sobre el incremento de la producción

No hay prisa para los problemas de la calidad

Fabricación anticipada

Sensación de ambientes de trabajo inseguros

Causas posibles; (Gómez L. V., 2019)

Procesos no capaces

No hay procedimientos de automatización

Tiempos de reparaciones demasiados largos

Programación inestable

Respuestas a las previsiones, no a las demandas

Falta de comunicación

Procesos con capacidad potencial muy baja

Solución para este tipo de desperdicio; (Gómez L. V., 2019)

Implementación del sistema pull

Operaciones simples de cambio de utillajes y herramientas (SMED)

Balanceo de la producción

Estandarizar un programa de operaciones para mantener el flujo continuo en el sistema de producción

Sobre inventario

“El Sobre inventario es cualquier material, producto en proceso o productos terminado, que exceda a lo que se necesita para satisfacer la demanda” (Gómez, 2019)

Pronósticos erróneos sobre la demanda esperada; (Gómez L. V., 2019)

Desequilibrio en la producción

Poca confianza en que no haya descompostura en la maquinaria empleada para la producción

Falta de entendimiento de capacidad de producción

Procesos separados por grandes distancias

Tiempos muy altos en la reparación o mantenimiento de las máquinas

Características de la Sobre inventario; (Gómez L. V., 2019)

Espacios grandes en la recepción de materiales

Permanencia de la primera entrada, en lugar de aplicar el principio, primero en entrar primero en salir

Grandes cantidades de producto a la espera de ser procesado

Espacios demasiados grandes destinadas a almacenamiento

Baja rotación de inventario

Necesidad de recurso adicionales para el manejo de los materiales

Causas de los sobre inventario; (Gómez L. V., 2019)

Falta de conocimiento de la velocidad con lo que se mueve la demanda real

Procesos inadecuados para satisfacer los requerimientos de los clientes

Cuellos de botella sin control

Programación excesiva de tiempo extra

Malas decisiones administrativas

No se logra la optimización del trabajo de las personas y de los centros de trabajo

Productos defectuosos

Se refiere a la pérdida de los recursos empleados para la producción de un servicio o artículo defectuoso, en los cuales se invierte, tiempo, mano de obra, máquinas, dinero, materiales, por lo que representa una pérdida de dinero, también pueden ser consideradas las repeticiones de las tareas, ya que bien el defecto pudo ser corregido, la repetición implica realizar un o más tareas dos o más veces, ocasionar las pérdidas económicas para la empresa (Gómez, 2019)

Características que generan los defectos; (Gómez L. V., 2019)

Demasiadas personas destinadas a inspección

Acumulación de inventario para ser reprocesado

Servicio de calidad cuestionable

Pocas ganancias debido a la repetición de tareas

Causas de los defectos y repetición de las tareas; (Gómez L. V., 2019)

Proceso ineficiente

Variación excesiva en el proceso

Bajo control en los procesos

Bajo control de los errores del personal

Decisiones administrativas inadecuadas

Capacitación inadecuada

Herramienta y equipo inadecuado

Altos niveles de inventario

No conocer los problemas de calidad.

Transporte de materiales y herramientas

Son todos los traslados de herramientas y materiales que no apoyan directamente el sistema de producción, mover los productos de un lado al otro de la planta no se traduce en un cambio para el cliente, pero si se representa en un coste, refiriéndose que, en el caso de transporte dentro de las instalaciones de la empresa, y no a la entrega del producto a los clientes. (Gómez, 2019)

Características del transporte de materiales y herramientas; (Gómez L. V., 2019)

Exceso de movimiento dentro de planta, ya sea en pallets, montacargas. Etc.

Exceso de sitios de almacenaje

Exceso de estantes de almacenamiento

Mal diseño de las instalaciones

Mal aprovechamiento de las instalaciones

Deficiente control de los inventarios

Demasiado personal en el traslado de los materiales

Distancias largas entre los almacenes y procesos

Causas del transporte de materiales y herramientas; (Gómez L. V., 2019)

Fabricación de lotes muy grandes

Programas de producción inconscientes y con muchos cambios

Falta de programas de producción

Falta de organización en el trabajo

Inventario excesivo de producto en proceso

Procesos innecesarios

Si bien dentro de la empresa se pueden encontrar siempre muchos procesos bien estandarizados, estos no siempre agregan directamente valor al cliente, la correcta gestión de este tipo de desperdicio debe ser su eliminación total, su combinación con otro proceso que si agregue valor, su reducción o incluso su simplificación, se puede referir como la eliminación, reducción, combinación y simplificación (Gómez, 2019)

Características de los procesos innecesarios; (Gómez L. V., 2019)

Cuellos de botella en cada proceso

Exceso de inspecciones o verificaciones en los procesos

Falta de equipos con dispositivos a pruebas de errores

Información excesiva (en el proceso se cuenta con muchos documentos que no se utilizan)

Causas de los procesos innecesarios; (Gómez L. V., 2019)

Mala interpretación de los procesos

Se realizan cambios en ingeniería, pero no se realizan cambios en los procesos

Tecnología nueva mal utilizada

Toma de decisiones a niveles incorrectos

No se cuenta con una definición del proceso productivo, ni del flujo del proceso

Espera

Se define al desperdicio de espera al tiempo que se pierde al momento que un operador espera que la máquina termine de realizar el trabajo, las maquinas tienen que esperar que el operador realice algún ajuste, incluso cuando la máquina y el operador están a la espera de materiales, herramientas o instrucciones, todo lo que implica un desperdicio de tiempo que se traduce a pérdidas de dinero. (Gómez, 2019)

Características de la espera; (Gómez L. V., 2019)

El operador espera que la máquina termine su tiempo de ciclo

La máquina espera el operador termine su ciclo

Los tiempos de cambio de producto o herramientas obligan a los operadores a esperar

Una persona espera a otra para empezar su trabajo

Las personas y la máquina están a la espera de instrucciones, de un programa o de materiales

Despreocupación por los errores de los equipos.

Paros inesperados en planta

Causas de la espera; (Gómez L. V., 2019)

Poco control de la producción

Mala programación de la producción

Desequilibrio de las operaciones

Programación inadecuada de tiempos extras

Falta de capacitación de los operadores

Movimientos innecesarios del personal

Se define al traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, sin que ello sea indispensable para aportar valor al producto o servicio sin aportar a las actividades que agregan valor, otro ejemplo muy recurrente en el movimiento de las personas son las búsquedas de herramientas, materiales o información, todos los movimientos además de los indispensables son innecesarios para agregarle valor al producto o servicio (Gómez, 2019)p

Características de los movimientos innecesarios de las personas; (Gómez L. V., 2019)

Se emplea mucho tiempo en localizar materiales

Se emplea mucho tiempo en localizar personas e instrucciones

Se emplea mucho tiempo en localizar herramientas

Se realiza esfuerzos para alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.

Causas innecesarias de los movimientos de las personas (Gómez L. V., 2019)

Distribución inadecuada de la planta

Mala organización del área de trabajo

Métodos de trabajo mal definidos o sin actualizar

Los equipos de los trabajadores a su máxima capacidad

Poco control de la producción

También existen otros grandes desperdicios en planta

“Además de los siete grandes desperdicios propuestos por Toyota, es importante presentar cuya detección también poder de utilidad en las empresas” (Gómez, 2019)

Desperdicio de energía (Vapor, combustible, electricidad)

Gastos excesivos por falta de liderazgo y control

Mala comunicación

Desperdicio de habilidades de las personas (Gómez L. V., 2019)

¿Qué se debe de hacer para eliminar los desperdicios?

Para poder tener la capacidad de identificar cada uno de los desperdicios, la empresa debe de realizar un detallado análisis a cada una de las actividades de los procesos, con guía para la detección de los desperdicios, y determinar las áreas de oportunidad de mejora, es importante que el analista de datos a recolectar deber estar en el proceso, debe entender el proceso, para poder identificar toda actividad que no agrega valor al producto o servicio (Gómez, 2019)

Programa de sugerencias del personal

Para que un proceso de eliminación de prácticas desperdiciadoras y el efecto de Lean Manufacturing se manifiesten en una reducción de costos y tenga éxito es necesario que todos los empleados de la organización aporten ideas de la mejora en todas las áreas de la empresa y que la responsabilidad sea compartida (Gómez, 2019)

Value Stream Mapping VSM. Cartografía de la cadena de Valor

Cadena de valor es el conjunto de acciones (tanto de valor agregado como las que no agregan valor) que se necesitan actualmente para mover un producto a través de los principales flujos esenciales de la empresa, 1) El Flujo de producción, desde la materia prima hasta las manos del consumidor. 2) el flujo del diseño, desde el concepto hasta el lanzamiento. (Mike Rother, 1999)

La metodología del mapa de la cadena de valor es una herramienta de papel y lápiz que le ayuda a ver y comprender el flujo del material e información mientras el producto pasa por la cadena de valor. Lo que queremos decir con cartografía de la cadena de valor es sencillo, se debe de seguir el camino de producción de un producto desde el cliente hasta el proveedor, y dibuje cuidadosamente una representación visual de cada uno de los procesos en el flujo de material e información. Entonces formule un conjunto de preguntas claves y dibuje un mapa del estado “futuro”. De cómo debería fluir el valor. (Mike Rother, 1999)

¿Por qué la cartografía de la cadena de valor es una herramienta esencial? (Mike Rother, 1999)

Ayuda a visualizar más allá del proceso de un solo nivel, como el ensamblaje, la soldadura, etc., en la producción. Usted puede ver el flujo. (Mike Rother, 1999).

Le ayuda a ver algo más que el desperdicio. Los mapas le ayudan a ver las fuentes de desperdicio en su cadena de valor. (Mike Rother, 1999).

Suministra un lenguaje común para hablar acerca de los procesos de fabricación.

Poner en relieve las decisiones acerca del flujo, de manera tal que usted puede discutir las, de no ser así, muchos detalles y decisiones en el taller simplemente ocurren por omisión. (Mike Rother, 1999)

Vincula los conceptos y las técnicas lean, lo que ayuda a evitar la selección aleatoria. (Mike Rother, 1999)

Forma base de un plan de ejecución. Al ayudar a diseñar cómo debería funcionar el flujo completo de puerta a puerta, una pieza que falta en muchos intentos de poner en práctica el método lean, los mapas de valor se convierten en planos para la implementación del método lean. (Mike Rother, 1999)

Muestra el enlace entre el flujo de información y el de material, ninguna otra herramienta hace esto. (Mike Rother, 1999)

Es mucho más útil que las herramientas cuantitativas y los diagramas formales que generan un conjunto de pasos sin valor agregado, plazos de entrega, distancia recorrida, la cantidad de inventario, etc. La cartografía de la cadena de valor es una herramienta cualitativa por medio de la cual usted describe detalladamente cómo debería funcionar su establecimiento (Mike Rother, 1999)

Uso de la herramienta cartográfica.

La cartografía de la cadena de valor puede ser una herramienta de comunicación, de planificación comercial y también una herramienta para gestionar su proceso de cambio, la mejora manera de aprender a dibujar es practicar formalmente al principio hasta que lo pueda usar de manera natural. (Mike Rother, 1999)

El primer paso es dibujar el estado actual, lo cual se hace recopilando la información en el taller. Esto aporta la información necesaria para desarrollar el estado futuro, a medida que se traza el estado actual, al momento de surgir más ideas sobre el estado futuro frecuentemente le aportará información importante acerca del estado actual a la que usted no había prestado atención. (Mike Rother, 1999)

El paso final es preparar y comenzar a usar activamente un plan de ejecución que describa, en una página, como se piensa lograr el estado futuro. Entonces, a medida que su estado futuro se va convertir en realidad, se debería dibujar un nuevo mapa de estado futuro, lo que significa mejoramiento continuo nivel de la cadena de valor, siempre debe diseñarse un mapa de estado futuro. (Mike Rother, 1999)

Trazado del mapa del estado actual

Hay que comenzar por analizar la situación de la producción actual. Se utilizan un conjunto de símbolos, o íconos, para representar los procesos y los flujos, una vez que observe en categorías generales el flujo dentro de su fábrica, podrá cambiar la escala, a una más pequeña para representar cada etapa dentro de una misma categoría de procesos, o al contrario, a una escala más grande, para incorporar la cadena de valor. (Mike Rother, 1999)

Consejos útiles para trazar mapas; (Mike Rother, 1999)

Siempre debe de recoger usted mismo la información del estado actual recorrer a pie el trayecto de los flujos de material e información.

Comience por caminar rápidamente a lo largo de la cadena de valor entera, de puerta a puerta, con objeto de hacerse una idea del flujo y la secuencia de los procesos, después de la inspección rápida, regrésese y obtenga la información necesaria de cada puesto. (Mike Rother, 1999)

Tome el proceso de expedición como punto de partida y vaya hacia atrás, en el lugar de comenzar en el andén de recepción de materia prima y caminar hacia adelante. De esta manera comenzará por los procesos que estén más directamente relacionados con el cliente, que es quien debe de marcar el ritmo de los demás procesos. (Mike Rother, 1999)

Tenga su cronometro a la mano y confíe solamente en el tiempo y la información que obtenga.

Trace personalmente el mapa de la cadena de valor completa, incluso si participan otras personas. La finalidad de los mapas de cadenas de valor es comprender el flujo completo, si distintas personas dibujan partes del mapa, nadie comprenderá lo suficiente. (Mike Rother, 1999)

Siempre trace sus mapas a mano, con lápiz, comience su diseño en borrador en el taller a medida que vaya desarrollar su estado actual, y páselo en limpio más tarde, nuevamente, a mano y con lápiz. (Mike Rother, 1999)

Heijunka: El ritmo de la producción.

“Es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectado toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes. La palabra japonesa Heijunka significa literalmente “trabaje llano y nivelado” (Carreras & García, 2010)

Objetivos de la técnica Heijunka:

“Los objetivos que persiguen las técnicas Heijunka o también denominadas “de la producción nivelada” en un entorno de lean Manufacturing, son fundamentales los siguientes aspectos” (Carreras & García, 2010)

Mejorar la respuesta frente al cliente, con una producción nivelada, el cliente recibe el producto a medid que lo demanda, a diferencia de tener que esperar a que se produzca un lote.

Estabilizar la plantilla de la empresa, al conseguir nivelar la producción.

Reducir el stock de materia prima y materia prima auxiliar, porque con la producción nivelada se produce en pequeños lotes y se facilitan los envíos frecuentes por parte de los proveedores.

Reducir el stock de producto acabado, porque con la producción nivelada existe un tiempo de espera menor entre la producción y la demanda de un producto.

Incrementar la flexibilidad de la planta. Una producción nivelada se adapta mejor a pequeñas variaciones qué puedan experimentar a la demanda. (Carreras & García, 2010)

La producción nivelada parte de la demanda mensual de un producto, con ella es posible determinar las unidades a producir diariamente y los tiempos de cambio. Un sistema de producción nivelado balancea diariamente la producción de todos los productos para conseguir un el apreciado flujo continuo. (Carreras & García, 2010)

Fases de la nivelación de la demanda

Nivelación de la cantidad total de la producción.

Nivelación de la producción de cada modelo.

Nivelación de la producción de cada modelo

“En el momento que se nivela la cantidad total de la producción, se puede nivelar la producción de cada modelo mediante la preparación rápida o el cambio de producto, y establecer la secuencia de producción” (Gómez, 2019)

¿Por qué se implementa Heijunka?

Beneficios de implementar heijunka

Evita la sobreproducción

Establece completamente el sistema de jalar

Nivela la producción en la cadena en mezcla de producción y volumen de producción (Gómez, 2019)

¿Cuándo se utilizar Heijunka?

“En el momento que se requiere mayor precisión en la planificación de la producción para evitar inventarios excesivos” (Gómez, 2019)

¿Cuándo puede tardar implementa Heijunka?

“Puede transcurrir un periodo de 4 a 6 meses” (Gómez, 2019)

Procedimiento para implementar Heijunka

Determinar el tiempo TAKT. Ritmo de producción.

Determinar el Lead Time de producción

Establecer el ritmo de producción

Crear el modelo heijunka (Gómez L. V., 2019)

Takt Time “Ritmo de producción”

A partir de los datos sobre el pedido de los clientes, se determina el takt time, que se deduce de dicha demanda, de la misma manera, marca un ritmo de la demanda del cliente, se define como el tiempo en que un pieza deber de ser producida, sucede que es la frecuencia con la cual un producto sale de la línea de producción (Carreras & García, 2010)

La producción requerida determina el Takt time

La operación debe de diseñarse en base a la información del Takt time

El takt time definirá todo el resto del flujo; (Carreras & García, 2010)

Operarios necesarios en la línea de operación

Frecuencia de alimentación de línea

Equipo necesario en operación

$$\text{Takt} = \frac{\text{Tiempo de trabajo}}{\text{Producción requerida}} = \frac{\text{Tiempo del turno} - \text{Tiempo no productivo}}{\text{Producción} - \text{Número de piezas scrap}}$$

Los beneficios del takt time se pueden observar en; (Carreras & García, 2010)

Un ritmo estable de producción nivelada

No hay exceso de producción

Un flujo estable y nivelado

Un número correcto de operario en cada proceso

Una mayor capacidad para planificar otras actividades en la producción

Mejor control del producto en proceso.

Lead Time, Tiempo de paso.

Es el que necesita una operación para producir y entregar una cantidad conjunta de trabajo en curso de producción a una operación, es el tiempo de paso es, por tanto, el producto del takt time (definido por la demanda) por la cantidad conjunta (definida por la empresa) (Carreras & García, 2010) pag.:80.

Tiempo de paso = (Takt time) * (Cantidad a entregar conjuntamente)

Cálculo de número de operarios.

Dado que el tiempo de ciclo es el tiempo total necesario para producir una pieza, es decir, es la suma de los tiempos de ciclo individuales de las operaciones de un proceso, conviene no confundir la medición del tiempo de ciclo con el takt time, que es la medición de la demanda de los clientes. A partir del tiempo de ciclo y del takt time se puede calcular teóricamente, el número de operarios o de estaciones de trabajo necesarios para satisfacer la demanda. (Carreras & García, 2010)

$$\text{Número teórico de operarios necesario} = \frac{\text{Tiempo de Ciclo}}{\text{Takt Time}}$$

Técnicas Kanban, Sistema de Jalar de la producción.

“El flujo pull significa que el material se sustituye en el proceso al mismo ritmo que se consume. El sistema pull se refiere a dos cosas” (Carreras & García, 2010)pág.:95.

El sistema físico en el que se tira del material en vez de empujarlo por el sistema.

El procedimiento que se utiliza para indicar cuándo se necesita más material entre líneas y procesos separados se conoce como Kanban (Carreras & García, 2010)

Objetivos mediante la implementación de un sistema pull mediante la utilización de señales kanban son los siguientes; (Carreras & García, 2010)

Simplificar tareas administrativas de la organización de la producción y el lanzamiento de las órdenes de aprovisionamiento a los proveedores.

Regular y reducir el nivel de stocks.

Incentivar la mejora de los métodos y la reducción de stocks porque la disminución de inventarios de productos intermediarios facilita la localización de problemas (cuellos de botella, averías, defectos de la calidad, etc.)

Implantar un sistema de control visual que ayude a la localización de problemas de producción.

Mejora el flujo continuo en producción, balancear y nivelar los procesos mediante el sistema pull.

¿Qué es un sistema Kanban?

Se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basada en tarjetas (Carreras & García, 2010)

El kanban de producción indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior.

El kanban de transporte indica qué y cuánto material retirará del proceso anterior. (Carreras & García, 2010)

¿Por qué implementar kanban? (Gómez L. V., 2019)

Evita la sobreproducción

Permite trabajar con varios inventarios

Garantiza a los clientes que recibirán los productos a tiempo

Es un sistema visual que permite comparar lo que se fabrica con lo que el cliente requiere

Elimina las complejidades de la programación de producción

Proporcionar un sistema común para mover materiales en la planta.

¿Cuándo utilizar kanban?

Es necesario estructurar un sistema de control de materiales y administración de la producción debido a la alta mezcla de productos y los volúmenes de producción que tienden a ser menores.

En el momento que se han introducido las variables de disponibilidad de los equipos, orden y limpieza, cambios rápidos y lotes de producto mínimos, y las condiciones se prestan para aplicar Kanban (Gómez, 2019)

¿Tiempo necesario para implementar kanban?

“La implementación de kanban dura aproximadamente de una a doce semanas”
(Gómez, 2019)

Procedimiento de implementación de kanban; (Gómez L. V., 2019)

Seleccionar los números de parte que se van a establecer en kanban

Calcular la cantidad de piezas por kanban

Elegir el tipo de señal y el tipo de contenedores estándar

Hacer un seguimiento al material en proceso.

Reglas de kanban; (Gómez L. V., 2019)

No se trasladan productos defectuosos al siguiente proceso

Se retira un kanban al momento que un proceso retira piezas del proceso anterior

Los procesos anteriores fabrican piezas en las cantidades específicas

Nada se produce o se mueve sin kanban

El kanban hace la función de una orden de producción adherida a los artículos.

Técnica SMED “cambio rápido de herramienta”

La técnica SMED (single minute exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tiene por objetivo la reducción de tiempo de cambio o mantenimiento. El tiempo se define como el tiempo entre el paro y arranque de máquina, ya sea por cambio de moldes o mantenimientos (Carreras & García, 2010)

¿Cuándo podemos utilizar SMED?

Se utiliza al momento que se quiere reducir el tiempo de ciclo, entre cambio de herramienta o mantenimiento, aprovechar al máximo el tiempo disponible para producir y utilizar menos tiempo (Gómez, 2019)

Funcionalidades de aplicar SMED (Gómez L. V., 2019)

Aumentar la capacidad de producción

Reducciones perdidas de materia prima

Disminución de los inventarios

Reducción en tiempo de entrega

Minimiza el tiempo perdido durante cambio o mantenimiento.

¿Tiempo necesario en implementación de SMED?

La aplicación de un evento SMED puede tardar de 3 a 5 días, más dos meses promedio de seguimiento y medición a la mejora (Gómez, 2019)

Procedimiento que seguir para la implementación de SMED (Gómez L. V., 2019)

Realizar un estudio al mapa de la cadena de valor, el cual deberá de ser usado para determinar los desperdicios los cuales generan que sean cambios largos

Definir una máquina y proceso en el cual se llevará a cabo el proyecto

Establecer un equipo multidisciplinario de personas de diferentes áreas

Programar la mejora según la proyección de mantenimiento

Realizar una introducción al tema de cambios rápidos para el personal que integran el equipo de la mejora.

Durante se realicé el proyecto; (Gómez L. V., 2019)

Realizar los siguientes pasos mientras dure el proyecto;

Observar y medir el tiempo de cambio

Separar actividades internas y externas

Modificar actividades internas por externas para ser trabajadas fuera de paro

Definir el nuevo procedimiento.

Técnica TPM “Mantenimiento productivo total”

El mantenimiento es un proceso de soporte a las empresas, qué endémicamente es visto como un gasto, y de ahí que se tienda a su reducción o bien a la externalización de los servicios de mantenimiento, sin valorar el impacto que este puede tener en la mejora continua de los procesos (Arbós & Martínez, 2010)

El TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, considerar los siguientes objetivos;

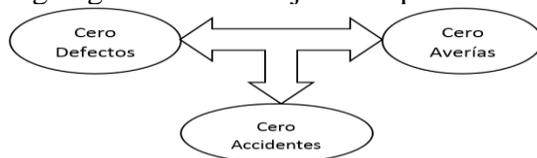
Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta, incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar el objetivo con éxito. (Arbós & Martínez, 2010)

Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos es lo que se da a conocer como objetivo;

Eficiencia Global: Producción + Gestión de Equipos

Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos;

Organigrama 14: Objetivos para facilitar la eliminación de las pérdidas.



Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)

Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo. (Arbós & Martínez, 2010)

“Aplicación de los sistemas de gestión a todos aspectos de la producción, incluir diseño y desarrollo, ventas y dirección” (Arbós & Martínez, 2010)

El mantenimiento productivo total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: La participación del personal de la planta., eficacia total, sistema total gestión del mantenimiento de equipos(Arbós & Martínez, 2010)

Participación total del personal; (Arbós & Martínez, 2010)

Implicación total de la dirección

Trabajo en equipo, equipos multidisciplinarios

Estrecha cooperación entre operarios: Producción-Mantenimiento

Orientación a mejora de procesos y no ha resultados de departamento.

Eficacia total; (Arbós & Martínez, 2010)

Máximo rendimiento de los equipos

Máxima rentabilidad económica

Alineación de los objetivos de los procesos, con los objetivos estratégicos de la compañía.

Sistema total de gestión del mantenimiento; (Arbós & Martínez, 2010)

Diseño robusto y orientado a hacerlo accesible a mantenimiento

Mantenimiento correctivo eficaz, registro, recambios, y documentación.

Evolución temporal; (Arbós & Martínez, 2010)

Mantenimiento Correctivo MC

Mantenimiento Preventivo PM

Mantenimiento Productivo PM

Mantenimiento Productivo Total TPM.

Previsión de mantenimiento MP; en el diseño de equipos

Mejora de mantenibilidad MI; aplicación de mejoras a los equipos que estén en producción

Mantenimiento Preventivo PM; permita prever y evitar problemas y averías

Mantenimiento Autónomo MA; Llevado a cabo por los operarios en sus puestos de trabajo (Arbós & Martínez, 2010)

Cuadro 6: características de los diferentes tipos de mantenimientos

CARACTERÍSTICAS SISTEMAS GESTIÓN MANTENIMIENTO	Diseño equipos. Previsión Mantenimiento (MP)	Mejora equipos. Mejora Mantenibilidad (MI)	Previsión problemas. Mantenimiento Preventivo (PM)	Prevención / Corrección por operario. Mant. Autónomo (PM)
Mantenimiento Correctivo (CM)	No	No	No	No
Mantenimiento Preventivo (PM)	No	No	Incluido	No
Mantenimiento Productivo (PM)	No	No	Incluido	Incluido
Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Incluido	Incluido	Incluido	Incluido

Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)

Los objetivos serán; (Arbós & Martínez, 2010)

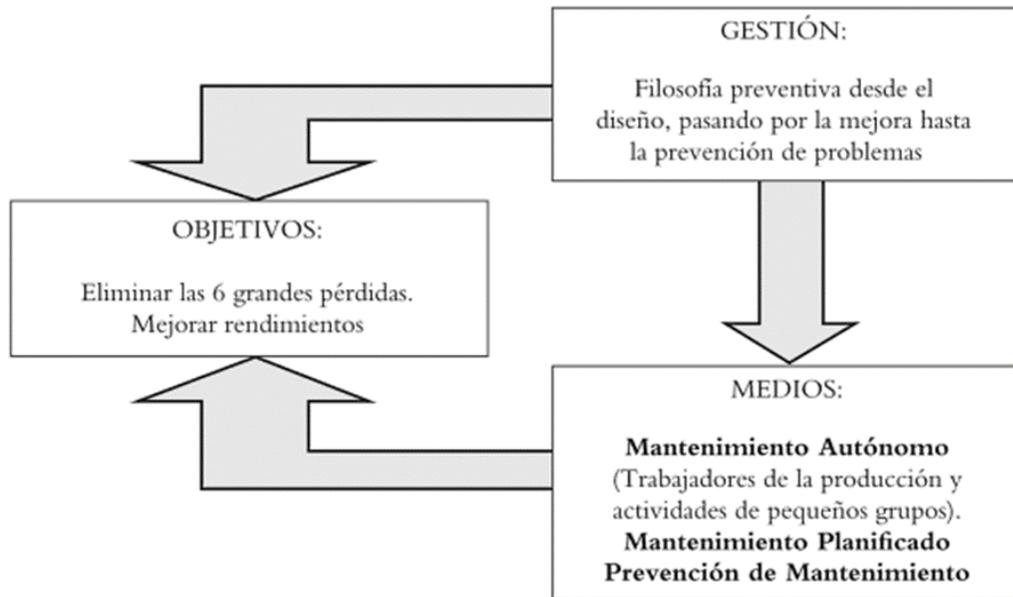
Puntos para minimizar; Reducción de costes: Cero actividades o incorporarse sin valor añadido

Stock mínimo; Cero materiales no procesados (coordinación total)

Calidad total: cero defectos

Máxima productividad; cero despilfarros

Organigrama 15: Características básicas del TPM



Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)

“Introducción de un sistema eficiente de mantenimiento productivo con participación de todo el personal de producción, y con el objetivo de mejorar la eficiencia alcanzaba de forma continua” (Arbós & Martínez, 2010)

“Introducción de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la aplicación del mantenimiento basado en el tiempo (TBM) y el basado en las condiciones con el objetivo de progresar en la consecución de cero averías” (Arbós & Martínez, 2010)

“Involucrar a toda la organización empresarial en los objetivos TPM y comprometer a todo el personal en su atención, incluida la alta dirección” (Arbós & Martínez, 2010)

La aplicación del TPM garantiza a las empresas excelentes resultados; (Arbós & Martínez, 2010)

Productividad de equipos

Mejoras corporativas

Preparación del personal

Transformación del puesto de trabajo

Mejora en la comunicación interna.

Los desperdicios de los sistemas productivos y su correlación con una adecuada gestión del mantenimiento en su más amplio sentido

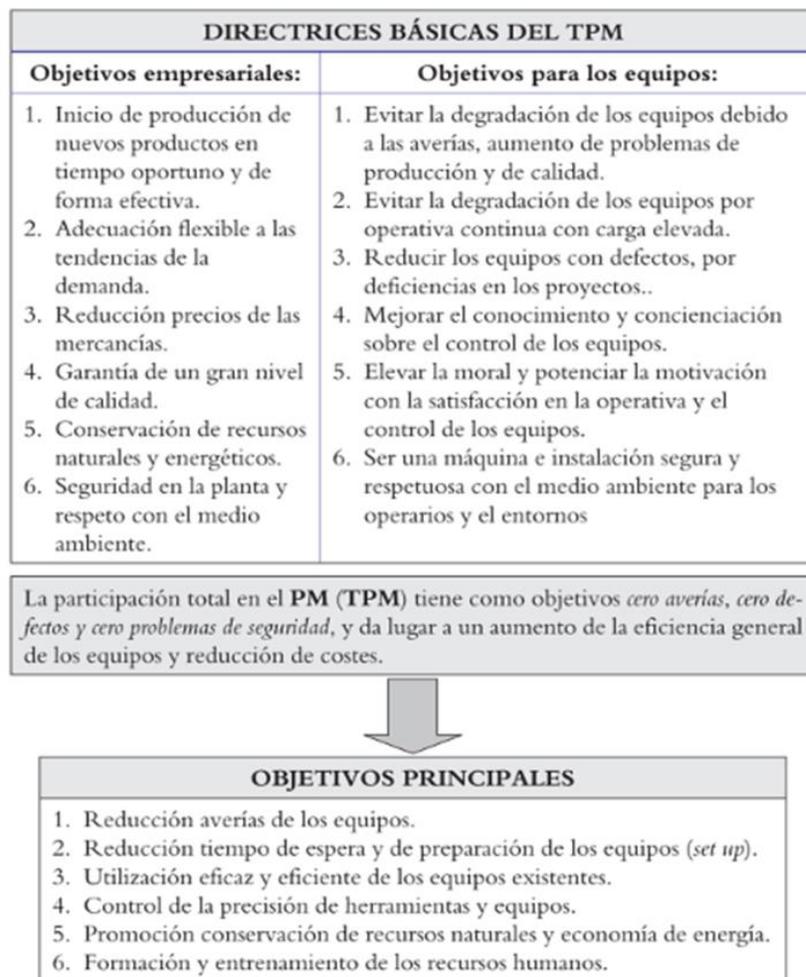
Cuadro No. 7; Comparación TPM

Objetivos del TPM «Cero Averías»	Objetivos del JIT «Cero Despilfarros»
Pretende eliminar:	Pretende eliminar:
Tiempos muertos o de paro	– Esperas – <i>Stocks</i>
Funcionamiento a baja velocidad	– Transportes innecesarios – Movimientos inadecuados o innecesarios – Procesos inadecuados
Disfunciones y defectos	– Defectos de calidad – Reprocesos

Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)pág.:43.

El objetivo de cero defectos y cero averías que tiene por meta el TPM. esta directamente en línea con estas tendencias; se intenta evitar y reducir todo proceso que no añada valor resultante al proceso productivo, y se busca la reducción de costes y el incremento del rendimiento de los equipos (Arbós & Martínez, 2010)

Organigrama No. 16: Implementación de un programa de TPM



Fuente: (Arbós & Martínez, 2010)

Jidoka “La garantía de la alta calidad”

Objetivo;

La calidad total consiste en satisfacer completamente las necesidades de los clientes, tanto internos como externos, al mismo tiempo que las de los empleados, y sobre todo con el menor de los costes, derivado que la actividad diaria es la base del despliegue de las políticas, deber enfatizarse la motivación del personal para poder lograr las metas pretendidas. (Carreras & García, 2010)

“La calidad total se define como un compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las cosas, bien a la primera” (Carreras & García, 2010)

La calidad total se logra a través de mediciones constantes, supervisión y esfuerzo continuo, necesarios cambios sistemáticos en el enfoque de la gerencia, redefinición de cargos y estructuras organizativas, aprendizaje de nuevas habilidades por parte de cada empleado y reorientación de objetivos (Carreras & García, 2010)

Al ser un nuevo enfoque de gestión, con la calidad total se modifican radicalmente los siguientes aspectos al sistema, empresarial:

Los valores y las prioridades que guían a la dirección de la empresa

Las lógicas predominantes en la gestión de la actividad empresarial

Las técnicas aplicadas por el personal

El papel de los directivos y operadores (Carreras & García, 2010)

En la base de la calidad total se encuentra el nuevo significado, nuevo y más rico, de la palabra calidad. La calidad es: satisfacción del cliente, prevención, se deben de solucionar los problemas antes que se produzcan e incorporar la excelencia en el servicio o productos, atención a los clientes internos, flexibilidad predisposición para cambiar y así hacer frente a las exigencias, eficiencia hacer la cosas correctamente y de forma correcta. (Carreras & García, 2010)

Control autónomo de defectos Jidoka

Para el éxito es fundamental la delegación de la autoridad a los operarios, significa que tienen la libertad para tomar iniciativas en la solución de los problemas de producción, en lugar de aplicar la autorización de los directivos, los trabajadores deben de tener la autonomía para parar la producción en cualquier momento en que se detecten problemas de seguridad , calidad o mal funcionamiento de máquinas. (Carreras & García, 2010)

Jidoka

Jidoka es el nombre que recibe, en japonés, el sistema de control autónomo de defectos, basado en que un empleado puede parar la máquina si algo va mal. Jidoka es la palabra que significa dar la responsabilidad a cada operario para aquello que realiza en su entorno de trabajo, transferir a la máquina esa característica o habilidad jidoka que la hacer algo más que una máquina automática (Carreras & García, 2010)

Dónde podemos aplicar Jidoka

Producto, sirve para detectar posibles errores en el diseño de productos y anticiparse al efecto que pueden tener en el proceso de fabricación.

Proceso: es un análisis de los errores que pueden suceder en cada etapa del proceso y se utiliza para prevenir que esos fallos tengan defectos tengan efectos negativos en el usuario del producto o servicio o en etapas posteriores del proceso (Gómez, 2019)

¿Para qué implementamos Jidoka? (Gómez L. V., 2019)

Conocer a fondo un proceso

Incluir la información como base de la capacitación en operaciones

Identificar los posibles errores en un proceso o producto

Establecer los efectos de cada error que pudiera producirse

Evaluar el nivel de gravedad de efectos

Identificar las causas posibles de los errores

Establecer el mecanismo de fiabilidad de nuestros mecanismos de detección de errores

Documentar acciones para reducir riesgos

Entender la mecánica que crea los defectos y los errores

Almacenar el conocimiento generado en una empresa

Detectar oportunidad para iniciar proyectos de mejora.

¿Cuándo podemos utilizar Jidoka? (Gómez L. V., 2019)

Al diseñar productos o servicios

Al diseñar procesos

Evitar que se produzcan problemas por errores

En el momento que se han documentar los procesos

Se defina que es necesario capacitar a los operadores en un proceso.

Tiempo de implementación;

“De uno a cuatro días en una fase inicial, al ser un documento vivo, nunca se termina, que siempre existe el aprendizaje y continuamente se puede estar alimentar” (Gómez, 2019)

Procedimiento para llevar a cabo; (Gómez L. V., 2019)

Desarrollar el mapa del proceso

Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso, el producto, etc.

Determinar los pasos clave del proceso

Determinar los errores potenciales de cada paso, definir los efectos de los fallos y evaluar su nivel de severidad

Identificar las causas de cada error y evaluar la ocurrencia de los fallos

Indicar los controles que se tienen para detectar errores y evaluarlos

Obtener el número de prioridad para cada error y tomar decisiones.

La garantía de la alta calidad constituye un pilar en el contexto de lean manufacturing, para evitar despilfarros en forma de unidades defectuosas, y hacer las cosas bien a la primera, su razón de ser en la calidad asegurada, para tener la certeza de cada proceso únicamente proporcionará al proceso siguiente unidades aceptables (Carreras & García, 2010)

Técnica Lean 5's.

“Una herramienta básica y fundamental en Lean Manufacturing, es un método de organización y estructura técnica para deshacerse del desorden y el desperdicio, la limpieza el orden y el tener un lugar dispuesto para cada cosa en un área de trabajo” (Gómez M. F., 2014)

Los nombres en japonés y su significado; (Gómez M. F., 2014)

Seiri “Clasificar las cosas”

Seiton “Ordenar las cosas en un orden particular”

Seiso “Limpiar diariamente”

Seiketsu “Estandarizar”

Shitsuke “Sustentabilidad”

Como involucrar las técnicas en las áreas de trabajo

“Seiri “separar” Apartar las cosas útiles de las inútiles, con esto buscamos eliminar lo inservible” (Gómez M. F., 2014)

“Seiton “Ordenar” Colocar las cosas útiles de forma tal que todas las personas en el área de trabajo entiendan cuál es su lugar” (Gómez M. F., 2014)

“Seiso “Limpiar” Efectuar una limpieza inteligente del puesto de trabajo” (Gómez M. F., 2014)

“Seiketsu “Estandarizar” Comunicar el estándar y las condiciones operativas a todo el mundo de la manera más simple posible” (Gómez M. F., 2014)

“Shitsuke “Respetar” Respetar los estándares para mantener y mejorar las condiciones definidas” (Gómez M. F., 2014)

Los principales objetivos de las 5´s Son; (Gómez M. F., 2014)

Utilizar de forma óptima el espacio disponible

Reducir errores y defectos

Reducir las paradas y el desgaste de las máquinas e instalaciones

Reducir el tiempo de búsqueda de los materiales

Reducir el movimiento innecesario de materiales

Mejorar el control del proceso

Definir y asegurara el cumplimiento de los estándares de operación

Crear en las personas el hábito de mantener su puesto de trabajo ordenado y limpio.

Las 5's son un puente que conduce a otras mejoras, ya que a partir de las 5's hay que seguir adelante con los cero defectos, la reducción de los costes y otras actividades de mejora. Esto quiere decir, por ejemplo, que una vez que está la fábrica ordenada y limpia, saldrán a la luz infinidad de mejoras y sobre todo el ambiente y la armonía de los trabajadores (Carreras & García, 2010)

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing”, se identificó 1 población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, la cual (Coordinador de Operaciones, Supervisores de Operaciones y Asistente de Operaciones, del departamento de Operaciones de la planta de Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.) se direccionó a obtener información sobre el efecto y causa, respectivamente. Se trabajó la técnica del censo, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto y causa se trabajó con 8 miembros del departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez se comprueba la variable X o causa.

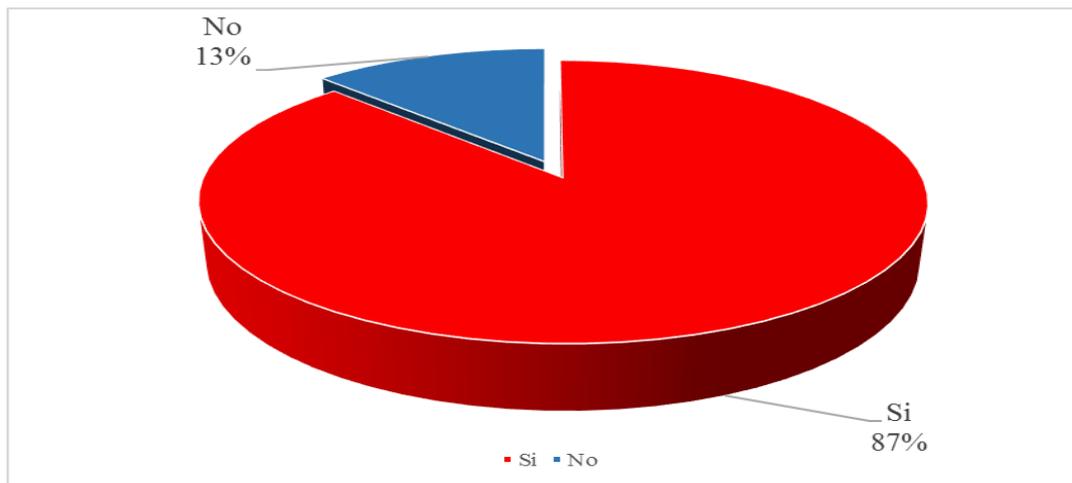
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 8: Profesionales que indican que existe baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	7	87
No	1	13
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 1: Profesionales que indican que existe baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

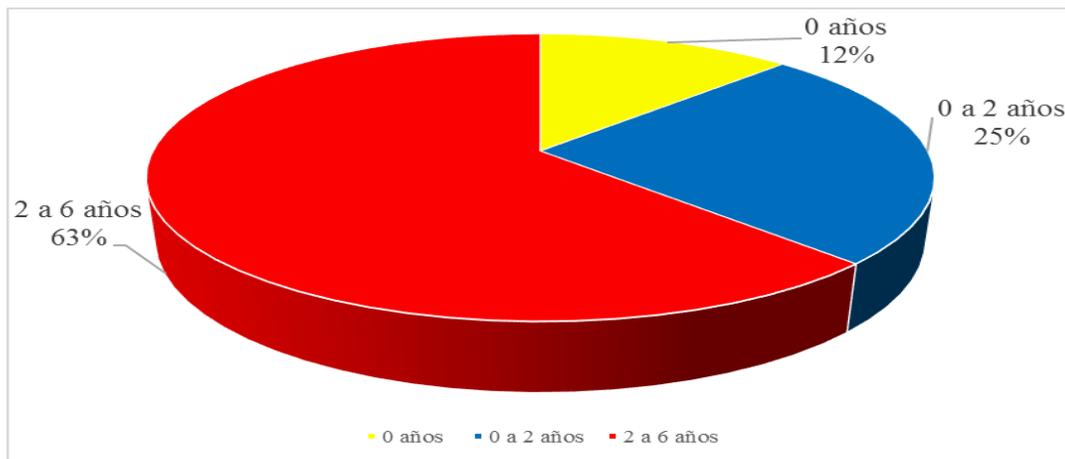
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar que, si existe baja productividad en los últimos cinco años, mientras que la minoría argumenta la situación contraria.

Cuadro 9: Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 años	1	13
0 a 2 años	2	25
2 a 6 años	5	63
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermino de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 2: Conocimiento si desde hace años ha notado la baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermino de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

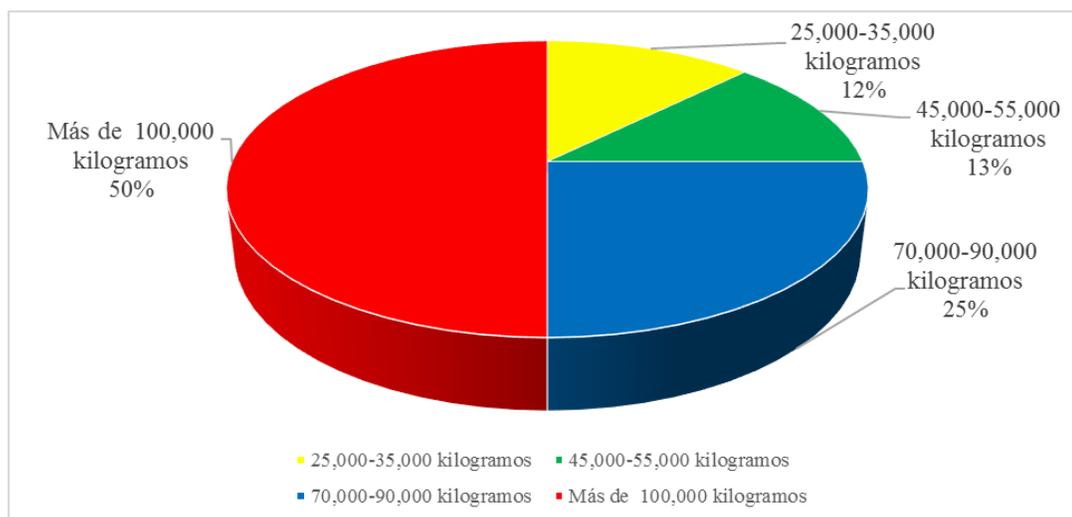
El efecto se confirma mediante la opinión del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar primeramente que, de 2 a 6 años, se tiene baja productividad; en segundo plano argumentan que la productividad existe desde 0 a 2 años y finalmente posicionan que no existe baja productividad.

Cuadro 10: Baja de productividad en kilogramos reportada por el departamento de operaciones en el último año.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
25,000-35,000 kilogramos	1	13
45,000-55,000 kilogramos	1	13
70,000-90,000 kilogramos	2	25
Más de 100,000 kilogramos	4	50
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 3: Baja de productividad en kilogramos reportada por el departamento de operaciones en el último año.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

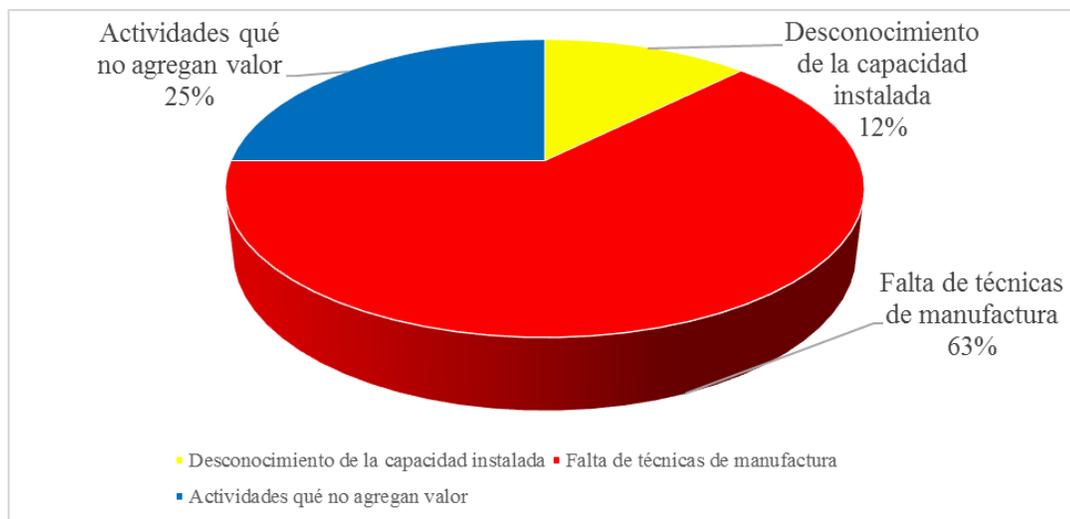
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar que, si ha disminuido la cantidad de kilogramos procesados durante los últimos cinco años.

Cuadro 11: Causas de la baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Desconocimiento de la capacidad instalada.	1	13
Falta de técnicas de manufactura.	5	63
Actividades que no agregan valor.	2	25
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 4: Causas de la baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

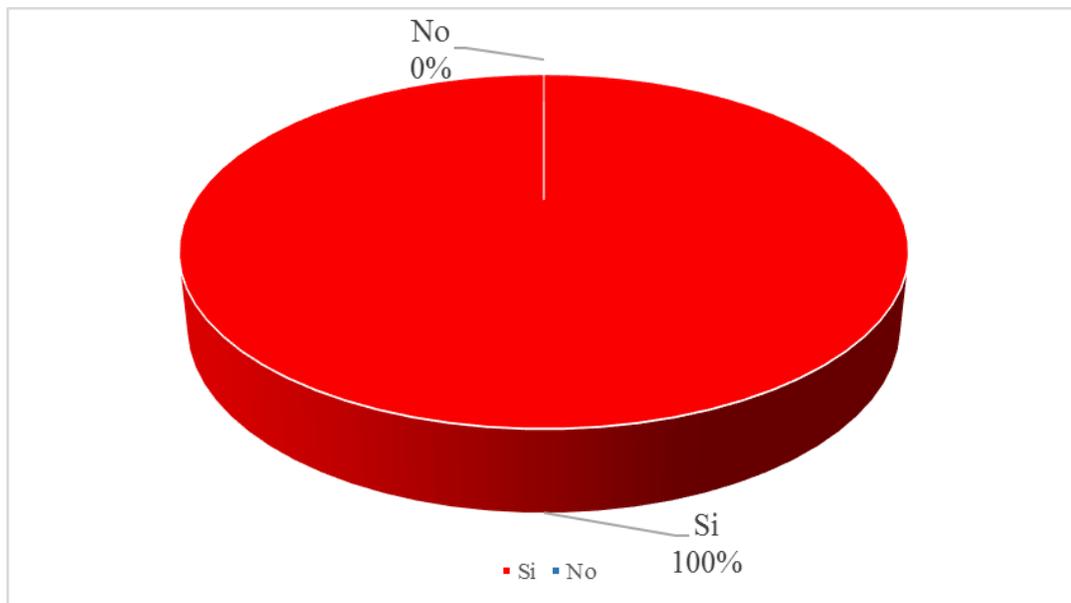
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar que la falta de técnicas de manufactura es la causa de la baja productividad durante los últimos cinco años.

Cuadro 12: Posibilidad de incrementar la productividad del departamento de operaciones de la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 5: Posibilidad de incrementar la productividad del departamento de operaciones de la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar que, sí se puede incrementar la productividad.

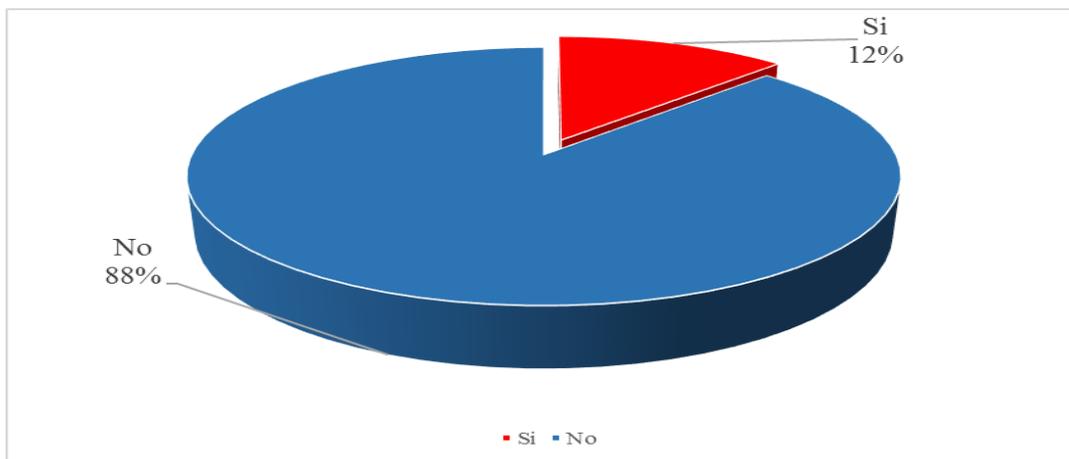
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente X (causa).

Cuadro 13: Conocimiento sí existe algún plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	1	13
No	7	88
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 6: Conocimiento sí existe algún plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

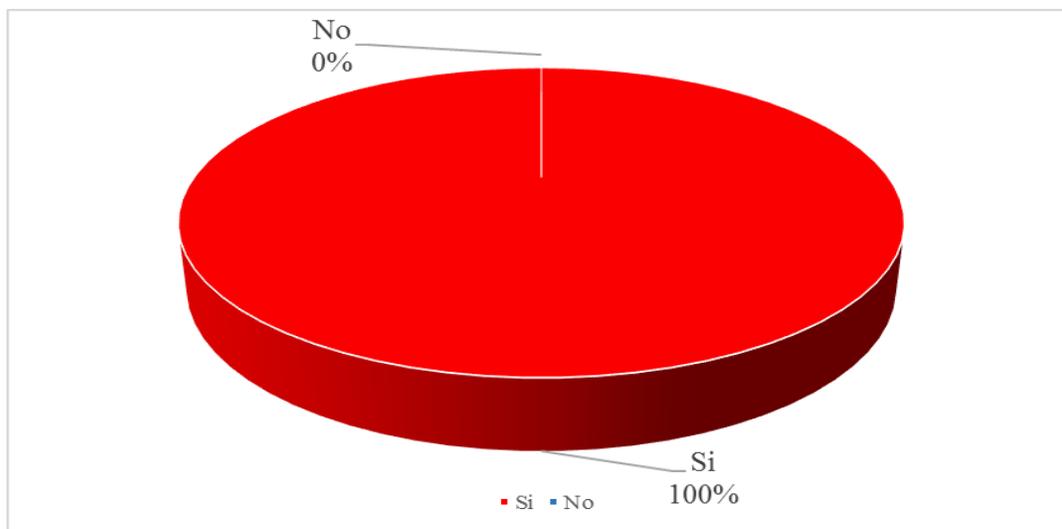
La causa se confirma mediante la opinión del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar, mayoritariamente que no tienen conocimiento si existe algún plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta.

Cuadro 14: Necesidad de implementar un plan de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 7: Necesidad de implementar un plan de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

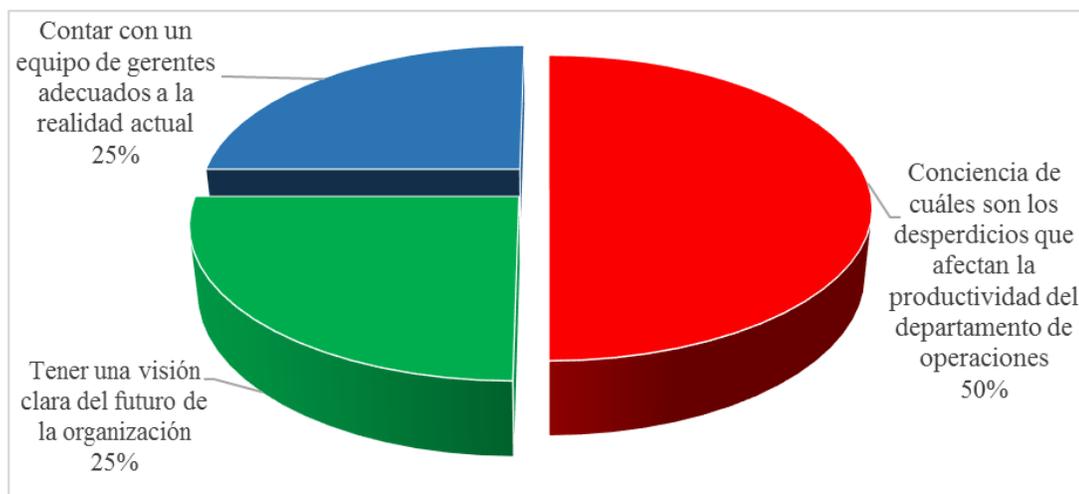
La causa se confirma mediante la opinión del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar, en su totalidad, qué si es necesario la implementación de un plan de técnicas de manufactura para incrementar la productividad.

Cuadro 15: Acciones a considerar al momento de implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Conciencia de cuáles son los desperdicios que afectan la productividad del departamento de operaciones.	4	50
Tener una visión clara del futuro de la organización	2	25
Contar con un equipo de gerentes adecuados a la realidad actual	2	25
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 8: Acciones a considerar al momento de implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

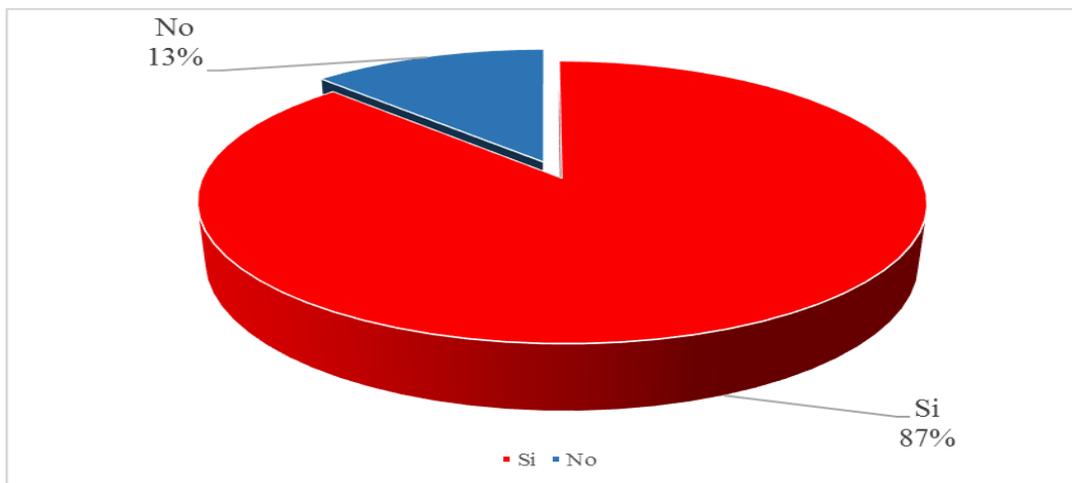
La causa se confirma mediante la opinión del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar, que es necesario crear conciencia de los desperdicios que afectan la productividad, más que tener un equipo de gerentes dirigidos a una realidad actual y una visión clara del futuro de la organización.

Cuadro 16: La falta de plan de técnicas de manufactura esbelta lean Manufacturing afectan la productividad del departamento de operaciones de la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	7	87
No	1	12
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 9: La falta de plan de técnicas de manufactura esbelta lean Manufacturing afectan la productividad del departamento de operaciones de la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

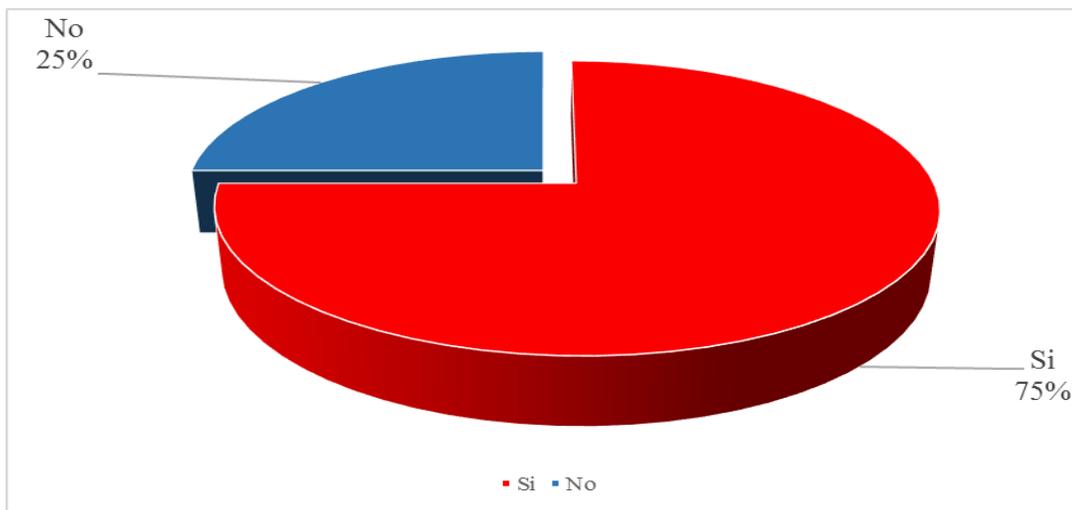
La causa se confirma mediante la opinión del personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar, en su totalidad, qué si es necesario la implementación de un plan de técnicas de manufactura para incrementar la productividad.

Cuadro 17: Planificación para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	6	75
No	2	25
Total	8	100

Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Gráfica 10: Planificación para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa.



Fuente: Miembros del departamento de Operaciones, de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, agosto 2019.

Análisis

La causa se confirma mediante la opinión mayoritaria, afirma el personal administrativo del departamento de Operaciones, al indicar, qué tienen planificado implementar técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1. Conclusiones

En el transcurso de la investigación se determina lo siguiente:

1. Se comprueba la hipótesis: “La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing” con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para las variables del árbol de problemas.
2. Si existe baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa.
3. Se comprueba la baja productividad durante los últimos cinco años.
4. Por la baja productividad se han dejado de procesar más de 100,000.00 kilogramos.
5. La baja productividad es por la falta de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing en el departamento de operaciones de la empresa.
6. Con técnicas de manufactura esbelta si incrementará productividad en el departamento de operaciones de la empresa.
7. No existe plan de implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa.
8. Se debe implementar técnicas de manufactura esbelta, Lean manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa.

IV.2 Recomendaciones

Con el fin de solucionar la problemática anterior se debe de realizar lo siguiente;

1. Implementar el plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa.
2. Incrementar productividad en el departamento de operaciones de la empresa.
3. La productividad debe superar los 100,000.00 kilogramos procesados.
4. Capacitar al personal en técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.
5. En Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, es necesario diseñar y aplicar un plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, como factor estratégico en sus procesos operativos.
6. Aplicar las técnicas de manufactura esbelta, son las más adecuadas para diseñar procesos más productivos y eficientes.
7. Definir las técnicas de manufactura esbelta, lean Manufacturing, cómo filosofía en Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.
8. Continuar con la propuesta después de los cinco años proyectados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aceituno, B. (6 de Noviembre de 2019). Procesos de manufactura. (L. Mejicanos, Entrevistador)
2. Arbós, L. C., & Martínez, F. T. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva*. Barcelona, España: Profit Editorial.
3. Carreras, M. R., & García, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
4. Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Alquino., N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. Mexico, D.F. : McGRAW W-HILL/INTERAMERICANA DE EDITORES, S.A. DE C.V.
5. Estaño, R. M. (2000). *Tecnología aplicada a los procesos de manufactura*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
6. Gómez, L. V. (2019). *Lean Manufacturing, Paso a Paso*. Valencia, Barcelona: Marge Books.
7. Gómez, M. F. (2014). *Lean Manufacturing, Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. Editorial Imagen.
8. Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales, Procesos y Sistemas*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
9. Mejia, E. L. (3 de Noviembre de 2019). Eficiencia y Productividad. (L. Mejicanos, Entrevistador)
10. Mike Rother, J. S. (1999). *Observar para crear valor, Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar "muda"*. Brookline, Massachusetts, USA.: The Lean Enterprise Institute.
11. Moran, L. (18 de octubre de 2019). Productividad. (L. Mejicanos, Entrevistador)
12. Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
13. Pulido, H. G. (1997). *Calidad Total y Productividad*. México, D.F.: McGRAW W-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

14. Sánchez, J. V. (2014). *Organización de la Producción*. . Madrid: Ediciones Pirámide. (Grupo Anaya, S.A.).

ANEXOS

Anexo 1: Formato Dominó

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto Baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años.	4) Objetivo general Incrementar productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	14) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Finalizados los primeros 2 años, en un 50% habrá incrementado la productividad del departamento de Operaciones.
2) Problema central Deficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	5) Objetivo específico Contar con eficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	Verificadores: Reportes mensuales del Departamento de Producción y Gerencia General. Supuestos: La Unidad Ejecutora implementa el programa de Marketing para incrementar la oferta a su cartera de clientes.
3) Causa Ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	6) Nombre Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Al finalizar los 5 años de la propuesta, el 90% de los administradores del departamento de operaciones, tendrán

		conocimientos tecnificados sobre implementación de técnicas Lean Manufacturing.
<p>7) Hipótesis</p> <p>La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.</p>	<p>12) Resultados</p> <p>* Se cuenta con el Departamento de Operaciones como Unidad Ejecutora. * Se elabora anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing en la empresa. * Se formula programa de capacitación.</p>	<p>Verificadores: Verificadores: Reportes mensuales del Departamento de Producción y Gerencia General.</p> <p>Supuestos. La unidad ejecutora adopta el programa de actualización permanente en técnicas de manufactura, dirigido a operarios.</p>
<p>8) Preguntas claves para comprobar el efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe baja productividad en el departamento de Operaciones de la empresa? Si__ No__</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo usted ha notado baja productividad en el departamento de Operaciones de la empresa?</p> <p>0-2 años__ 2-6 años__ Más de 6 años__</p> <p>c) ¿En cuántos kilogramos procesados de residuo, cree que ha bajado la productividad del departamento de operaciones en el último año?</p> <p>1.1. 25,000-35,000 kilogramos_____</p> <p>1.2. 45,000-55,000 Kilogramos_____</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>	

<p>1.3. 70,000-90,000 Kilogramos _____ 1.4. Más de 100,000 kilogramos _____</p> <p>Dirigidas a Gerentes y Supervisores del área de Operaciones.</p> <p>Boletas 8, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>9) Preguntas claves para comprobar la causa</p> <p>a) ¿Conoce si existe plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de la empresa? Si ___ No _____</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de la empresa? Si ___ No ___</p> <p>c) ¿Qué acciones considera usted que se deben contemplar al momento de implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing?</p> <p>3.1 Conciencia de cuáles son los desperdicios que afectan la productividad del departamento de operaciones _____</p>	

<p>3.2 Tener una visión clara del futuro de la organización_____</p> <p>3.3 Contar con un equipo de gerentes adecuados a la realidad actual_____</p> <p>Dirigidas a Gerentes y Supervisores del área de Operaciones.</p> <p>Boletas 8, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10) Teoría</p> <p>a) Productividad. B) Indicadores de la baja productividad. C) Eficiencia. D) Eficacia. E) Manufactura. F) Técnicas de manufactura. G) Indicadores o motivos de las deficientes técnicas de manufactura en una empresa. H) Departamento de Operaciones. I) Manufactura esbelta. J) Lean Manufacturing.</p>	
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

Anexo 2: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Tópico: Deficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones.

Efecto o consecuencia general



(Variable dependiente)

Baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años.

Problema central o clave



(Causa intermedia)

Deficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Causa principal



(Variable independiente)

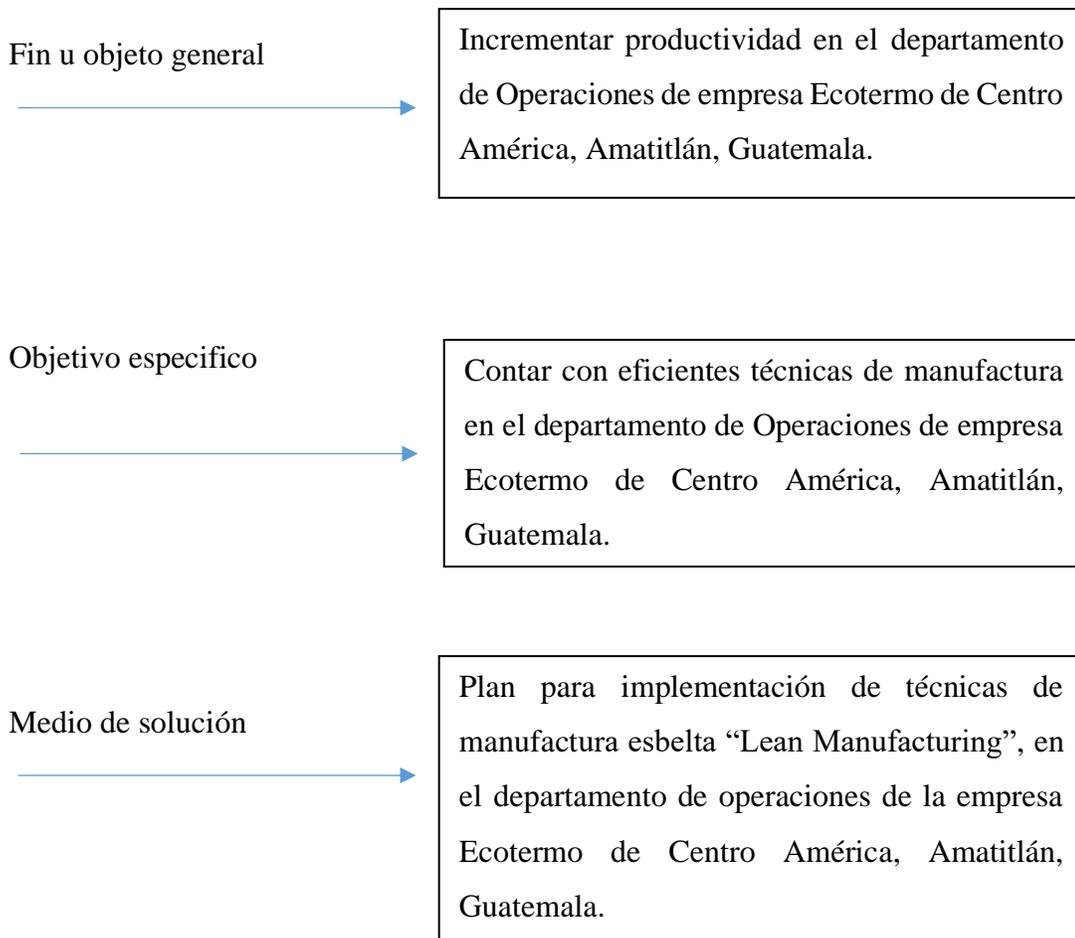
Ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Hipótesis causal:

“La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing”

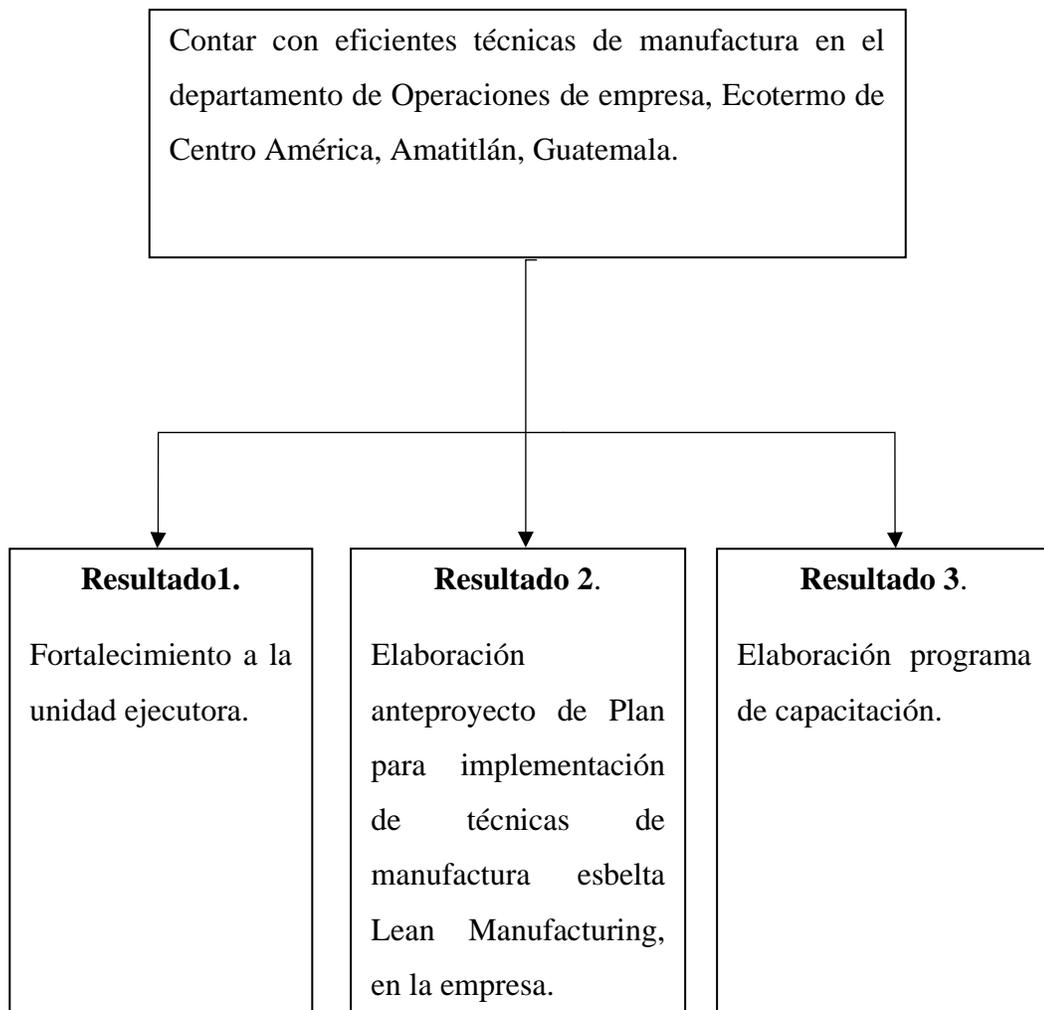
Árbol de objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.



Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática

Objetivo Específico



Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa, Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años”.**

Esta boleta censal está dirigida a Coordinador de Operaciones, Supervisores de Operaciones y Asistente de Operaciones, del departamento de Operaciones de la planta de Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala; con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que existe baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa?

Si_____ No_____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo usted ha notado baja productividad en el departamento?

2.1 0 - 2 años_____

2.2 2 - 6 años_____

2.3 Más de 6 años_____

3. ¿En cuántos kilogramos procesados de residuo, cree que ha bajado la productividad del departamento de operaciones en el último año?

a. 25,000-35,000 kilogramos_____

b. 45,000-55,000 Kilogramos_____

c. 70,000-90,000 Kilogramos_____

d. Más de 100,000 kilogramos_____

4. ¿Cuál considera usted que es la causa de la baja productividad del departamento de operaciones de la empresa?

a. Desconocimiento de la capacidad instalada_____

b. Falta de técnicas de manufactura_____

c. Actividades que no agregan valor_____

5. ¿Considera usted que se puede incrementar la productividad del departamento de operaciones de la empresa?

Si_____ No_____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 5: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Conocimiento sí existe algún plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala”.**

Esta boleta censal está dirigida a Coordinador de Operaciones, Supervisores de Operaciones y Asistente de Operaciones, del departamento de Operaciones de la planta de Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala. con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en el momento que se le indique.

1. ¿Conoce si existe algún plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, ¿Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa?

Si _____ No _____

2. ¿Considera usted si es necesario implementar plan de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa?
Si_____ No_____
3. ¿Qué acciones considera usted que se deben contemplar al momento de implementar el plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing?
3.1 Conciencia de cuáles son los desperdicios que afectan la productividad del departamento de operaciones _____
3.2 Tener una visión clara del futuro de la organización_____
3.3 Contar con un equipo de gerentes adecuados a la realidad actual_____
4. ¿Cree usted que la falta de plan de técnicas de manufactura esbelta, ¿Lean Manufacturing, afecte la productividad, del departamento de operaciones de la empresa?
Si_____ No_____
5. ¿Tiene contemplado dentro de su planificación la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing?
Si_____ No_____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.

Para la población efecto; causa, respectivamente se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que todas son poblaciones finitas cualitativas, por lo que se consideró a 8 individuos (dirigentes del departamento de operaciones; Coordinador de Operaciones, Supervisores de Operaciones y Asistente de Operaciones), del departamento de Operaciones de la planta de Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Anexo 7: Comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplados en los últimos 5 años (de 2015 a 2019); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “baja productividad en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermino de Centro América”.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

Año	X (años)	Y (Kg de desechos procesados)	XY	X ²	Y ²
2015	1	7150590.67	7150590.67	1	51130946929891.00
2016	2	6425739.26	12851478.52	4	41290125037505.30
2017	3	6350468.47	19051405.41	9	40328449788464.10
2018	4	6406244.89	25624979.56	16	41039973590651.10
2019	5	6001568.51	30007842.55	25	36018824580223.60
Totales	15	32334612	94686296.71	55	209808319926735.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	94686296.71
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	209808319926735.00
$\sum Y=$	32334611.8
$n\sum XY=$	473431483.6
$\sum X*\sum Y=$	485019177
Numerador=	-11587693.45

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	1049041599633680.00
$(\sum Y)^2=$	1045527120256700.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	3.51448E+12
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)=$	175723968848862.00
Denominador:	13256091.76
r=	-0.874141011

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = -0.87$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

Año	X (años)	Y (Kg de desechos procesados)	XY	X ²	Y ²
2015	1	7150590.67	7150590.67	1	51130946929891.00
2016	2	6425739.26	12851478.52	4	41290125037505.30
2017	3	6350468.47	19051405.41	9	40328449788464.10
2018	4	6406244.89	25624979.56	16	41039973590651.10
2019	5	6001568.51	30007842.55	25	36018824580223.60
Totales	15	32334611.8	94686296.71	55	209808319926735.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	94686296.71
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	209808319926735.00
$\sum Y=$	32334611.8
$n\sum XY=$	473431483.6
$\sum X*\sum Y=$	485019177
Numerador de b	-11587693.45
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	-231753.869
Numerador de a:	
$\sum Y=$	32334611.8
$b * \sum X =$	-3476308.035
Numerador de a:	
a:	35810919.84
a=	7162183.967

Fórmulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Proyección sin proyecto mediante el cálculo de la línea recta.

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2020)=	a	+	(b	* X)
Y(2020)=	7162183.967	+	-231753.869	X
Y(2020)=	7162183.967	+	-231753.869	6
Y(2020)=	5771660.75			
Y(2020)=	5,771,660.75 Kilogramos de desechos procesados.			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2021)=	a	+	(b * X)	
Y(2021)=	7162183.967	+	-231753.869	X
Y(2021)=	7162183.967	+	-231753.869	7
Y(2021)=	5539906.88			
Y(2021)=	5,539,906.88 Kilogramos de desechos procesados.			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2022)=	a	+	(b * X)	
Y(2022)=	7162183.967	+	-231753.869	X
Y(2022)=	7162183.967	+	-231753.869	8
Y(2022)=	5308153.02			
Y(2022)=	5,308,153.02 Kilogramos de desechos procesados.			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b * X)	
Y(2023)=	7162183.967	+	-231753.869	X
Y(2023)=	7162183.967	+	-231753.869	9
Y(2023)=	5076399.15			
Y(2023)=	5,076,399.15 Kilogramos de desechos procesados.			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b * X)	
Y(2024)=	7162183.967	+	-231753.869	X
Y(2024)=	7162183.967	+	-231753.869	10
Y(2024)=	4844645.28			
Y(2024)=	4,844,645.28 Kilogramos de desechos procesados.			

Cuadro 1: Cálculo porcentual de ejecución de actividades por año/resultado.

Año		6	7	8	9	10	
		(2020)	(2021)	(2022)	(2023)	(2024)	
Resultado 1 (Unidad ejecutora)							Solución
Espacio físico	0.50%	0.50%	1.00%	2.00%	3.50%		
Material y equipo	1.50%	1.00%	0.50%	1.00%	1.50%		
Personal técnico	1.50%	1.50%	2.50%	2.00%	4.00%		
Recursos financieros	0.50%	1.00%	2.00%	4.00%	5.00%		
Resultado 2 (Propuesta a desarrollar)							
Aplicación técnica 5´s.	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.00%		
Aplicación técnica Heijunka, ritmo de producción.	1.50%	2.00%	2.00%	2.00%	3.00%		
Aplicación técnica Kanban y SMED.	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	1.00%		
Resultado 3 (Capacitación)							
Módulo 1, factores de baja productividad.	2.00%	1.00%	3.00%	3.00%	3.00%		
Módulo 2, Técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing.	1.50%	2.00%	2.00%	1.00%	3.00%		
Módulo 3, Implementación de técnicas Lean Manufacturing.	1.00%	2.00%	1.00%	3.00%	4.00%		
Total	12.50 %	15.00 %	18.50 %	23.00 %	31.00 %	100.00 %	

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 2: Estimación de la proyección con proyecto.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Proyección con proyecto
6 (2020)	2020	5771660.753	721457.6	6493118.35
7 (2021)	2021	5539906.884	973967.75	7467086.10
8 (2022)	2022	5308153.015	1381410.93	8848497.03
9(2023)	2023	5076399.146	2035154.32	10883651.34
10 (2024)	2024	4844645.277	3373931.92	14257583.26

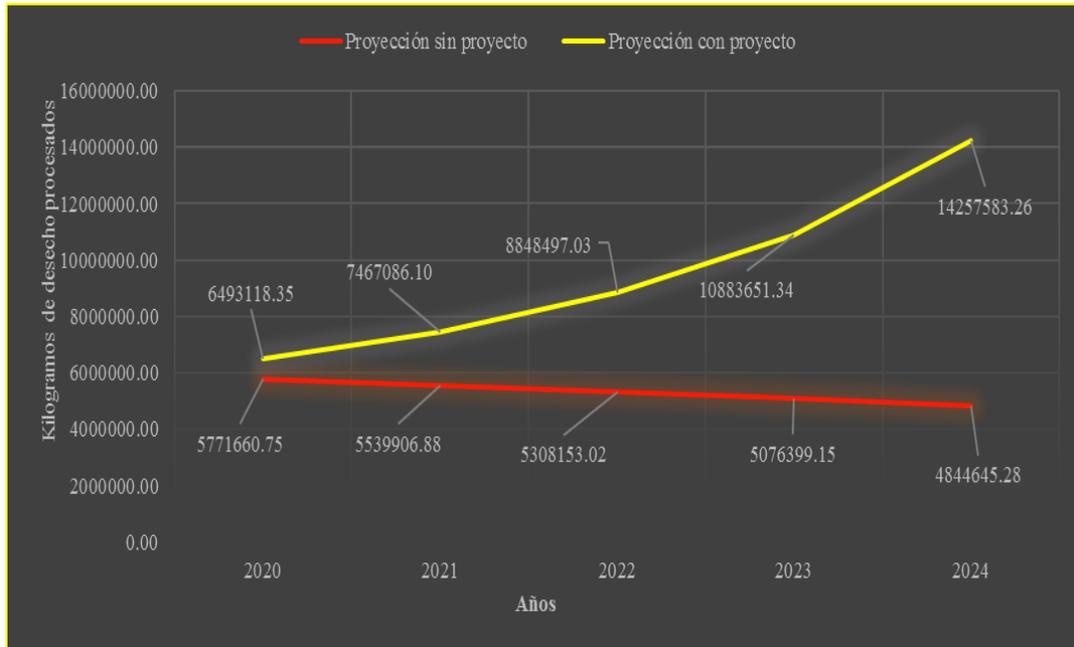
Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 3: Comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2020	5771660.75	6493118.35
2021	5539906.88	7467086.10
2022	5308153.02	8848497.03
2023	5076399.15	10883651.34
2024	4844645.28	14257583.26

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática baja a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de la empresa Ecotermino de Centro América, Amatitlán, Guatemala, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Luis Alexander Mejicanos Veliz

TOMO II

**PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”, EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA,
AMATITLÁN, GUATEMALA.**



Asesor General Metodológico:

Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Informe final de graduación

**PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”, EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA,
AMATITLÁN, GUATEMALA.**



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Luis Alexander Mejicanos Veliz

En el acto de investidura previo a su graduación como
Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Informe final de graduación

**PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”, EN EL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES DE LA EMPRESA ECOTERMO DE CENTRO AMÉRICA,
AMATITLÁN, GUATEMALA**



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ing. Luis Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Este documento fue presentado por el autor, previo a obtener el título universitario en Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Índice.		
No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
	ANEXOS	

Índice cuadros

No.	Contenido	Página
01	Aporte porcentual económico por año proyectado.....	02
02	Lista de cotejo por área de operaciones.....	01
03	Determinar takt time “ritmo de producción”.....	02
04	Programación mensual.....	02
05	Programación por día.....	03
06	Programación nivelada por turno.....	03
07	Tarjetas Kanban de producción.....	04
08	Toma de tiempos en mantenimiento por operación.....	07

Índice figuras

No.	Contenido	Página
01	Armario para colocación de tarjetas Kanban por área.....	04
02	Etiquetas de clasificación para actividades internas y externas.....	06

Índice diagramas

No.	Contenido	Página
01	Diagrama Gantt, planificación de mantenimiento por equipo.....	05

PRÓLOGO

El trabajo de graduación “Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala”, fue realizado por el estudiante de ingeniería industrial, de la Universidad Rural de Guatemala, como requisito para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de licenciado.

Los resultados de la investigación pueden aplicarse a otras empresas, también puede ser utilizado como fuente de consulta para estudiantes, y puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria.

PRESENTACIÓN

La presente propuesta plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, fue realizado para mejorar la productividad de la empresa, realizado por autor, estudiante de ingeniería industrial durante los meses de junio a diciembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título universitario de Ingeniero Industrial, en el grado académico de Licenciado.

El problema principal son deficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

De la investigación realizada por el autor estudiante de ingeniería industrial surgió una propuesta para poder solucionar el problema, de cual se componen por tres resultados

a) Elaboración anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa.

b) Programa de Capacitación

c) Fortalecimiento de la unidad ejecutora

I. RESUMEN

En la optimización eficiente de los recursos, operacionales, logísticos, humanos, equipos y tiempo de respuesta, ante los requerimientos de los clientes, al menor costo posible, es necesario el análisis detallado a la cadena de valor e identificar todas aquellas actividades que aunque a través del tiempo que llevan desarrollándose de la misma forma, parecen muy normales, pero durante su realización constituye un desperdicio exagerado de los recursos con los que cuenta la empresa, por lo que la presente propuesta será una guía para poder controlar todos los factores que ocasionan baja productividad al departamento de Operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Planteamiento del problema

En el año 2019 de no implementar la propuesta, continuará la baja productividad en el departamento de Operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala debido a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

El problema central del estudio es dirigido a las deficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Se considera que la hipótesis es la baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

El presente proyecto tendrá como objetivo general incrementar la productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, y al finalizar la implementación del proyecto se podrá contar con eficientes técnicas de manufactura.

Hipótesis

La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

La ausencia de plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, provocan la baja productividad del departamento de operaciones de la empresa de Ecotermo de Centro América.

Objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteado, fue posible la determinación y diagramación de objetivos del trabajo de graduación.

Objetivo General

Incrementar productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán Guatemala.

Objetivo Específico

Contar con eficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones

Justificación

El presente trabajo de investigación “Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala”, Fue realizado durante los meses de junio a diciembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo a establecido por la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título universitario de Ingeniería Industrial, en el grado académico de Licenciado.

El problema central son las deficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala. Lo que origina baja productividad en el departamento de operaciones en los últimos cinco años.

De la investigación realizada surgió una propuesta para poder solucionar el problema, de la mismas surgieron tres resultados

- a) Plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.
- b) Se cuenta con el departamento de operaciones como unidad ejecutora.
- c) Anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta. Lean Manufacturing.
- d) Programa de capacitación.

Metodología

La metodología de investigación es el conjunto de procedimientos, métodos y técnicas que determinan una investigación.

Para la formulación y comprobación de la hipótesis, se utilizaron diferentes métodos y técnicas. A continuación, métodos para la formulación de la hipótesis y comprobación de la misma. Luego: Técnicas usadas para la formulación de la hipótesis y su comprobación.

Métodos

A continuación, se analizan los métodos utilizados para la formulación y para la comprobación de la hipótesis fueron: El método deductivo y el método del marco lógico.

I.5.1.1. Método deductivo

Es un proceso de conocimiento que se inicia con la observación de fenómenos generales para dar con la problemática, contenidas explícitamente en la situación general.

El método deductivo se utilizó para la elaboración de la hipótesis porque permitió conocer aspectos generales de la mala utilización del aire comprimido y resolver la problemática.

I.5.1.2. Método marco lógico

Este método permite formular el árbol de problemas, árbol de objetivos, el medio de solucionar la problemática y la hipótesis.

Se encuentra el objetivo general y los específicos de la investigación, diagramar el árbol de objetivos, la variable independiente y dependiente de la hipótesis y se formula la misma. Se evalúa el problema central y se establece técnicamente el árbol de problemas

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes:
Métodos inductivo, estadístico y de síntesis.

Método inductivo

Con este método se obtuvieron los resultados particulares de la problemática identificada, lo que sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales a partir de los mismos.

Se inició con la observación de fenómenos particulares con el propósito de llegar a conclusiones y premisas generales que pueden ser aplicadas a situaciones similares a la observada.

Método Estadístico

Con este se determinaron los parámetros necesarios, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis, hacer uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “y” y la variable “x”.

Técnicas

Es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tienen como objeto obtener un resultado determinado y efectivo.

Se utilizaron las técnicas de comprobación de la hipótesis

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis se especifican a continuación

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis se especifican a continuación:

I.5.2.1. El cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (Variable dependiente “Y”) y otros cuestionarios para investigar la causa (Variable independiente “X”) lo mismo para el censo

I.5.2.2. Entrevista

La entrevista es el proceso por medio del cual dos o más personas entran en estrecha relación verbal, con el objeto de obtener información fidedigna y confiable sobre todo o algún aspecto que se estudia.

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar las variables dependientes (x) (causa) e independientes (Y) (Efecto) de la hipótesis.

I.5.2.3. Técnica de análisis

Esta técnica se aplicó ésta al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

I.5.2.4. Lluvia de Ideas

Esta técnica se utilizó para recopilar ideas de la problemática por la baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos 5 años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing.

I.5.2.5. Observación directa

Por este medio se encontró el efecto del problema.

I.5.2.6. La investigación documental

Con esta técnica se recopilan antecedentes a través de documentos, en la que el investigador fundamenta y complementa su investigación con lo aportado por diferentes autores, con el fin de no duplicar documentos relacionados con la problemática a investigar.

I.5.2.7. Entrevista

Esta técnica se aplicó para la formulación de la hipótesis al obtener información sobre la problemática directamente de los actores, a través de un cuestionario.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis “La baja productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficientes técnicas de manufactura, se debe a la ausencia de plan para la implementación de técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing” con el 95% de nivel de confianza y 0% de error para la variable Y (efecto); y con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para las variables x (causa) así como la variable interviniente diagnóstico de la problemática.

Por lo anterior se recomienda, que la solución de la problemática mediante la implementación del anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa, Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

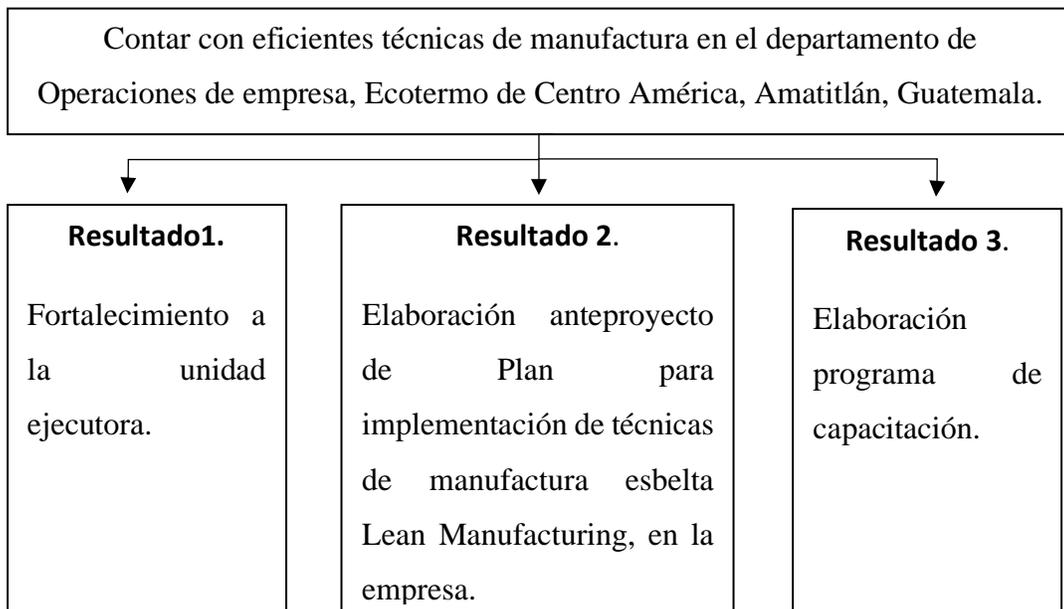
La presente propuesta está conformada por tres resultados, con los que se busca dar un estricto cumplimiento al objetivo específico de la investigación “Contar con eficientes técnicas de manufactura en el departamento de Operaciones de empresa, Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Resultado 1: Fortalecimiento a la unidad ejecutora se pretende desarrollar las acciones para una correcta ejecución de la presente propuesta.

Resultado 2: Elaboración de anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa, con el que se busca mejorar la productividad del departamento de operaciones.

Resultado 3: Elaboración del programa de capacitación, se pretende brindar una capacitación al personal administrativo del departamento de operaciones, de la empresa, Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Objetivo Específico



Resultado 1: Unidad Ejecutora.

La unidad ejecutora de la propuesta será el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

La unidad ejecutora proporcionara todo lo necesario para que la propuesta funcione para obtener los resultados deseados.

Actividad 1: Espacio físico.

Será utilizada la oficina de jefe de operaciones del departamento de Operaciones de la empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Actividad 2: Material y equipo.

Equipo de cómputo.

Tableros indicadores

Útiles de oficina

Actividad 3: Personal técnico.

Especialización del jefe de operaciones en técnicas Lean Manufacturing, así como la capacitación constante, por universidades que brinden temas de actualización referente a técnicas de lean manufacturing, en coordinación con la oficina de desarrollo profesional de empresa Ecotermo de Centro América., Amatitlán, Guatemala.

Actividad 4: Recursos Financieros.

Apoyo económico conforme a los resultados propuestos.

Cuadro No.1. Aporte porcentual económico por año proyectado.

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Aporte	0.50%	1.00%	2.00%	4.00%	5.00%

Autor: Mejicanos, L. noviembre 2019.

Resultado 2: Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa.

Actividad 1: Aplicación técnica 5's en el departamento de operaciones de Ecotermo

Áreas; Ecosteryl, Trituradora, Autoclave, Caldera, Lavado, Cuarto Frio, Hornos incineradores número 2,3,4. Pinchado, Buld Beater.

Responsable de aplicación 5's, en área de operaciones Supervisor de Turno.

Supervisor de turno deberá realizar auditorías internas 5's, cada dos horas o al momento que la necesidad lo amerite, corregir las no conformidades y notificar al operador responsable del área para no incurrir nuevamente en la no conformidad detectada.

Etapa 1. Eliminar "Seiri".

Eliminar todo lo que no sea necesario en el área, deben estar exclusivamente los elementos requeridos para desarrollar la operación.

Clasificar lo necesario para la operación y lo que no se va a necesitar.

Dejar en el área únicamente lo que se necesita.

Definir colores que identifique la frecuencia de uso, aplica a herramientas, máquinas y materia prima.

Asignar un área específica para herramientas y materia prima.

Etapa 2. Ordenar "Seiton"

Señalizar las áreas para las herramientas.

Delimitar el área específica para colocar el trabajo en proceso.

Identificar y señalar las áreas según su recurrencia de uso. Alto, Moderado y Bajo.

Según la necesidad de cada área definir un mínimo y máximo en herramientas y materia prima.

Definir área para uso del montacargas.

Etapa 3. Limpieza “Seiso”

Ya definido lo necesario para cada área de trabajo y delimitada cada área.

Se establece que la limpieza está integrada como parte de los procesos de trabajo de cada área.

Operador encargado de la limpieza, debe de barrer, trapear, ordenar y colocar nuevamente los insumos o herramientas en áreas asignadas.

Cada máquina debe de limpiarse con una frecuencia de una vez por semana.

Supervisor de turno deberá identificar las causas que generan la suciedad y ensucian el área, y tendrá que mitigarlas de inmediato.

Etapa 4. Estandarizar “seiketsu”

Supervisor de turno, líder de aplicación 5’s, deberá;

Desarrollar un control visual.

Lograr la integración de las 3 primeras etapas.

Definir un estándar aplicable de orden y limpieza.

Trasladar a los operadores cada inicio de turno, las no conformidades detectadas y soluciones a la causa raíz.

Etapa 5. Disciplina “Shitsuke”

Supervisor de turno, líder en aplicación 5´s, deberá;

A través de la empatía y la estimulación hacia los operadores, un estado de autocontrol, el operador sin recibir una orden, al verificar alguna anomalía en su área de trabajo de inmediato la corrige.

Verificar anexo, cuadro 1, lista de cotejo de aplicación 5´s.

Actividad 2: Aplicación de técnicas HEIJUNKA ritmo de producción, Departamento de Operaciones, Ecotermo.

Técnicas para implementar en hornos incineradores 2,3,4. Autoclave y Ecosteryl.

Etapa. No. 1. Clasificación de los tipos de residuos.

Clasificar en grupos los residuos que se tratan.

A: Residuos Hospitalarios.

B: Residuos Industriales.

C: Residuos Farmacéuticos.

D: Residuos Agroindustriales.

Etapa No. 2. Nivelación de la producción en cada momento.

Determinar takt time, para el ritmo de operación.

Balance del trabajo en proceso.

Balance de operadores por área.

Verificar los Kanban.

Especializar operadores multidisciplinario.

Etapa No. 3. Reducción de los lotes de residuo industrial para la operación.

Trabajo en proceso será únicamente el residuo hospitalario.

Supervisor de turno responsable de solicitar residuo industrial para el tratamiento en los equipos únicamente lo necesario, hasta que se finalice el residuo en proceso, podrá solicitar lo necesario.

Etapa No. 4. Flujo de información trabajo en proceso

Supervisor de turno tendrá a cargo el flujo de información a coordinador de operaciones y coordinador de bodega, respecto al trabajo en proceso.

Supervisor de turno verificará las desviaciones en los procesos, para no incrementar el WIP. “Trabajo en proceso”.

Etapa No. 5. Asignación de residuos a tratar en los equipos.

Horno incinerador número 2, procesar únicamente residuo de los grupos B, C y D.

Horno incinerador número 4, procesar únicamente residuo hospitalario, grupo A.

Horno incinerador número 3, procesar residuo grupo A, según análisis supervisor de turno podrá incinerar residuo grupo B, C y D.

Verificar anexo, cuadro 02 cálculo de Takt time.

Verificar anexo, cuadro 3, 4 y 5 balance de operación.

Actividad 3: Aplicación de técnicas Kanban jalar de la producción, Departamento de Operaciones, Ecotermo.

Etapa No. 1. Determinar tarjetas Kanban.

Únicamente será una tarjeta Kanban que será de retiro de residuos de bodega general.

Etapa No. 2. Responsable del Kanban.

Supervisor de turno será el responsable del seguimiento a las tarjetas, montacarguista únicamente despachará el residuo en el momento que sea solicitado mediante una tarjeta Kanban.

Etapa No. 3. Eliminar el programa de producción.

La tarjeta Kanban tendrá la función de ser orden de producción de residuo.

Producción por hora determinada mediante capacidad instalada de cada equipo.

Etapa No. 4. Responsabilidades del supervisor de turno.

Verificar el avance de las tarjetas Kanban por hora.

Realizar inspecciones visuales

Asegurarse que siempre se encuentre en proceso una tarjeta Kanban para evitar tiempos muertos por falta de residuo.

Verificar al inicio de turno el avance de la tarjeta Kanban.

Verificar anexo, cuadro 6, tarjeta kanban.

Verificar anexo, figura 1, armario para tarjetas kanban.

Actividad 4: Aplicación de la técnica, cartografía a cadena de valor, Departamento de Operaciones, Ecotermo.

Etapa No. 1. Responsable de la cadena de valor, jefe del departamento de operaciones.

Etapa No. 2. Seleccionar un tipo de residuo.

Etapa No. 3. Utilizar, una tablilla de madera, un block de notas, lápiz y borrador.

Etapa No. 4. Trazar el mapa actual, desde el despacho del residuo para la disposición final hasta llegar a la recepción del residuo a planta, durante el recorrido, cronometrar el tiempo, ver número de operarios, fallas mecánicas, reprocesos, lotes de operación, tiempo de ocio hombre y máquina en el proceso de producción.

Etapa No. 5. Identificar problemas, procesos innecesarios, eliminarlos.

Etapa No. 6. Diseñar nueva cadena de valor.

Etapa No. 7. Implementar la nueva cadena de valor, juntamente con el respaldo de gerencia.

Actividad 5: Aplicación de técnicas SMED, Departamento de Operaciones, Ecotermo.

Maquinas industriales tratamiento de residuos hospitalarios Ecosteryl 250 y Hornos Incineradores.

Etapa no. 1.

Programación de fechas para mantenimiento preventivo utilizar diagrama Gantt.

Definido equipo para trabajar; responsables jefe de mantenimiento y jefe de operaciones, redactar una lista de todas las actividades que se realizarán durante el mantenimiento, y hacer un estudio de tiempos cronometrados y diagrama de recorrido por cada actividad.

Etapa no. 2.

Jefe de mantenimiento apoyado con jefe de operaciones, deberá de clasificar actividades internas “máquina parada” con las actividades externas “máquina en operación.

Etapa no. 3.

Minimizar las actividades internas y actividades externas.

Jefe de mantenimiento etiquetará con color rojo “interno” color verde “externo”, para que mecánicos sean asignados según código de color.

No desarrollar acciones de mejora “ajustes” a los equipos durante mantenimiento, determinadas como actividad externa.

Actividades para mejorar los tiempos en mantenimientos.

Mejorar las habilidades de mecánicos, comprometerlos con la reducción de tiempo.

Desarrollar un diagrama bi-manual por cada actividad desarrollada por los mecánicos.

Establecer toda la herramienta necesaria utilizada para el mantenimiento, asignar área para colocarla, desde el inicio y será llevada hasta el momento que se finalice el manto.

Aplicación de 5´s. en el área que se desarrolle el mantenimiento.

Verificar anexo, diagrama 1, diagrama Gantt. Planificación de mantenimiento.

Verificar anexo, figura 2, etiquetas de clasificación para actividades internas y externas.

Resultado 3: Capacitación o sensibilización.

Duración: de la capacitación 16 horas.

Lugar: Instalaciones de oficinas administrativas Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.

Metodología; Se utilizará un grado de interacción de trabajo en conjunto facilitador y participante, de modo de desarrollar la confianza, más la elaboración conjunta-productiva el cual permitirá desarrollar las habilidades necesarias para mejorar la productividad.

Contenido: Será impartido en tres módulos.

Módulo 1; Factores de la baja productividad.

Módulo 2: Técnicas de manufactura esbelta, Lean Manufacturing.

Módulo 3: Implementación de técnicas de Lean Manufacturing.

Actividades de módulo:

Proyección de diapositivas.

Proyección de video.

Preguntas de debate.

Examen teórico por modulo.

Al finalizar capacitación se extenderá diploma por participación en implementación de técnicas Lean Manufacturing.

Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general:			
Incrementar la productividad en el departamento de Operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	Finalizados los primeros 2 años, en un 18.5% habrá incrementado la productividad comparado con el año anterior, del departamento de Operaciones.	Registros Mensuales de producción del departamento de Operaciones	Auditoría externa ayudara a alcanzar el objetivo.
Objetivo específico:			
Contar con eficientes técnicas de manufactura en el departamento de operaciones de empresa Ecotermo de Centro América, Amatitlán, Guatemala.	Al finalizar los 5 años de la propuesta, el 90% de los administradores del departamento de operaciones, tendrán conocimientos tecnificados sobre implementación de técnicas Lean Manufacturing.	Fotografías. Reportes semestrales mensuales y anuales del departamento de Operaciones. Entrevistas a Jefe de Operaciones. Sobre nuevos	Supervisores se organizan para auditar y mejorar las técnicas de Lean Manufacturing .

		proyectos de mejora continua.	
Resultado 1:			
Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es la oficina y jefe del departamento de operaciones.			
Resultado 2:			
Elaboración anteproyecto de Plan para implementación de técnicas de manufactura esbelta Lean Manufacturing, en la empresa, Ecotermo de Centro			

América, Amatitlán Guatemala.			
Resultado 3:			
Se cuenta con el programa de capacitación a los administradores.			

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Anexo 3: Presupuesto

Resultado	Nombre	Costo	Total
1	Unidad Ejecutora	Q120,00.00	
2	Desarrollo del plan	Q10,000.00	
3	Capacitación	Q15,000.00	
Total de la propuesta			Q145,000.00

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Anexo 4: otros anexos.

Cuadro 01: Lista de cotejo por área de operaciones.

Check List 5 S por área de Operaciones.				
Fecha: _____	Área: _____	Operadores responsables del área: _____		
Actividades	T1	T2	T3	Comentarios
¿Hay materiales innecesarios en el área?				
¿Hay herramientas que no se utilicen en el área?				
¿Se encuentran insumos de limpieza fuera de lugar?				
¿Extintores y rutas de evacuación se encuentran libres?				
¿Se encuentran en su área, el trabajo en proceso?				
¿Se encuentran en su lugar las herramientas e insumos de limpieza?				
¿Se encuentra el trabajo en proceso necesario en el área?				
¿Hay residuos, basura, tierra en el suelo?				
¿Las tecnologías se encuentran limpias?				
¿Hay derrames en el suelo?				
¿Se encuentran las herramientas de limpieza, limpias?				
¿Con qué frecuencia audito la limpieza por área?				
Responsable T1 _____		Responsable T2 _____		Responsable T3 _____

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 02: Cálculo de Takt time “ritmo de producción”

Tiempo disponible por turno
Turno de 8 horas .
Turno: 480 minutos
Turno: 480 minutos/turno * 60 segundos/minutos
Turno: 28,800 segundos por turno.

Disposición de residuos por día.
Ingreso mensual a planta:: 682,000.00 kilos
Días laborados por mes; 24.
Demanda tratamiento de residuos por día; 9,472.00 kilos

Ritmo de producción "Takt Time"

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible "por turno"}}{\text{Demanda diaria "por turno"}}$$

$$\text{Takt time} = \frac{28,800 \text{ segundos/turno}}{9,472.00 \text{ kilos}} = 3.04 \text{ seg/kilos.}$$

Takt time= 3.04 segundos/Kilos.

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 03: Programación mensual

Programación Mensual					
Residuo	Kilogramos	Semana			
		1	2	3	4
Residuo hospitalario	432,000.00				
Residuo Industrial	250,000.00				

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 04: Programación por día.

Programación por Día.						
Residuo	Kilogramos	Jornada de 24 horas laboradas.				
		Mañana		Tarde		Noche
Residuo hospitalario	18,000.00					
Residuo Industrial	10,416.00					

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 05: Programación nivelada por turno.

Programación nivelada por turno laboral de 8 horas.									
Residuo	Kilogramos	Hora 1	Hora 2	Hora 3	Hora 4	Hora 5	Hora 6	Hora 7	Hora 8
Residuo hospitalario	6,000.00								
Residuo Industrial	3,472.00								
Observación; Operación por hora 1,184 kilos, según el Takt requerido de 3.04 seg/kilos									

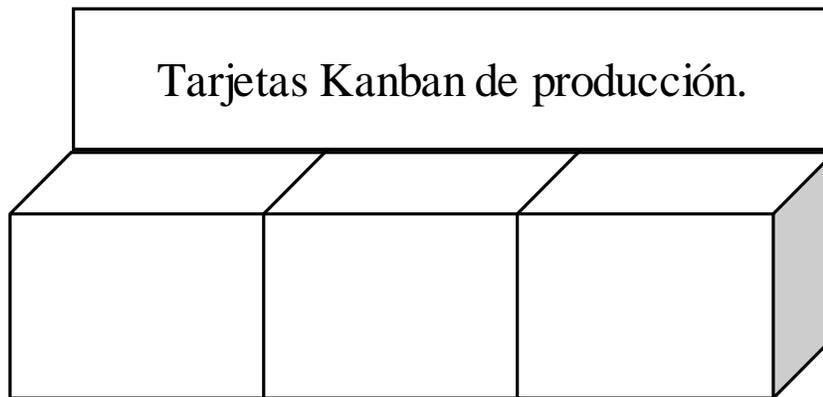
Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Cuadro 06: Tarjetas Kanban de producción.

Tipo de Residuo _____	Tecnología de tratamiento
Cantidad en kilogramos _____	
Número de manifiesto _____	
Almacén de destino _____	
Fecha de solicitud _____	

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Figura 01: Armario para colocación de tarjetas Kanban, por área.



Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

Figura 02: Etiquetas de clasificación para actividades internas y externas.

The figure shows two house-shaped maintenance tags. The left tag is green and labeled 'Tarjeta de mantenimiento Externo.' It contains fields for 'Ubicación:', 'Corrección:', 'Tipo de mantenimiento:', 'Fecha:', and 'Autoriza:'. The right tag is red and labeled 'Tarjeta de mantenimiento Interno.' It contains fields for 'Ubicación:', 'Corrección:', 'Tiempo de Paro a equipo:', 'Fecha:', and 'Autoriza:'. Both tags have horizontal lines for text entry.

Color	Label	Fields
Green	Tarjeta de mantenimiento Externo.	Ubicación: _____ Corrección: _____ _____ Tipo de mantenimiento: _____ Fecha: _____ Autoriza: _____ _____
Red	Tarjeta de mantenimiento Interno.	Ubicación: _____ Corrección: _____ _____ Tiempo de Paro a equipo: _____ Fecha: _____ Autoriza: _____ _____

Fuente: Mejicanos, L noviembre 2019

