



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ESTUDIO DEL LEAN MANUFACTURING E INDUSTRIA 4.0 APLICADO A LAS  
MICROEMPRESAS.**

#### **Autores:**

Pastrano Gualotuña Lenin Patricio

Torres Monteros Jhonatan David

#### **Tutor:**

MSc. Ing. Hidalgo Oñate Ángel Guillermo

**LATACUNGA - ECUADOR**

**SEPTIEMBRE 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Pastrano Gualotuña Lenin Patricio CI: 172404784-8; Torres Monteros Jhonatan David CI: 175159202-1**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Estudio del Lean Manufacturing e Industria 4.0 aplicado a las microempresas”**, siendo el **MSc. Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

---

**Pastrano Gualotuña Lenin Patricio**  
Número de C.I: 172404784-8

---

**Torres Monteros Jhonatan David**  
Número de C.I: 175159202-1

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“Estudio del Lean Manufacturing e Industria 4.0 aplicado a las microempresas”**, de **Pastrano Gualotuña Lenin Patricio; Torres Monteros Jhonatan David** de la carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **Facultad De Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020

.....  
**Tutor**

**MSc. Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la **Universidad Técnica de Cotopaxi**, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes; **Pastrano Gualotuña Lenin Patricio CI:172404784-8**; **Torres Monteros Jhonatan David CI: 175159202-1** con el título de Proyecto de titulación: **“Estudio del Lean Manufacturing e Industria 4.0 aplicado a las Microempresas”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre:** MSc. Ing. Hernán Navas  
**CC:**

---

**Lector 2**  
**Nombre:** MSc. Ing. Medardo Ulloa  
**CC:**

---

**Lector 3**  
**Nombre:** MSc. Ing. Marcelo Tello  
**CC:**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecido con Dios por brindarme la salud y los recursos necesarios para llegar a cumplir una meta más en mi vida.

A mi madre y mi hermana por ser un apoyo incondicional en toda esta etapa de mi vida y por saberme guiar por el camino del bien.

A mi padre que desde el cielo me cuida y me protege día a día, y sobre todo me da su bendición.

A mi familia que siempre ha sido un apoyo incondicional y por saber aconsejarme sobre todas las cosas.

A mis amigos que, gracias a sus consejos, apoyo y palabras de aliento han contribuido para culminar este logro.

Y como no agradecer al tutor de este proyecto de investigación, que con sus conocimientos aportó a la elaboración de este triunfo y finalmente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme los conocimientos necesarios que me servirán para mi desarrollo profesional.

***Lenin Pastrano G.***

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de titulación va dedicado primeramente a Dios por cuidar, guiar y bendecir cada uno de mis pasos.

Mamá han pasado muchos años desde que nací y desde entonces ha sabido cuidar muy bien de mí, por buscar maneras para ofrecerme lo mejor, por ser mi ejemplo a seguir, por siempre confiar en mí y brindarme su apoyo en cada meta que me he planteado, por eso y muchas cosas más este logro va dedicado para usted.

A mi padre que desde el cielo me da fuerzas y ánimo para continuar y conseguir todos mis sueños.

A mi hermana por ser una parte fundamental en mi vida, por su apoyo y por cuidar de mí.

Y en especial para toda mi familia que supo confiar en mis capacidades, por cada consejo y palabra de aliento para concluir una etapa más en mi vida.

***Lenin Pastrano G.***

## **AGRADECIMIENTO**

En un texto bíblico menciona lo siguiente  
“Muchos proyectos hay en el corazón del hombre;  
Mas el designio de Jehová es el que se cumplirá.”  
Proverbios 19:21.

Me siento muy contento de siempre confiar en Dios en todo este caminar universitario ya que tengo la seguridad que si hoy estoy finalizando la presente tesis es porque el señor tiene grandes propósitos para mi vida. Y por este motivo agradezco este logro a Dios por permite concluir esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis padres me que con su amor esfuerzo, motivación, guía nunca dejaron que decaiga diciéndome no te desanimes sigue adelante.

A mis hermanos y mi familia con sus consejos su apoyo también fueron mi inspiración para avanzar cuando ya no podía más.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, y con ella a todos los docentes que me realizaron un gran trabajo de enseñanza en todos estos ciclos.

Al tutor de ese te proyecto gracias por ser la guía para la exitosa realización.

Finalmente, a mis amigos que, con sus consejos, sugerencias, palabras animo pudieron aportar su granito de arena en este proyecto de investigación.

**Jhonatan Torres M**

## **DEDICATORIA**

En el caminar de todos siempre existen dos tipos el primer tipo es la que, si estas a punto de caer, te da el empujón. El otro tipo de personas son las que te apoyan a pesar de tus defectos, carácter, las que si te caes te ayudan a levantarte y continuar avanzando. Esta dedicatoria va para todas las personas que más me han apoyado, motivado en los momentos difíciles, alegrando mi ser. Me es difícil nombrarlas una a una, pero si estas leyendo esto, pues muchas gracias por tu apoyo sin ti, mi caminar universitario hubiera sido más difícil.

**Jhonatan Torres M**



## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1.1 Título del Proyecto: .....	1
Fecha de inicio:.....	1
Fecha de finalización: .....	1
1.2 Lugar de ejecución:.....	1
1.3 Facultad que auspicia:.....	1
1.4 Carrera que auspicia: .....	1
1.5 Proyecto de investigación vinculado: .....	1
1.6 Equipo de Trabajo:.....	1
1.7 Área de Conocimiento: .....	1
1.8 Línea de investigación: .....	1
1.9 Sub líneas de investigación de la Carrera: .....	1

2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	2
4.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5.	OBJETIVOS .....	4
5.1	General.....	4
5.2	Específicos.....	4
6.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
7.1	Lean Manufacturing.....	7
7.1.1	Antecedentes Históricos. ....	7
7.1.2	Fechas Importantes del Lean Manufacturing. ....	9
7.1.3	Definición.....	10
7.1.4	Beneficios.....	10
7.1.5	Limitantes de la productividad.....	11
7.1.6	Herramientas.....	12
7.2	Industria 4.0.....	16
7.2.1	Antecedentes Históricos.....	17
7.2.2	Aspectos importantes en el tiempo.....	20
7.2.3	Definición.....	21
7.2.4	Beneficios.....	21
7.2.5	Pilares fundamentales.....	22
7.2.6	Herramientas tecnológicas de la Industria 4.0.....	24
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	35
8.1	Variable Dependiente: .....	35
8.2	Variable Independiente: .....	35
9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	35

9.1	Métodos y Técnicas .....	35
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	37
10.1	Investigar el estado del arte de las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0 para la identificación del uso en diferentes tipos de empresas. ....	37
10.1.1	Estado del arte Lean Manufacturing.....	37
10.1.2	Estado del arte Industria 4.0 .....	40
10.1.3	Resultados del Estado del Arte.....	43
10.2	Identificar casos de empresas que han tenido éxito usando las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0, para la homologación de su implantación.....	44
10.2.1	Caso de éxito Meat Pro S.A.....	44
10.2.2	Implementación Lean Manufacturing .....	45
10.2.3	Actividades Realizadas.....	47
10.2.4	Herramientas Lean Manufacturing usadas .....	48
10.2.5	Implementación de herramientas.....	48
10.2.6	Resultados de la implementación VSM .....	54
10.2.7	Análisis de resultados de la implementación VSM.....	55
10.2.8	Resultados de la implementación 5´S.....	55
10.2.9	Análisis de resultados de la implementación de las 5´S.....	56
10.3	Implementación Kanban .....	56
10.3.1	Fases para la implementación de Kanban .....	57
10.4	Implementación SMED.....	58
10.5	Implementación TPM.....	59
10.6	Caso de éxito de Ford (IIoT).....	60
10.6.1	Los vehículos conectados de Ford.....	60
10.6.2	Pasos para la implementación del IIoT.....	60
10.6.3	Resultados de la implementación. ....	61
10.7	Caso de éxito Grupo Volvo Cars.....	62

10.7.1	Implementación Industria 4.0 en Grupo Volvo Cars.....	63
10.8	Caso de éxito de Netflix. ....	65
10.8.1	Implementación del Big Data .....	65
10.8.2	Pasos para la implementación.....	66
10.8.3	Implementación de Cloud Computing.....	66
10.8.4	Pasos de implementación. ....	67
10.8.5	Resultados de la implementación. ....	68
10.9	Proponer un conjunto de matrices de herramientas de Lean Manufacturing e Industria 4.0 para que las microempresas del cantón Latacunga tengan una guía útil de uso de las herramientas. ....	69
10.9.1	Análisis de la realidad de las MIPYMES del Cantón Latacunga. ....	69
10.9.2	Matriz de herramientas Lean Manufacturing .....	75
10.9.3	Matriz de herramientas Industria 4.0.....	80
11.	IMPACTOS .....	84
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	85
12.1	Conclusiones .....	85
12.2	Recomendaciones.....	85
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	86
14.	Anexos.....	89
14.1	Matriz de Evaluación 5´S .....	89
14.2	Encuesta Aplicadas a las MIPYMES del Cantón Latacunga. ....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Beneficiarios directos e Indirectos .....	2
Tabla 2	Actividades y Sistema de Tareas .....	5
Tabla 3	Muda o Desperdicios.....	11
Tabla 4	Las 5 S .....	12
Tabla 5	Las 4 S Adicionales .....	13

Tabla 6 Beneficios de la Industria 4.0 .....	21
Tabla 7 Capas del IoT.....	25
Tabla 8 Tipos de Robots.....	31
Tabla 9 Clasificación del Blockchain.....	34
Tabla 10 Estado del Arte Lean Manufacturing .....	37
Tabla 11 Estado del Arte Industria 4.0 .....	40
Tabla 12 Desperdicios de Áreas .....	47
Tabla 13 Simbología VSM.....	50
Tabla 14 Matriz de actividades que generan valor .....	53
Tabla 15 Matriz de actividades que no generan valor .....	53
Tabla 16 Matriz de actividades que generan valor .....	54
Tabla 17 Matriz de actividades que no generan valor .....	54
Tabla 18 Pasos para implementar TPM.....	59
Tabla 19 Resultados de Implementación IIoT.....	61
Tabla 20 Resultado de la implementación de Volvo.....	64
Tabla 21 Principales resultados de la implementación.....	68
Tabla 22 Matriz de Herramientas Lean Manufacturing .....	75
Tabla 23 Matriz de herramientas de Industria 4.0 .....	80
Tabla 24 Matriz de Evaluación 5´S .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Línea de Tiempo .....	9
Figura 2 Máquina a vapor de una fábrica alemana.....	17
Figura 3 Máquina de coser Singer (USA) .....	18
Figura 4 Teléfono .....	18
Figura 5 Cadena de montaje de automóviles Ford T.....	19
Figura 6 Línea de tiempo de la Industria 4.0.....	20
Figura 7 Pilares fundamentales de la Industria 4.0.....	23
Figura 8 Concepto de IoT.....	24
Figura 9 Capacidad de los productos inteligentes .....	25
Figura 10 Técnicas principales del Big Data.....	26
Figura 11 Cloud Computing .....	27
Figura 12 Evolución del Sistema Cloud Computing.....	28
Figura 13 Campos principales de Realidad Aumentada.....	29
Figura 14 Medidas de seguridad de la Ciberseguridad.....	30
Figura 15 Partes de un Robot .....	31
Figura 16 Modelos de Simulación.....	32
Figura 17 Modelo del Sistema de Integración.....	33
Figura 18 Relación Lean Manufacturing e Industria 4.0.....	43
Figura 19 Implementación 5´S & VSM .....	44
Figura 21 Matriz de Decisiones.....	48
Figura 22 Matriz de evaluación 5´S .....	49
Figura 23 Diagrama de proceso.....	49
Figura 24 Mapa de la cadena de valor MEET PRO .....	52
Figura 25 Inicio de la Implementación de las 5´S.....	55
Figura 26 Situación actual de la empresa .....	55
Figura 27 Reglas de aplicación Kanban .....	56
Figura 28 Fases Kanban .....	57
Figura 29 Vigilancia de los elementos Kanban.....	57
Figura 30 Fases de Implementación SMED .....	58
Figura 31 Estrategia del IIoT de Ford .....	60
Figura 32 Herramientas tecnológicos que aplicó Volvo .....	63
Figura 33 Aspectos de mejora en Netflix.....	65

Figura 34 Resultados Pregunta 1 .....	69
Figura 35 Resultados Pregunta 2 .....	70
Figura 36 Resultados Pregunta 3 .....	70
Figura 37 Resultados Pregunta 4 .....	71
Figura 38 Resultados Pregunta 5 .....	71
Figura 39 Resultados Pregunta 6 .....	72
Figura 40 Resultados Pregunta 7 .....	73
Figura 41 Resultados Pregunta 8 .....	73
Figura 42 Resultados Pregunta 9 .....	74

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexos 1 .....	89
Anexos 2 Encuestas .....	93

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA:** ESTUDIO DEL LEAN MANUFACTURING E INDUSTRIA 4.0 APLICADO A LAS MICROEMPRESAS

**Autores:**

Pastrano Gualotuña Lenin Patricio

Torres Monteros Jhonatan David

**RESUMEN**

Lean Manufacturing es una filosofía que posee varias herramientas que han sido la clave del éxito de varias empresas; ya que su aplicación, ha generado beneficios múltiples eliminando procesos innecesarios, reduciendo desperdicios y permitiendo la mejora continua de los procesos; la Industria 4.0 promulga la digitalización de la industria y todos los servicios de una empresa, y su aplicación a caracterizado a países del primer mundo; sin embargo, ha generado inseguridad en la adopción de la misma en Latinoamérica por los elevados costos de las tecnologías en Ecuador se está ya implementado nuevas tecnologías como preámbulo al avance de la Industria 4.0 y el uso de las herramientas Lean Manufacturing, estos dos términos permiten dar un margen más amplio que solo automatizar un proceso o disminuir desperdicios; puesto que, su implementación puede ser aplicada en una gran empresa como en una microempresa, debido a su variedad de herramientas y tecnologías para su mejoramiento continuo; el presente trabajo es una investigación de tipo descriptivo y se aplicaron métodos como el analítico sintético que permitió establecer el estado del arte de ésta temática, así como se analizaron casos de éxito de empresas que han aplicado Lean Manufacturing como Industria 4.0, indagando como fue su implementación y las herramientas que usaron, para ello se crearon dos matrices de herramientas que ayudarán al microempresario del cantón Latacunga a guiarse para iniciar la implementación de la filosofía Lean Manufacturing y la tecnología de Industria 4.0.

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, Industria 4.0, optimización, microempresa.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE**

**THEME:** STUDY OF LEAN MANUFACTURING AND INDUSTRY 4.0 APPLIED TO MICRO-ENTERPRISES

**Authors:**

Pastrano Gualotuña Lenin Patricio

Torres Monteros Jhonatan David

**ABSTRACT**

Lean Manufacturing is a philosophy, which has several tools that have been the key to the success of several companies, since its application has allowed for continuous improvement; by the way, this application has been useful for eliminating unnecessary processes, reducing waste such as time, money and materials, furthermore significant benefits. The main target to Industry 4.0 is become all of the services of a company in a digital one. This new industrial revolution is used in first world countries; however, it has generated disbelief to adopt it especially in Latin America due to high technology costs. In Ecuador, there are companies which have implemented new technologies, it has been a great advancement of Industry 4.0 and Lean Manufacturing. On the other hand, these two terms allow us to expand to a broader margin than just automating a process or reducing waste, because this revolution can be applied in a large company as well as in a micro-company, due to its variety of tools and technologies are a continuous improvement. The present work is a descriptive research and methods such as synthetic analytics were applied that allowed us to establish the state of the art of this subject. For this reason, after successful analysis in the companies which have applied Lean Manufacturing as Industry 4.0 finding out how it was implemented and what kind of tools they used, so two tool matrices were created in order to help to micro-entrepreneur of Latacunga canton to take up the implementation of the Lean Manufacturing philosophy and Industry 4.0 technology.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Industry 4.0, optimization, micro-enterprises.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, PASTRANO GUALOTUÑA LENIN PATRICIO Y TORRES MONTEROS JHONATAN DAVID**, cuyo título versa **"ESTUDIO DEL LEAN MANUFACTURING E INDUSTRIA 4.0 APLICADO A LAS MICROEMPRESAS."**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre del 2020

Atentamente,

**Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502666514**



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1 Título del Proyecto:**

Estudio del Lean Manufacturing e Industria 4.0 aplicado a las Microempresas.

### **Fecha de inicio:**

Marzo 2020

### **Fecha de finalización:**

Agosto 2020

### **1.2 Lugar de ejecución:**

Provincia de Cotopaxi.

Cantón Latacunga.

### **1.3 Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **1.4 Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

### **1.5 Proyecto de investigación vinculado:**

### **1.6 Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Msc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

**Correo:** angel.hidalgo@utc.edu.ec

**Investigador 1:** Pastrano Gualotuña Lenin Patricio

**Correo:** lenin.pastrano7848@utc.edu.ec

**Investigador 2:** Torres Monteros Jhonatan David

**Correo:** jhonatan.torres2021@utc.edu.ec

### **1.7 Área de Conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción.

### **1.8 Línea de investigación:**

Procesos Industriales

### **1.9 Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

Administración y gestión de la producción.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la ciudad de Latacunga existen varias microempresas que desconocen sobre el uso de metodologías que ayudan a elevar la efectividad de su servicio, esta investigación permitirá al lector conocer una serie de herramientas asociadas a Lean Manufacturing e Industria 4.0, cuya aplicación puede ser implementada de manera sencilla. Además, se pretende lograr que el microempresario se motive a usar las herramientas y tecnologías, agregando un elemento diferenciador respecto de la competencia. Al mismo tiempo se tendrá diferentes alternativas para la mejora en la calidad, permitiendo conseguir una competitividad que permita una posible certificación; que ayudará a exportar su producto y/o servicio, así también liderar el mercado en su sector expandiendo su negocio.

## 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

*Tabla 1 Beneficiarios directos e Indirectos*

<b>Beneficiarios Directos</b>	33 MIPYMES del Cantón Latacunga
<b>Beneficiarios Indirectos</b>	495 entre Clientes y Proveedores de las MIPYMES

*Fuente 1 Grupo de Investigación*

#### **4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En Ecuador no es común el uso de herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0, más aún cuando existe mayor interés por parte de las empresas en reducir sus costos y aumentar sus ganancias. Según (INEC, 2019) En Ecuador, existen alrededor de 816.553 microempresas lo cual sigue en aumento cada año, este crecimiento a implicado la competitividad entre ellas provocando la necesidad de reducción de desperdicios e implementación de tecnologías de control y automatización. En el directorio de empresas la (Superintendencia de Compañías, 2019) menciona que en Ecuador existe alrededor de 6778 MIPYMES pertenecientes al sector Manufacturero, de las cuales 47 pertenecen a la provincia de Cotopaxi y 33 al cantón Latacunga, el cual será considerado para el presente estudio.

Con el paso del tiempo se sabe que los procesos en una empresa jamás se mantienen estáticos. Pero algunas empresas que llevan años en la misma industria y mercado se encuentran en su zona de confort y no aplican la modernización como una forma de mejorar el rendimiento y la productividad. El proceso necesita un cambio de mentalidad, ya que la manera de trabajar se transforma como también lo hacen las industrias, aparecen nuevos sistemas de producción, transporte o consumo, nuevos softwares, redes de datos y modernos modelos de negocio.

El desarrollo de Lean Manufacturing y la Industria 4.0 ha obligado a las empresas a realizar una implementación de las mismas para sobresalir de sus principales competidores aumentando así sus ganancias por medio de la reducción de costos.

¿Podrán las microempresas de la ciudad de Latacunga, implementar Lean Manufacturing y herramientas de Industria 4.0 en su modelo de gestión?

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General.**

Realizar el estudio de Lean Manufacturing e Industria 4.0 para el análisis de las herramientas y tecnologías aplicables a las microempresas.

### **5.2 Específicos.**

Investigar el estado del arte de las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0 para la identificación del uso en diferentes tipos de empresas.

Identificar casos de empresas que han tenido éxito usando las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0, para la homologación de su implantación.

Proponer un conjunto de matrices de herramientas de Lean Manufacturing e Industria 4.0 para que las microempresas del cantón Latacunga tengan una guía útil de uso de las herramientas.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2 Actividades y Sistema de Tareas

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Investigar el estado del arte de las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0 para la identificación del uso en diferentes tipos de empresas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de temas relacionados a Lean Manufacturing e Industria 4.0.</li> <li>• Recopilación de la información mediante fuentes bibliográficas, paper, libros digitales.</li> <li>• Selección de información.</li> <li>• Redacción de los conceptos más importantes para el estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de los temas involucrados.</li> <li>• Instauración del estado del arte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentación Científico Técnica.</li> </ul>
Identificar casos de empresas que han tenido éxito usando las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0, para la homologación de su implantación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de información mediante fuentes bibliográficas.</li> <li>• Selección de los casos de éxito más relevantes.</li> <li>• Integración de los casos de éxito en el estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de las herramientas utilizadas por las empresas.</li> <li>• Identificación de los resultados obtenidos por las empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalle y análisis de casos de éxito.</li> </ul>

---

Proponer un conjunto de matrices de herramientas de Lean Manufacturing e Industria 4.0 para que las microempresas del cantón Latacunga tengan una guía útil de uso de las herramientas.

- Investigación cuantitativa hacia las empresas manufactureras del Cantón Latacunga.
- Tabulación y análisis de los datos obtenidos.
- Identificación de las herramientas y tecnologías usadas en los casos de existo.
- Detalle de herramientas y tecnologías.
- Análisis del detalle para la realización de la matriz.
- Elaboración de la matriz de herramientas.
- Comprensión de la realidad de las empresas manufactureras del Cantón Latacunga.
- Conocimiento de técnicas y tecnologías aplicables.
- Modelo de herramientas.
- Interés por parte de los beneficiarios.
- Encuestas.
- Listado de técnicas y tecnologías.
- Modelo de herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0 detallado en los resultados.

---

*Fuente 2 Grupo de Investigación*



## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 Lean Manufacturing.**

Según (Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017) en su artículo menciona que el Lean Manufacturing o también llamado en algunos países hispanohablantes como Manufactura Esbelta o Ágil, es un método de organización del trabajo, basado en la mejora continua, ayudando a la optimización de los sistemas de producción o de servicio, cumpliendo con la disminución de desperdicios de todo tipo.

También menciona (GUERRERO, 2015) que, Lean Manufacturing ayuda a mejorar los sistemas de fabricación a través de la eliminación de los desperdicios, es decir, ayuda a eliminar las acciones que no aportan valor al producto obteniendo como principal beneficio la optimización de los recursos en la producción.

#### **7.1.1 Antecedentes Históricos.**

Es importante conocer como existió una gran historia tras el término Lean Manufacturing por este motivo (Socconini, 2019) afirma que la filosofía Lean Manufacturing fue desarrollada por la industria del automóvil japonesa, principalmente Toyota, tras el desafío de reconstruir su economía después de la Segunda Guerra Mundial llegaron a la conclusión que para competir con los gigantes del automóvil de Estados Unidos de Ford, General Motors y Chrysler, tendrían que trabajar más inteligentemente. Henry Ford, fue uno de los primeros en introducir cambios dentro de la producción, utilizando máquinas especiales, creando una producción en línea y paso a paso con el fin de obtener un ajuste en las líneas de producción.

Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, y otros miembros de la compañía Toyota profundizaron sobre el pensamiento original de Ford después de la Segunda Guerra Mundial, e hicieron una serie de innovaciones simples inventando el Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System, TPS) que consta de máquinas elaboradas de acuerdo al volumen real que se necesitaba Toyota, para la producción de piezas en pequeños volúmenes, haciendo posible la reducción de costos, mejorando la calidad, logrando así responder rápidamente a las exigencias que disponen los clientes.

A continuación, se detallan los cinco principios del Lean.

- Identificar la cadena de valor de cada producto.
- Mapear la cadena de valor.
- Integrar procesos equilibrados para generar un flujo constante en la producción.
- Establecer un sistema de reparto uniforme de las ordenes de producción (Pull).

- Mejora continua del proceso.

En la actualidad el Lean Manufacturing trata de mejorar la organización y gestionar los sistemas en la fabricación de productos, obteniendo una mejora en la calidad y la eficiencia de su producto o servicio, mediante la eliminación del despilfarro. El ámbito de aplicación idóneo para este método, es la producción recurrente de los grupos de productos, a través de procesos discretos. Los volúmenes pueden ser grandes, medios o pequeños. Un número elevado de referencias a fabricar no es un obstáculo en sí mismo, y la complejidad de las rutas de los productos puede ser una gran oportunidad de mejora.

### 7.1.2 Fechas Importantes del Lean Manufacturing.

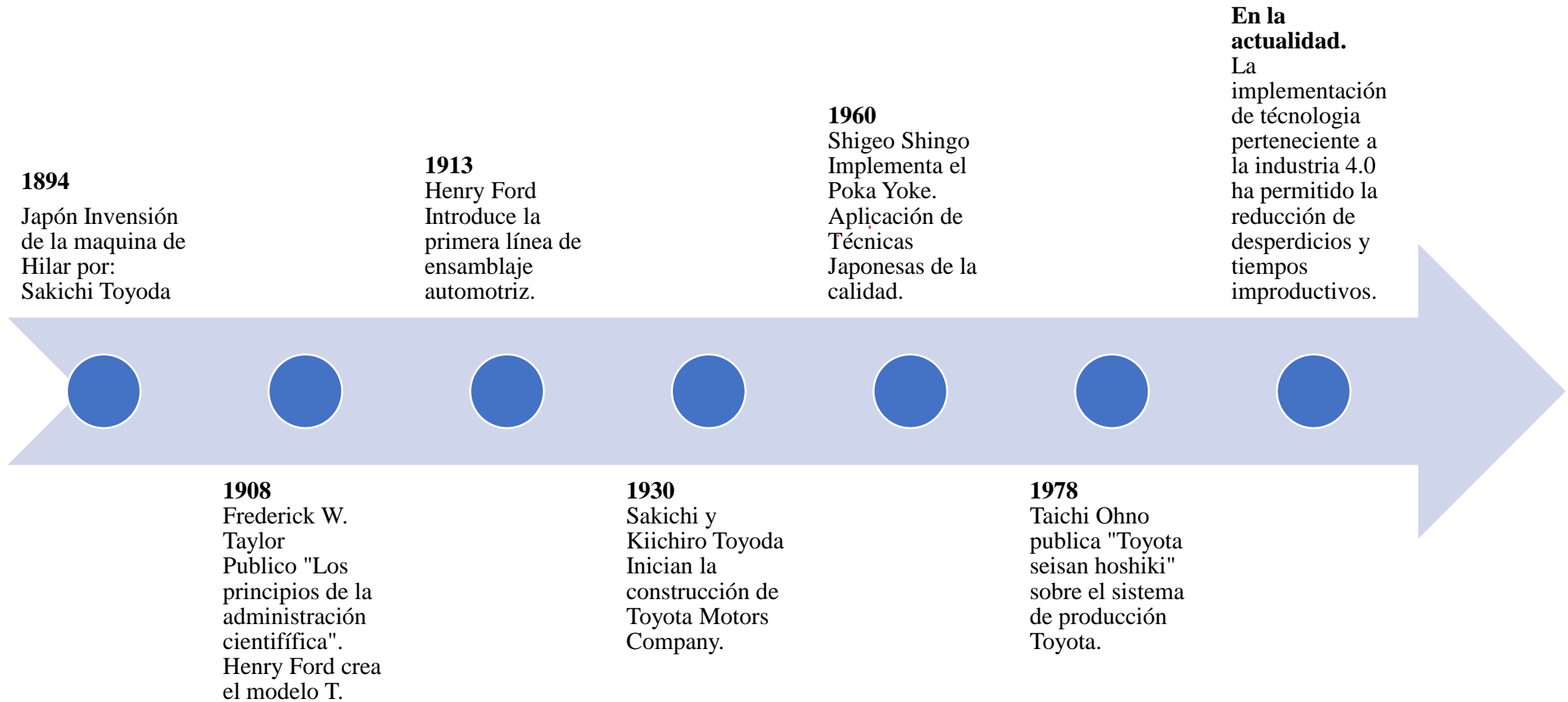


Figura 1 Línea de Tiempo

Fuente 3 Grupo de Investigación

### 7.1.3 Definición.

(Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017) en su artículo afirma que es un método de organización del trabajo, que mediante la mejora continua y la optimización de los sistemas de producción o de servicio, le permite cumplir con su objetivo principal, que es la disminución y eliminación de desperdicios de todo tipo. Esta filosofía empieza con el sistema de producción Just in Time (JIT), que a través de los años se ha ido modificando y convirtiéndose en un modelo de excelencia industrial.

Juan Carlos Hernández Matías, investigador de la Universidad Politécnica de Madrid, mencionó que “La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas”. Debido a que Lean ayuda a cambiar la cultura organizacional obteniendo una mejora continua en los procesos y fortaleciendo el trabajo en equipo de los trabajadores.

### 7.1.4 Beneficios.

Según (GUERRERO, 2015) los beneficios que se consiguen al implementar Lean Manufacturing son los siguientes:

- **Mejoramiento de la Calidad:** Reduce el stock de inventario para controlar el producto en línea.
- **Reduce los costos de producción:** Ajusta de forma más eficiente la programación, eliminando los tiempos muertos de la mano de obra y la maquinaria, permitiendo utilizarlas a su máximo rendimiento.
- **Reduce la compra de inventarios:** Es indispensable mantener inventarios bajos, esto se produce con la compra de materias por cada orden de producción y en cantidades necesarias.
- **Reduce los tiempos de entrega:** Realiza la producción de acuerdo al pedido planificado, permitiéndole cumplir con el tiempo establecido de entrega.
- **Mejoramiento de la mano de obra:** Permite contar con personal capacitado en diferentes áreas para realizar rotaciones en los puestos de trabajo, ayudando a mejorar la eficiencia de los procesos.
- **Eficiencia del equipo:** El control que se le da a la maquinaria y los equipos basado en rendimiento, mantenimiento y tasas de calidad, ayuda a la empresa a elevar su eficiencia productiva.

- **Disminuye los desperdicios:** El principal objetivo del Lean es reducir los tiempos innecesarios, permitiendo a la empresa optimizar los costos y los gastos.
- **Disminuye la sobreproducción:** Se produce cuando la demanda de productos excede los niveles de producción con los que cuenta la empresa.
- **Optimiza el transporte y los movimientos:** Ayuda a optimizar los despachos y las rutas de transporte, siempre y cuando la producción haya sido planificada.

### 7.1.5 Limitantes de la productividad.

#### 7.1.5.1 Desperdicios o MUDA

Los principales desperdicios mencionados por los autores (Collantes Champi et al., 2019) se los detalla en la Tabla 3:

*Tabla 3 Muda o Desperdicios*

<b>Transporte</b>	Genera costos, retrasos, o un aumento de daños, debido a que son actividades que no generan valor.
<b>Espera</b>	Se produce por lo general cuando existe falta de material en el almacén, por ende, el operario se detiene.
<b>Traslado</b>	Se produce cuando existe desorganización entre las áreas de trabajo y el proceso, esto quiere decir, cuando hay demasiado espacio entre las líneas de producción.
<b>Inventario</b>	Se refiere al almacenamiento de productos y materias primas en un tiempo determinado, las cuales no agregan valor, genera costos y riesgos innecesarios.
<b>Sobreproceso</b>	Elimina todo lo que afecta a la calidad del producto o servicio que no han sido revisados, ni tampoco optimizados.
<b>Sobreproducción</b>	Se produce cuando un producto no es ajustado a la demanda y se fabrica en mayores cantidades, lo cual conduce al almacenamiento y producir un exceso de stock.
<b>Defectos</b>	Son los diferentes tipos de errores que no han sido supervisados, ni revisados, los cuales no aportan ningún tipo de valor al producto.
<b>Talento humano mal empleado</b>	Trata de utilizar al máximo las capacidades de cada empleado para así hacer usos de su creatividad e inteligencia, generando así un aporte para la producción.

*Fuente 4 Grupo de Investigación*

### 7.1.5.2 *Sobrecarga o MURI*

Las empresas solo se enfocan en los desperdicios, por este motivo es importante conocer otras restricciones de la productividad mencionadas por (Socconini, 2019), la productividad de los negocios y las personas disminuye cuando se les impone una carga de trabajo que rebasa su capacidad. El agotamiento de los recursos de las empresas surge cuando se produce más de la capacidad para la que está diseñada la planta, generando así una reducción de la productividad.

### 7.1.5.3 *Variabilidad o MURA*

Según (Socconini, 2019), MURA se refiere a la irregularidad en la carga de trabajo desde los elementos de entrada a los procesos y las condiciones de la maquinaria; esto produce una falta de igualdad en los procesos. Es importante reconocer el tipo de variación de un proceso para conocer si está controlado o no. Si se incluye una nueva variación al proceso de producción, se dice que el proceso está fuera de control por la falta de estandarización, provocando desequilibrio en el sistema de trabajo. La variabilidad está basada en metodologías como el Control Estadístico de Procesos o Six Sigma.

## 7.1.6 **Herramientas.**

### 7.1.6.1 *Las 5 S.*

Según (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016), las 5S son herramientas que permiten añadir hábitos de orden y limpieza en cada puesto de trabajo. Para la implantación de herramientas Lean en una PYME se debe tener en cuenta que 5S es la puerta de entrada al resto de herramientas.

(Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017) en su artículo menciona, que esta metodología se la realiza en 5 pasos (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina), las cuales permiten generar una cultura de disciplina en cuanto a orden y limpieza de cualquier área dentro de la empresa. Para una mejor aplicación de esta metodología se recomienda implementarla por pasos. A continuación, en la Tabla 4 se detalla el orden en el que debe ser aplicada esta disciplina.

Tabla 4 *Las 5 S*

<b>Las 5 S</b>	
<b>SEIRI (Clasificar)</b>	Trata de eliminar los objetos innecesarios que no aporten valor al producto final.
<b>SEITON (Ordenar)</b>	Consiste en ordenar los elementos y el espacio de trabajo de manera eficiente, con el fin de ahorrar espacio y obtener las herramientas necesarias en el menor tiempo.

<b>SEISO (Limpiar)</b>	Ayuda a mejorar la limpieza en el área o puesto de trabajo, esto reducirá los posibles defectos y mantendrá en buen estado los insumos.
<b>SEIKETSU(Estandarizar)</b>	Se realizan las prácticas necesarias para una correcta implementación de la herramienta en la empresa. Delimitar los estándares necesarios para llevar a cabo los tres pasos anteriores, de esta manera garantiza que los pasos anteriores se realizan del mejor modo posible.
<b>SHITSUKE (Disciplina)</b>	Mediante esta disciplina se procura normalizar y mejorar la aplicación del trabajo, convirtiendo en hábito todos aquellos estándares establecidos en el los pasos anteriores.

*Fuente 5 Grupo de Investigación*

Hoy en día las empresas están aplicando 4S adicionales, por este motivo en (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016) menciona que estas 4S son un apoyo directamente a las 5S y al espíritu de mejora continua, característico de Lean Manufacturing. En la Tabla 5 se detalla el orden de esta disciplina.

*Tabla 5 Las 4 S Adicionales*

<b>Las 4 S Adicionales</b>	
<b>SHIKARI (Constancia)</b>	Se interpreta como la capacidad de una persona para llevar a cabo acciones de mejora.
<b>SHITSUKOKU (Compromiso)</b>	Ayuda a llevar a cabo el cumplimiento de algo previamente pactado, debido a que debe manifestarse en todos los niveles de la organización.
<b>SEISHOO (Coordinación)</b>	Realiza trabajos en concreto donde el personal trabaja al mismo ritmo y se dirigen hacia los mismos objetivos, con el fin de lograr un bien común.
<b>SEIDO (Sincronización)</b>	Se establecen acciones concretas que debe llevar cada operario a cabo para su posterior realización.

*Fuente 6 Grupo de Investigación*

#### **7.1.6.2 Beneficios de las 5s.**

- Proporciona el acceso y devolución de herramientas antes y durante la ejecución del trabajo.

- Evita búsqueda innecesaria de objetos en la realización del trabajo.
- Conserva las condiciones necesarias, con el fin de cuidar las herramientas, equipo, maquinaria, etc.
- Mejora visualmente el ambiente de trabajo.
- Mejora las condiciones seguras para el mantenimiento al realizar el trabajo.
- Facilita el control de herramientas u objetos para realizar el trabajo, reduciendo las pérdidas.
- Ayuda a formar bases para la creación de nuevas metodologías de mejoramiento continuo.
- Puede ser aplicada en cualquier tipo de organización de manufactura o de servicio.
- Ayuda a incrementar la participación por equipo de trabajo.

#### **7.1.6.3 SMED.**

(Bednarek & Santa Villagrara, 2017) Menciona que, es una metodología o conjunto de técnicas que tiene como objetivo la reducción de los tiempos de preparación de máquina.

#### **7.1.6.4 Beneficios de la aplicación de SMED.**

- Ayuda a reducir el tiempo de preparación del equipo.
- Reduce el tamaño del inventario.
- Disminuye el tiempo de respuesta.
- Disminuye el tamaño de los lotes de producción.
- Incrementa el compromiso del personal con la empresa.

#### **7.1.6.5 TPM (Mantenimiento Total Productivo).**

Según (Favela Herrera, Escobedo Portillo, Romero López, & Hernández Gómez, 2019) Sus siglas hacen referencia al mantenimiento productivo total. Es una filosofía mantenimiento, que permite eliminar las pérdidas de producción aprovechando su capacidad máxima y así conseguir sus productos en la calidad que se espera.

#### **7.1.6.6 Beneficios del TPM.**

- Mejora el control y procesamiento de las operaciones.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.



- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.

#### **7.1.6.7 KANBAN.**

(Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017), es una metodología ágil que significa “tarjetas visuales”, que ayuda a gestionar las tareas de manera general y se la utiliza para controlar el avance del trabajo dentro de la producción.

#### **7.1.6.8 Beneficios del KANBAN.**

- Disminuye o elimina los procesos intermedios que minimizan la productividad.
- Ayuda a cumplir con los tiempos de entrega.
- Mejora la calidad de los productos, mediante la detección de los defectos.
- Evita la acumulación de inventarios en stock.
- Ayuda a controlar la producción.
- Minimiza los desperdicios por producción.

La implementación de estas mejoras ayuda al personal a crear un mejor ambiente de trabajo con la seguridad ideal, también contribuye a la motivación de la realización de sus funciones y tareas e incentiva a la creatividad. Ayuda a reducir los tiempos innecesarios de todas las áreas y actividades de la empresa, obteniendo así una disminución de los costos y el aumento de la productividad, ayudando a la empresa a ser más competitiva, ofreciendo productos de calidad.

#### **7.1.6.9 Value Stream Mapping (VSM).**

Según (Collantes Champi et al., 2019) Value Stream Mapping o Mapeo de la cadena de valor es una herramienta aplicada al diagnóstico, implementación y mantenimiento que permite identificar la importancia de las actividades, desperdicios de materiales, de flujo de información, etc. Es decir, es una herramienta muy eficiente, que se desarrolla como método para identificar la Muda la cual, permite a visualizar los procesos, definir una visión futura y, ayuda a visualizar las fuentes de desperdicio de la cadena de valor.

También (Collantes Champi et al., 2019) menciona que, la errónea aplicación de esta herramienta puede dificultar la identificación de los desperdicios, generando errores en la evaluación para próximas implementaciones de mejora. Permite tomar decisiones visibles que añadan cambios y mejoras en la planta. El mapeo de la cadena de valor es una recopilación de todas las acciones ( con y sin valor añadido) sobre un producto o un grupo de productos (familia)

que utilizan los mismos insumos a través de los flujos principales, empezando con la materia prima y terminando con el cliente.

#### **7.1.6.10 *Justo a tiempo.***

Según (Favela Herrera et al., 2019) es una filosofía de trabajo que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. La idea es producir los artículos, en el plazo de tiempo y en las cantidades que es requerida con la máxima calidad para que sean vendidos o utilizados por la siguiente estación de trabajo en un proceso de fabricación.

(Favela Herrera et al., 2019) Menciona:

El sistema justo a tiempo tiene cuatro objetivos esenciales que son:

- Atacar los problemas fundamentales
- Eliminar despilfarros
- Buscar la simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas, lo que da lugar a un nivel de productividad y mejoramiento de la calidad.

#### **7.1.6.11 *Poka Yoke (A prueba de errores).***

Los dispositivos Poka Yoke se define en el libro (Socconini, 2019) como, los métodos que ayudan a evitar los errores humanos en los procesos antes de que sean convertidos en defectos, permitiendo que los operadores se concentren en sus actividades.

“Esta técnica creada por Shigeo Shingo en la década de los 60 del siglo XX basada en evitar errores humanos mediante el diseño de productos y/o procesos que sean fácilmente inspeccionados para así evitar enviar productos defectuosos al siguiente proceso.”(Findley & Arce Rodríguez, 2017).

## **7.2 Industria 4.0.**

Según (López & Pintor, 2015), en los últimos años se están generando acontecimientos que indican la llegada de una cuarta revolución industrial, la cual permitirá que las máquinas de una fábrica empiecen a transformarse en máquinas inteligentes, teniendo la capacidad de interactuar entre ellos, notificar datos sobre el estado de producción o sobre su propio estado.

La Industria 4.0 ayuda a mejorar la eficiencia en las empresas, consiguiendo un incremento en su productividad y la optimización de tiempos, costes, materiales o energía.

Este sistema permite conseguir la elaboración en una misma serie de producción, de productos individuales diferentes adaptados a las exigencias de cada cliente, claro está que dependen de las necesidades, gustos o en general de los requerimientos que se necesite satisfacer.

### 7.2.1 Antecedentes Históricos.

(Dickens, 2016) en su artículo menciona que, Inglaterra fue el país donde se inició dicha industrialización, a lo largo del siglo XIX varios países se fueron sumando a este proceso, y algunos de ellos lo hicieron tempranamente. De los cuales destacaron Francia, Bélgica y Alemania.

- Francia tenía numerosos recursos para invertir en industria y así mismo, varias minas de carbón y hierro.
- Bélgica, tenía abundantes minas y disponía de una buena red de comunicaciones.
- Alemania, fue una de los países que se industrializó muy tempranamente.

En la Figura 2 se puede apreciar la primera máquina a vapor que fue elaborada por una fábrica alemana.



*Figura 2 Máquina a vapor de una fábrica alemana*

*Fuente 7 (Dickens, 2016)*

En la segunda mitad del siglo XIX, se fueron incorporando nuevas potencias a esta industrialización, como es el caso de: Estados Unidos, Japón y norte de Italia.

A esta etapa se le atribuyen varias características, como son:

- Se aplicaron nuevas fuentes de energía sustituyendo al vapor, como es el caso del petróleo y electricidad.
- La industria textil fue reemplazada por la química. Mientras que el ferrocarril seguía incentivando a la fundición.
- La organización en el trabajo cambió gracias a la producción en cadena creada por Ford.
- Aparecieron varias entidades empresariales.
- Las relaciones económicas se fueron unificando cada vez más.

En la Figura 3 se observa la primera máquina de coser que realizó Estados Unidos en esta etapa de la revolución industrial.



*Figura 3 Máquina de coser Singer (USA)*

*Fuente 8 (Dickens, 2016)*

Según (Dickens, 2016) la segunda revolución Industrial empieza a partir de 1875 donde el proceso se intensifica, y tendrá una duración hasta el estallido de la denominada Primera Guerra Mundial en 1914.

En este proceso fueron apareciendo nuevas potencias industriales, aunque Inglaterra siguió en el desarrollo de la industria avanzada, fue sustituida del liderazgo que hasta entonces mantenía, dejando así a países como Alemania y Estados Unidos liderando la industrialización, y gracias a ello las economías de dichos países fueron desarrollando gran vitalidad.

Algunos de los rasgos que caracterizan a esta etapa son los siguientes:

#### ***7.2.1.1 Utilización de nuevas fuentes de energía***

Aquí siguieron siendo utilizadas algunas fuentes de la primera fase (Primera Revolución Industrial). El vapor se siguió utilizando abundantemente, pero cada vez más incrementaba el uso del petróleo y la electricidad. La electricidad permitió la mejora de la iluminación doméstica y urbana, así como el nacimiento de las telecomunicaciones (teléfono, telégrafo, etc.). En la Figura 4 se muestra el primer teléfono fabricado en la segunda etapa de la revolución industrial.



*Figura 4 Teléfono*

*Fuente 9 (Dickens, 2016)*

#### ***7.2.1.2 Nuevos sectores productivos.***

Aquí destaca la industria química, mediante la cual se obtuvieron varios productos como los colorantes sintéticos, el caucho, los explosivos y el nailon. El sector siderúrgico siguió conservando su importancia, mientras que el ferrocarril demandaba gran cantidad de

componentes industriales. El Convertidor Bessemer mediante el cual permitió la elaboración de acero de calidad y la industria de armamentos creció significativamente.

### **7.2.1.3 Organización del trabajo.**

Taylor organizó científicamente el trabajo con el objetivo de optimizar los rendimientos. Los productos se estandarizaron y es aquí donde separan el trabajo intelectual del manual. Se aplicó también el montaje en cadena que fue creado por Ford consiguiendo fabricar coches que llegaron a un amplio segmento de consumidores. El trabajo manual o comúnmente llamado artesano fue deshabitado producto de la industrialización y la producción en masa. En la Figura 5 podemos observar la aplicación del montaje en cadena.



*Figura 5 Cadena de montaje de automóviles Ford T*

*Fuente 10 (Dickens, 2016)*

### **7.2.1.4 Negociación entre empresas.**

En esta etapa la banca jugó un papel decisivo en la financiación, mientras que en la bolsa de valores se invertía y se negociaban las acciones de las sociedades anónimas y la concentración empresarial intentaba eliminar a la competencia por parte de las empresas.

### **7.2.1.5 Globalización económica.**

En esta etapa surge la necesidad de materias primas e hizo que los países buscaran apoderarse de territorios con el objetivo de conseguir lo más baratas posibles. A la vez por el interés de vender sus productos manufacturados, entraron en competencia con otras potencias, dando paso a las tensiones políticas y militares que posteriormente conducirían a la Primera guerra mundial. En el final del Siglo XX específicamente en el año de 1969 se inicia la denominada Tercera revolución industrial, una nueva transformación para la industria, el despliegue de la electrónica y la informática en los procesos industriales, esto permitió a las industrias automatizar las líneas de producción y que las máquinas empezaran a reemplazar a las personas en tareas repetitivas.

## 7.2.2 Aspectos importantes en el tiempo.

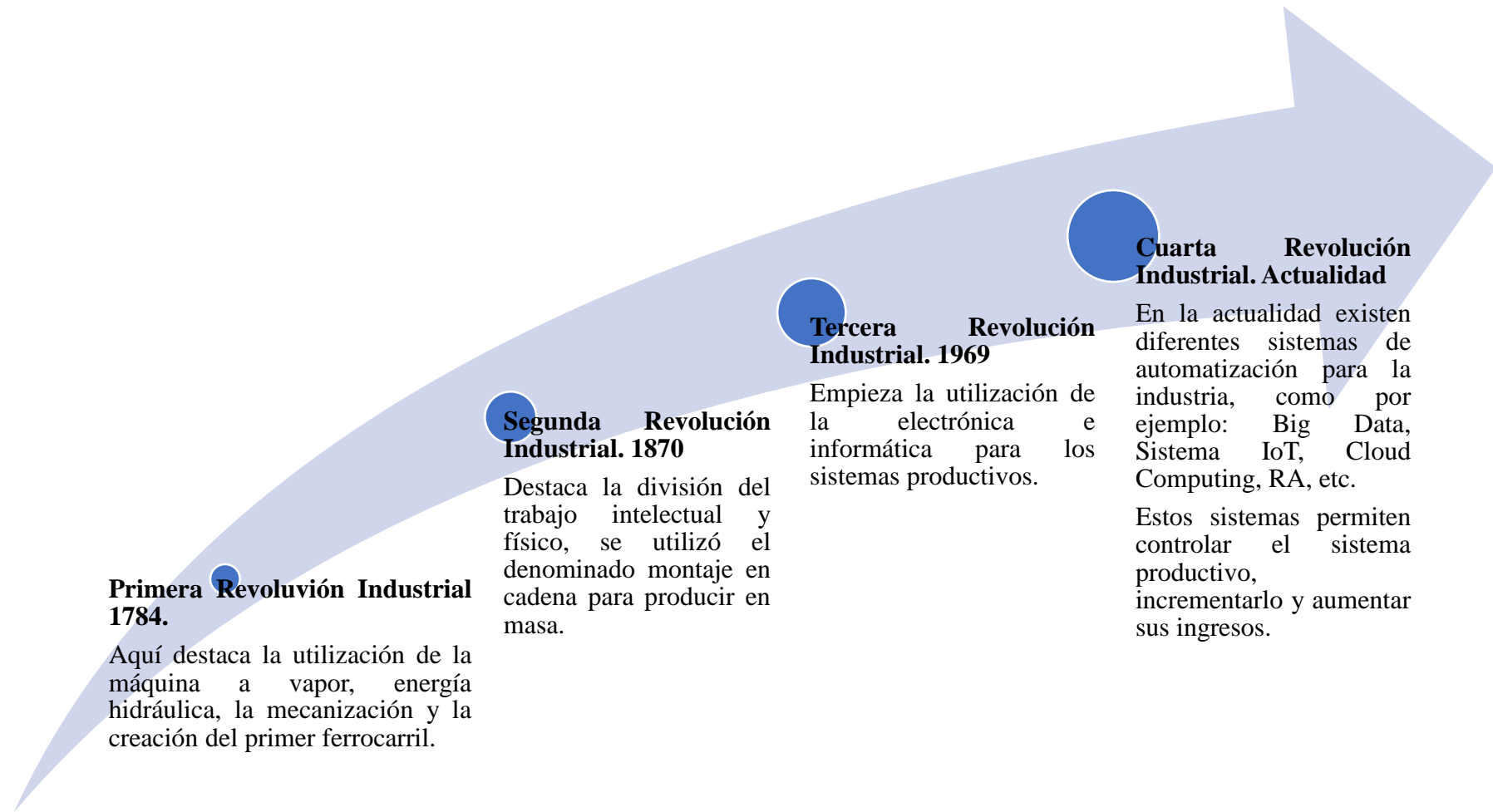


Figura 6 Línea de tiempo de la Industria 4.0

Fuente 11 Grupo de Investigación

### 7.2.3 Definición.

Según (Luis & Román, 2016) en su artículo sobre Industria 4.0 mencionan que se refiere a una nueva tecnología aplicable a cualquier modelo de organización, permitiendo el control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información.

Otra de las maneras para referirse a este concepto puede ser “Fábrica Inteligente” o “Internet industrial”. Se trata de la aplicación a la industria del modelo “Internet de las cosas” (IIoT). Estos términos tienen en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentren en transformación digital, esta denominada “revolución industrial” producida por el avance de las tecnologías de la información y, particularmente, de la informática y el software.

### 7.2.4 Beneficios.

“La creación de fábricas en un contexto de Industria 4.0 dota a la misma de una serie de características y beneficios” según lo expone (López & Pintor, 2015) en su artículo. En la Tabla 6 se exponen algunos de estos beneficios y sus características.

Tabla 6 Beneficios de la Industria 4.0

Beneficios	Características
<b>Personalización en masa</b>	Las nuevas líneas de producción deberán variar los procesos que se deben seguir para cada orden de producción, pudiendo así personalizar los productos mientras se consigue su tamaño de lote.
<b>Flexibilidad</b>	Los sistemas inteligentes deben adaptarse a cambios, los cuales se realizan tomando en cuenta el costo y el tiempo.
<b>Visibilidad y optimización de la toma de decisiones</b>	Aporta visualización de datos en tiempo real, la cual permite tomar decisiones de manera ágil y acertada, obteniendo así mayor eficiencia en el proceso.
<b>Nuevos métodos para planificación</b>	Ayuda a identificar variables no tan habituales como la eficiencia de los recursos energéticos ya que tienen mayor importancia al momento de optimizar los procesos.
<b>Crear valor por medio de datos</b>	El Big Data permite la recopilación de datos en tiempo real mediante sensores, y a partir de su análisis puede generar mejoras a nivel de planta o producto.

<b>Creación de nuevos servicios</b>	La Industria 4.0 permitirá añadir y crear nuevos servicios previos o posteriores a la venta de un producto o servicio.
<b>Automatización de planta</b>	Las líneas de producción estarán cada vez más industrializadas, consiguiendo así una mayor eficiencia, eficacia y un menor número de errores.
<b>Mantenimiento proactivo</b>	La recolección de datos en tiempo real ayuda a conocer el estado de las máquinas y corregir fallos cuando se detecten cambios en los datos comunes.
<b>Cadena de suministro conectada</b>	Permite compartir información en tiempo real, no solo interno, sino también a lo largo de la cadena de suministro, esto ayudará a mejorar la eficiencia de la misma.
<b>Gestión energética</b>	Para una mejor eficiencia se puede utilizar contadores inteligentes que proporcionen información en tiempo real de dicho consumo, ayudando así a la toma de decisiones.

*Fuente 12 Grupo de Investigación*

### **7.2.5 Pilares fundamentales.**

Fundamentalmente la Industria 4.0 se forma de cinco pilares básicos, los cuales se muestra en la Figura 7 siguiente:





Figura 7 Pilares fundamentales de la Industria 4.0

Fuente 13 Grupo de Investigación

### 7.2.6 Herramientas tecnológicas de la Industria 4.0.

Según (Salvador Naya, 2018), el objetivo de esta nueva tecnología industrial es la optimización de los procesos de producción, para lo que se hará uso de nuevos conceptos que configuran la Industria 4.0, donde se destaca el uso masivo de datos gracias a la digitalización y al empleo de herramientas para dotar a las máquinas de dispositivos y sensores con la capacidad de comunicarse entre sí el llamado IIoT.

#### 7.2.6.1 Internet of things (IIoT).

(Flores Guerrero, 2019) Manifiesta que, el IIoT es una tecnología clave para que la industria manufacturera avance hacia la fabricación de productos inteligentes (incorporando servicios sobre los productos), generando así una relación más estrecha con los consumidores y a la vez captando así información sobre el desempeño y el uso de sus productos, incluso cuando estén en posesión del cliente.

“También es una combinación de sensores y actuadores que son capaces de proporcionar y recibir información digitaliza y colocarla en redes bidireccionales capaces de transmitir todos los datos para ser utilizados por una gran cantidad de diferentes servicios y usuarios finales” (Salazar & Silvestre, 2016). Tal como se muestra en la Figura 8.

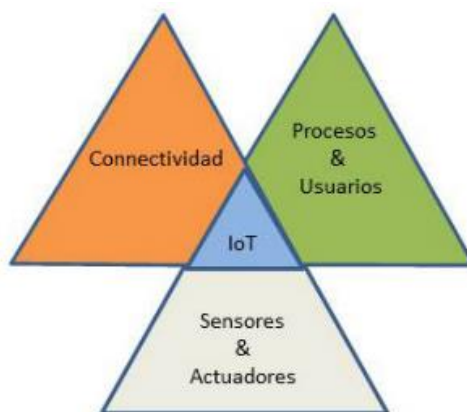


Figura 8 Concepto de IoT

Fuente 14 (Salazar & Silvestre, 2016)

Hoy en día es común encontrar en los dispositivos convencionales dentro del hogar que cuentan con capacidades especiales de comunicación, las cuales serán cada vez mayores con la incorporación de la comunicación más inteligente y las herramientas de detección. En la Figura 9 se puede apreciar las capacidades incorporadas que tienen diferentes productos inteligentes.



Figura 9 Capacidad de los productos inteligentes

Fuente 15 Grupo de Investigación

La arquitectura de sistemas de IIoT se divide en cuatro capas, las cuales las detallaremos en la Tabla 7.

Tabla 7 Capas del IoT

<b>Las 4 capas del IIoT</b>	
Capa de detección.	Reduce los requisitos de la capacidad y permite su interconexión.
Capa de intercambio.	Transmisión de datos a través de redes de comunicación.
Capa de integración de la información.	Procesa la información adquirida de las redes, filtrando los datos no deseados, para incorporar la información principal a los servicios y así llegar a los usuarios finales.
Capa de servicio de aplicación.	Brinda servicios argumentados a los usuarios.

Fuente 16 Grupo de Investigación

Estas aplicaciones pueden ser orientadas a los consumidores, negocios comerciales, a la comunidad industrial y científica, por medio del aprovechamiento de los desarrolladores de aplicaciones.

### 7.2.6.2 *Big Data.*

Según (Camargo-Vega et al., 2015) el término aplica a la información que no puede ser procesada o analizada mediante procesos tradicionales, son cantidades masivas de datos que se acumulan con el tiempo, que son difíciles de analizar y manejar utilizando herramientas comunes de gestión de bases de datos, y para, el tratamiento y análisis de enormes repositorios de datos, tan desproporcionadamente grandes que resulta imposible tratarlos con las herramientas de bases de datos y analíticas convencionales.

EL Big Data consta de tres técnicas principales las cuales se puede apreciar en la Figura 10.

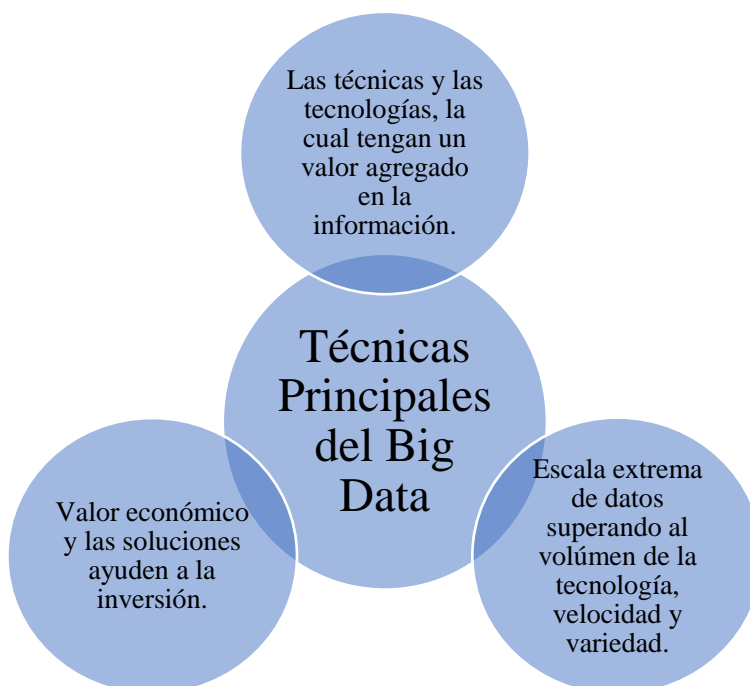


Figura 10 Técnicas principales del Big Data

Fuente 17 Grupo de Investigación

### 7.2.6.3 *Cloud Computing.*

Según el (Instituto Nacional de Ciberseguridad., 2017), Cloud Computing o computación en la nube, es un modelo de computación que permite al proveedor tecnológico ofrecer servicios informáticos a través de internet. De esta forma el hardware, el software y los datos se pueden ofrecer a los clientes bajo demanda.

Este modelo de prestación de servicios ayuda al cliente a tener acceso a un conjunto de recursos compartidos a través de la red, facilitando el control y liberación de recursos por parte del proveedor. En la Figura 11 se puede apreciar la conectividad de los dispositivos a este sistema.



*Figura 11 Cloud Computing*

*Fuente 18 (Instituto Nacional de Ciberseguridad., 2017)*

La utilización de este sistema es útil para cualquier empresa o titular debido a la facilidad de manejo de cualquier aplicación ya que solo necesita conexión a la red para obtener dicho acceso. Este sistema ha ido evolucionando en el tiempo gracias a los avances que ha obtenido la tecnología para así facilitar el acceso por medio de cualquier dispositivo, tal como se muestra en la Figura 12.



Figura 12 Evolución del Sistema Cloud Computing

Fuente 19 Grupo de Investigación

#### 7.2.6.4 Realidad Aumentada.

Según (Prendes Espinosa, 2015), es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador. Existen multitud de definiciones de la realidad aumentada y todas aportan algo interesante a la caracterización de este tipo de tecnología.

Según (Cabeza Gavira, 2018), la realidad aumentada y la realidad virtual son dos tecnologías que pueden conducir la transformación hacia la Industria 4.0, ambas usando modelos virtuales, con la diferencia de que en la realidad aumentada es posible incorporar elementos virtuales a la realidad y la realidad virtual trabaja en un entorno puramente virtual. En la Figura 13 se puede observar los 4 campos principales de aplicación de la realidad aumentada.



Figura 13 Campos principales de Realidad Aumentada

Fuente 20 Grupo de Investigación

Uno de los objetivos a considerar de la realidad aumentada es el reducir costos, tiempo, optimizar los procesos y aumentar la seguridad en el ambiente laboral, mostrando mediante un medio virtual, la realidad del proceso, máquinas y producto.

El uso de esta herramienta proporciona a los trabajadores de información en tiempo real, mediante la cual, se puede mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo, para así aumentar la eficiencia y la seguridad de los mismos.

### 7.2.6.5 Ciberseguridad.

(Castresana Sáenz, 2015) en su artículo nos dice que, la Ciberseguridad consiste en la protección de activos de información en los cuales se encuentran todos aquellos conocimientos o datos con valor para una entidad, mediante el tratamiento de amenazas que ponen en riesgo la información que es procesada, almacenada y transportada por los sistemas de información que se encuentran interconectados.

Esta técnica no solo protege la información global de una entidad sino también se enfoca en la protección de personas, tecnologías y procesos.

Este nuevo entorno industrial se crea a partir de que las empresas, más aún, España, Reino Unido y Estados Unidos empezaron a ser víctimas del robo de información, espionaje industrial, suplantación de identidad, paralización de plantas productivas, control de máquinas, a través de la cual presentaron pérdidas económicas.

Por tanto, esta técnica propone algunas medidas de seguridad tal como se muestra en la Figura 14.

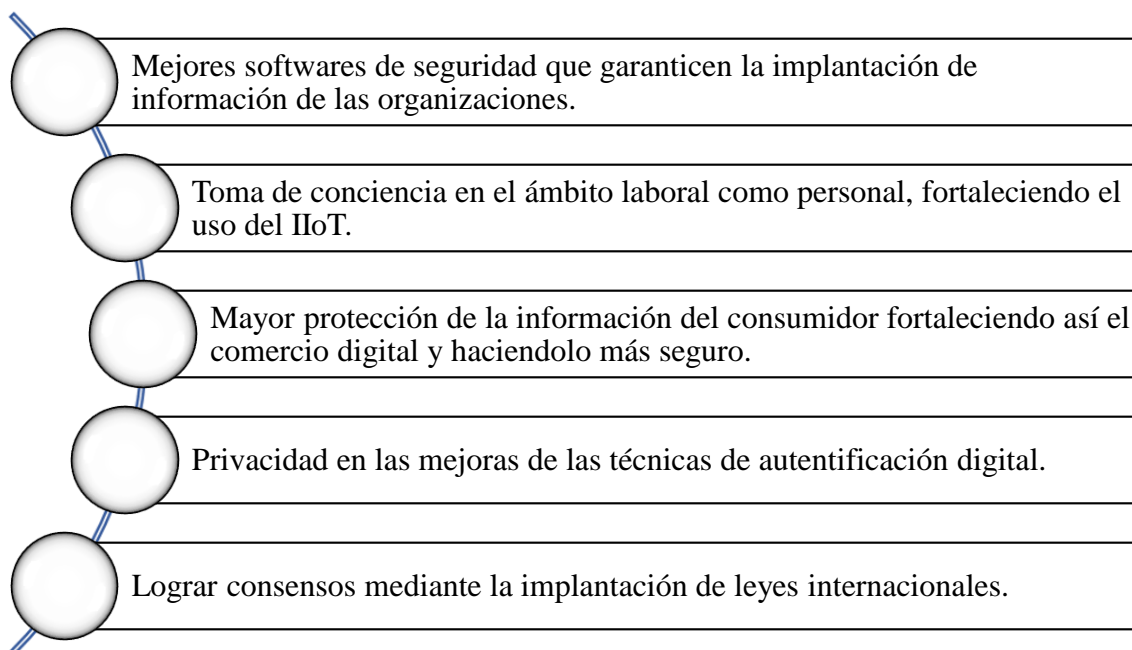


Figura 14 Medidas de seguridad de la Ciberseguridad

Fuente 21 Grupo de Investigación

La aplicación de estas tecnologías transformará la cadena de valor tradicional, posibilitando nuevas interacciones y aplicaciones que añadan valor, permitiendo alcanzar así determinados beneficios, orientados al logro de procesos inteligentes, fabricación avanzada, trabajo colaborativo y, a la optimización de la entera organización.



### 7.2.6.6 Robots autónomos.

Según (Almaraz Pérez & Goddard Close, 2015), un robot es una entidad artificial mecánica o virtual cuyo comportamiento es guiado por un programa computacional o un circuito lógico. Gracias a la invención de las computadoras electrónicas, en la actualidad se han construido robots programables, los cuales son capaces de ayudarnos en tareas industriales, ayudando a mejorar la seguridad del personal que labora en la empresa, en la Tabla 8 se detallan los tipos de los robots existentes.

Tabla 8 Tipos de Robots

Tipo	Detalle
<b>Robots operados.</b>	Requieren ser controlados por el ser humano.
<b>Robots automáticos.</b>	Requieren ser preprogramados para realizar cualquier actividad.
<b>Robots autónomos.</b>	Operan en ambientes naturales y son capaces de tomar decisiones en función a su meta.

Fuente 22 Grupo de Investigación

Los avances de la robótica se han ido incrementando a través del tiempo hasta conseguir que cada uno realice su función principal que es la de navegar a través del ambiente. Cada uno de los robots autónomos constan de las siguientes partes, las cuales se las puede apreciar en la Figura 15.

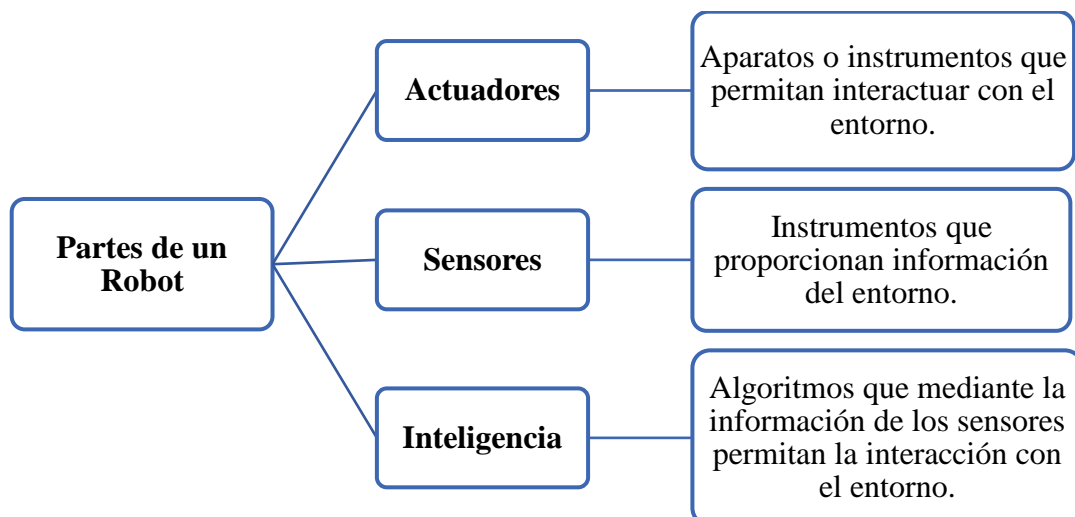


Figura 15 Partes de un Robot

Fuente 23 Grupo de Investigación

### 7.2.6.7 Simulación Industrial.

(Cantú-gonzález, Guardado García, & Bederas Herrera, 2007) en su artículo menciona, que es el proceso de diseñar y crear un modelo computarizado de un sistema real o propuesto con la finalidad de llevar a cabo experimentos numéricos dando así un mejor entendimiento del comportamiento de dichos sistemas en un conjunto dado de condiciones.

La simulación industrial es una de las aplicaciones más utilizadas en la actualidad en la fase de la ingeniería, utilizándola así en plantas de producción, con la finalidad de producir un modelo virtual que permita a los operadores hacer pruebas y optimizar la producción en una máquina.

Existen algunos modelos de simulación, los cuales están detallados en la Figura 16.

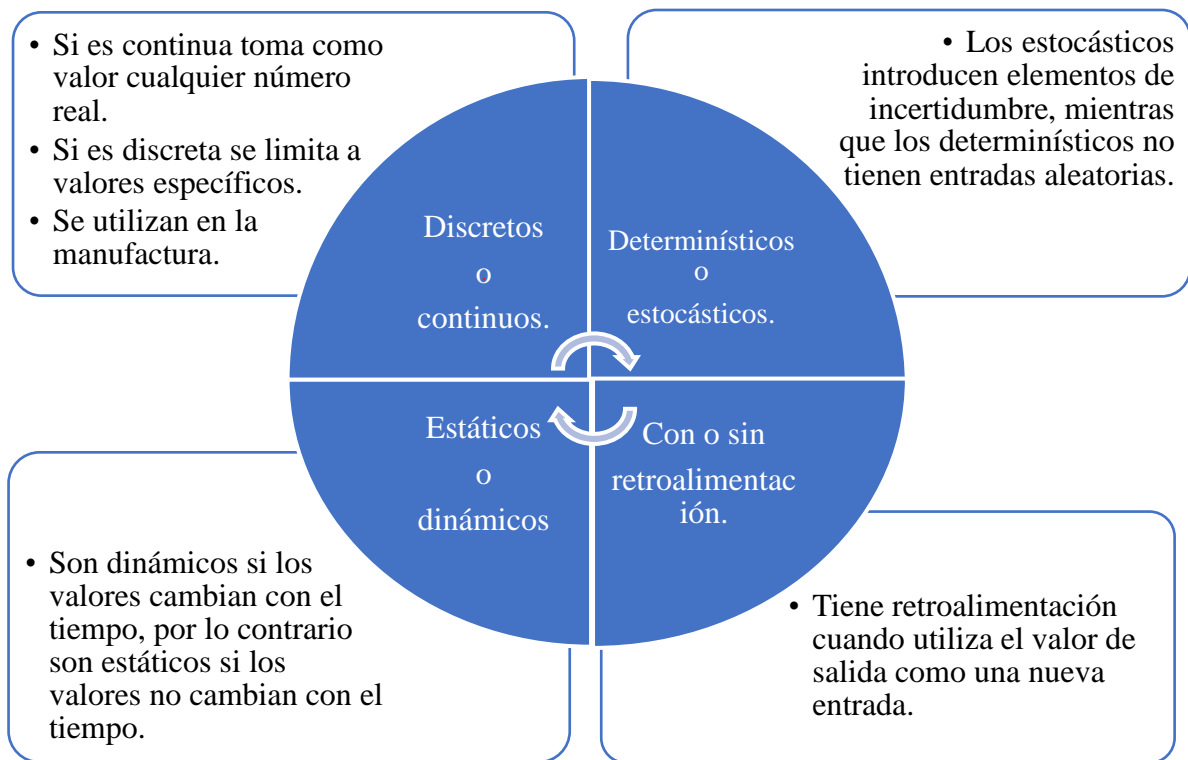


Figura 16 Modelos de Simulación

Fuente 24 Grupo de Investigación

### 7.2.6.8 Impresión 3D.

Según (Blanco, 2016), la impresión 3D hace referencia a la producción de objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales. Aunque su uso industrial es escaso, la fabricación aditiva ayudará a eliminar los desniveles de eficiencia en la producción de productos personalizados. Esto permitirá la creación rápida de prototipos y una fabricación altamente descentralizada, optimizando así el tiempo de producción y previniendo los fallos en la misma.

Este tipo de impresión usa máquinas que son capaces de fabricar un objeto mediante el uso de capas de un material, siendo así que sus tipos de material son limitados, pero los más interesantes para la industria son los de alta temperatura y los resistentes.

#### 7.2.6.9 *Sistemas de Integración.*

Según (Cabeza Gavira, 2018), si hablamos de sistemas de integración, se hace referencia, a los sistemas informáticos donde, los empleados y los clientes, tengan acceso al Big data o IIoT. Todos estos sistemas son independientes, pero que necesitarán estar conectados para favorecer el proceso de automatización y ofrecer una mejora integral a las industrias, acoplando todos sus sistemas internos y externos, procedentes de las 3 principales tecnologías: Big data, IoT y Robótica. En la Figura 17 se puede apreciar un modelo de sistema de integración.

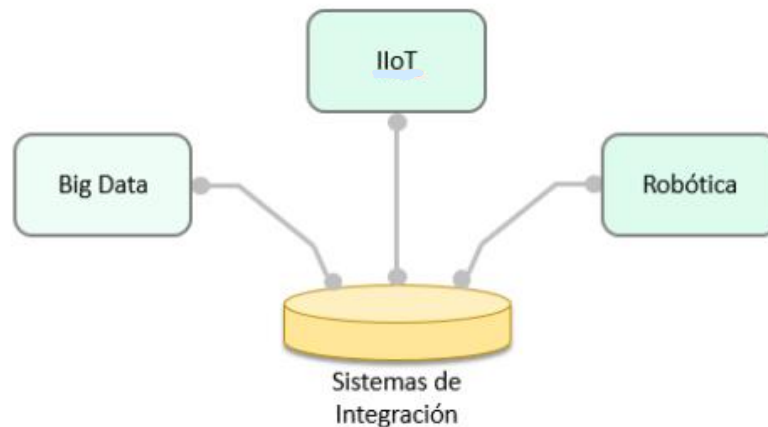


Figura 17 Modelo del Sistema de Integración

Fuente 25 (Cabeza Gavira, 2018)

#### 7.2.6.10 *Blockchain.*

Según (Álvarez Rojas, 2018), Blockchain o también llamado Libro Mayor es una tecnología diseñada para asegurar la integridad y confiabilidad de los registros de transacciones sin contar con intermediarios, provocando así que todos los participantes de la red, creen, graben, almacenen y verifiquen la información de la transacción conjuntamente, tiene la estructura para realizar diversos servicios de aplicaciones basados en infraestructura de red distribuida, utilizando tecnologías de seguridad, firma digital y criptografía, esta tecnología sirve para guardar y usar monedas virtuales o también conocidas como Bitcoin de manera fácil, segura y confiable.

Este sistema de Blockchain puede ser clasificado de acuerdo al acceso y entrada de datos almacenándolos en bloques, uno de los factores para distinguir al Blockchain es el esquema del

libro y la participación en el mismo. En la Tabla 9 se muestra la clasificación de este sistema y su característica.

*Tabla 9 Clasificación del Blockchain*

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
<b>Blockchain Públicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualquier persona puede unirse y participar (acceder).</li> <li>• Es de red abierta.</li> <li>• La red es difícil de expandir.</li> <li>• La velocidad de transacción es lenta.</li> <li>• Opera bajo nodos desconocidos y no confiables.</li> </ul>
<b>Blockchain Privadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El propietario tiene la máxima autoridad y controla el Blockchain.</li> <li>• Son adecuados para sistemas cerrados.</li> <li>• Todos los nodos son confiables.</li> <li>• Solo usuarios autorizados pueden acceder.</li> </ul>
<b>Blockchain Híbridas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los nodos tienen la autoridad.</li> <li>• Manejan redes seguras con el fin de obtener una participación limitada.</li> <li>• Resuelven el problema de la lenta velocidad de transacción.</li> <li>• Se utiliza para transacciones entre instituciones financieras.</li> <li>• Reducen costos, sin perder la autoridad de control e iniciativa del sistema.</li> </ul>

*Fuente 26 Grupo de Investigación*

## **8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

La matriz de herramientas basado en Lean Manufacturing e Industria 4.0, será una alternativa de mejora en la productividad para las microempresas del cantón Latacunga.

### **8.1 Variable Dependiente:**

Mejoramiento de procesos, optimización de tiempos y costos en producción tanto en productos como servicios.

### **8.2 Variable Independiente:**

La aplicación del Lean Manufacturing e Industria 4.0 en las microempresas del Cantón Latacunga.

## **9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

La presente investigación es de tipo descriptiva ya que podemos explicar y validar resultados, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno de análisis, también nos permite cuantificar los conceptos o variables a los que se refieren y se centran en medir con la mayor precisión posible.

En el presente proyecto se usó esta investigación porque es importante analizar, describir y estudiar las herramientas y tecnologías de Lean Manufacturing e Industria 4.0, para que las microempresas tengan una guía que le permita conocer cuál de las herramientas es aplicable en su modelo de gestión.

### **9.1 Métodos y Técnicas**

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se realizó una matriz con información de las temáticas más importantes Lean Manufacturing e Industria 4.0. Y con el método de análisis, poder encontrar la relación e impacto de las temáticas de estudio permitiendo mostrar el resultado a través de un organizador gráfico.

Para el segundo objetivo con la ayuda del método deductivo pudimos realizar un análisis que parte de lo general a lo particular, es decir, se estudió los casos de éxito de empresas que implementaron tanto Lean Manufacturing como Industria 4.0, conociendo las herramientas y el caso de uso dentro de las ellas, para poder usar posteriormente la información en la matriz de herramientas.

Para sustentar el objetivo 3 se usó el método inductivo que permitió realizar una matriz de herramientas que ha generado un nuevo conocimiento, ya que el lector podrá apreciar casos de uso, sugerencias para la empresa, relación tiempo y costo de implementación y los beneficios que conlleva cada una de estas.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

**10.1 Investigar el estado del arte de las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0 para la identificación del uso en diferentes tipos de empresas.**

### 10.1.1 Estado del arte Lean Manufacturing

*Tabla 10 Estado del Arte Lean Manufacturing*

Título	Autor	Definición Importante	Descripción
LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS.	(Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017)	Lean Manufacturing	La metodología Lean Manufacturing implanta una cultura de mejora continua y optimización lo que le permite eliminar o reducir desperdicios.
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN	(GUERRERO, 2015)	Beneficios Lean Manufacturing	Los beneficios más importantes que ofrece son calidad de producción, disminución de costos, reduce tiempos, mano de obra capacitada, mayor eficiencia de los equipos, menor desperdicio.
IMPROVEMENT IN THE WASHING AND DYEING CLOTHES PROCESSES USING LEAN	(Collantes Champi et al., 2019)	Muda	También conocida como desperdicios es decir toda la actividad que no agrega valor al proceso las más conocidas son:

MANUFACTURING TOOLS AND MATHEMATICAL OPTIMIZATION			Transporte, espera, traslado, inventario, sobreproceso, sobreproducción, defectos.
LEAN MANUFACTURING PASO A PASO.	(Socconini, 2019)	Muri; Mura	Muri también llamada sobrecarga se produce cuando se trabaja por encima de su capacidad. Muda también llamada variabilidad esta se da cuando existe una interrupción o irregularidades en el proceso.
LEAN MANUFACTURING: IMPLANTACIÓN 5S.	(Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016)	5'S	Es una herramienta que nos permite crear una cultura de responsabilidad y disciplina. Las 5'S son las siguientes: Clasificar, ordenar, Limpiar, Estandarizar, Disciplina.
LA APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING: CASOS DE POLONIA, MÉXICO Y CHILE (MODELOS, PRÁCTICA, EXPERIENCIA).	(Bednarek & Santa Villagrara, 2017)	SMED	Es una herramienta que nos permite reducir el tiempo de proceso con el análisis de tareas internas (Cuando la maquina se encuentra detenida) y externas (cuando la maquina está en funcionamiento).



<p>HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA QUE INCIDEN EN LA PRODUCTIVIDAD DE UNA ORGANIZACIÓN.</p>	<p>(Favela Herrera et al., 2019)</p>	<p>TPM; Justo a Tiempo (JIT)</p>	<p>Mantenimiento Total Productivo (TPM) es la herramienta que permite alargar la vida de los equipos y a su vez mejorar su confiabilidad. El JIT permite producir productos o servicios cuando lo necesita, en el tiempo solicitado y la cantidad adecuada.</p>
<p>LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS</p>	<p>(Rojas Jauregui &amp; Gisbert Soler, 2017)</p>	<p>Kanban</p>	<p>Es una herramienta que tiene por significado tarjetas visuales. Ayuda a control de la producción.</p>
<p>IMPROVEMENT IN THE WASHING AND DYEING CLOTHES PROCESSES USING LEAN MANUFACTURING TOOLS AND MATHEMATICAL OPTIMIZATION</p>	<p>(Collantes Champi et al., 2019)</p>	<p>VSM</p>	<p>Conocida como Mapeo de la cadena de valor nos permite conocer las actividades que generan valor, permitiendo conocer las fuentes de desperdicios.</p>
<p>MANUFACTURA ESBELTA PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA</p>	<p>(Findley &amp; Arce Rodríguez, 2017)</p>	<p>Poka Yoke</p>	<p>Son dispositivos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos.</p>

---

MANUFACTURERA DE LÍNEA  
BLANCA.

---

*Fuente 27 Grupo de Investigación*

**10.1.2 Estado del arte Industria 4.0**

*Tabla 11 Estado del Arte Industria 4.0*

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Definición Importante</b>	<b>Descripción</b>
INDUSTRIA 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA	(Luis & Román, 2016)	Industria 4.0	Es una nueva tecnología que se puede implementar en cualquier modelo de gestión con el control por tecnologías de la información
ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO SOBRE INDUSTRIA 4.0 Y CLASIFICACIÓN SEGÚN SECTORES DE ACTIVIDAD Y DEPARTAMENTOS EMPRESARIALES	(López & Pintor, 2015)	Beneficios Industria 4.0	Esta nueva tecnología llegó a revolucionar el mundo de la industria con la optimización de procesos con el control inteligente.
INTERNET DE LAS COSAS	(Salazar & Silvestre, 2016)	IIoT	Conjunto de sensores y actuadores que son capaces de proporcionar y recibir información digitalizada que permite el control de procesos de manera sencilla.

---

CONOCIENDO BIG DATA	(Camargo-Vega et al., 2015)	Big Data	Big Data es una tecnología que permite el análisis de datos gran magnitud.
UNA GUÍA DE APROXIMACIÓN PARA EL EMPRESARIO	(Instituto Nacional de Ciberseguridad., 2017)	Cloud Computing.	Cloud Computing o computación en la nube, permite al proveedor tecnológico ofrecer servicios informáticos a través de internet. Gracias a su gran capacidad de almacenamiento
REALIDAD AUMENTADA Y EDUCACIÓN: ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS	(Prendes Espinosa, 2015)	Realidad Aumentada	Permite integrar a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por computadora o Smartphone
INDUSTRIA 4.0	(Castresana Sáenz, 2015)	Ciberseguridad	Ciberseguridad consiste en la protección de activos de información en los cuales se encuentran todos aquellos conocimientos o datos con valor para una entidad.
SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN	(Almaraz Pérez & Goddard Close, 2015)	Robots autónomos	Un robot es una entidad artificial mecánica o virtual cuyo

---

comportamiento es guiado por un programa computacional o un circuito lógico.

---

SIMULACIÓN DE PROCESOS,  
UNA PERSPECTIVA EN PRO  
DEL DESEMPEÑO  
OPERACIONAL

(Cantú-gonzález et al., 2007)

Simulación Industrial

Es el proceso de diseñar y crear un modelo computarizado de un sistema real o propuesto con la finalidad de llevar a cabo experimentos numéricos.

---

LA INDUSTRIA 4.0: EL  
ESTADO DE LA CUESTIÓN

(Blanco, 2016)

Impresión 3D

La impresión 3D hace referencia a la producción de objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales.

---

ANÁLISIS DE LA  
TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN,  
SU ENTORNO Y SU IMPACTO  
EN MODELOS DE NEGOCIOS

(Álvarez Rojas, 2018)

Blockchain

Es una tecnología diseñada para asegurar la integridad y confiabilidad de los registros de transacciones.

---

*Fuente 28 Grupo de Investigación*

### 10.1.3 Resultados del Estado del Arte

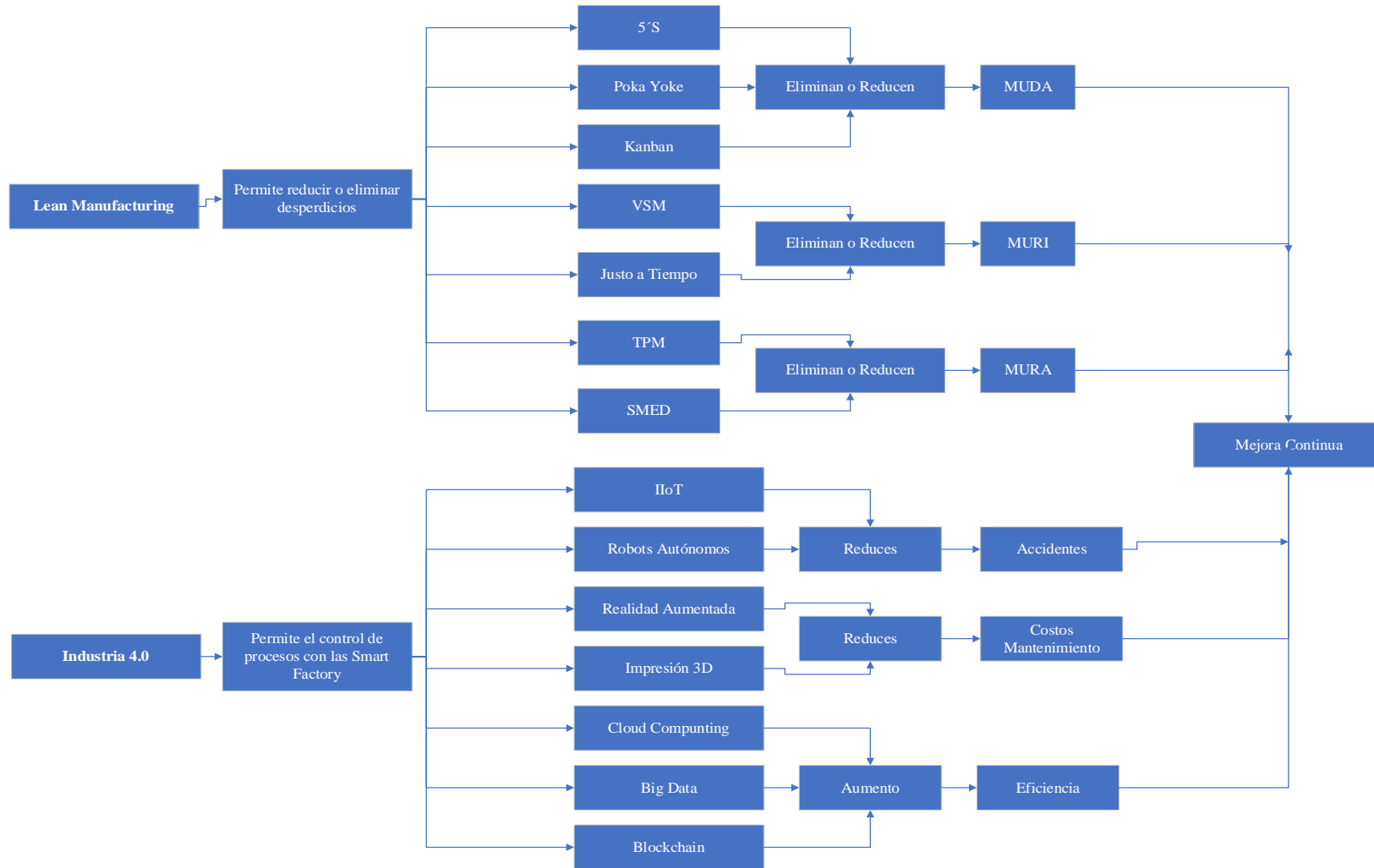


Figura 18 Relación Lean Manufacturing e Industria 4.0  
Fuente 29 Grupo de Investigación

## 10.2 Identificar casos de empresas que han tenido éxito usando las herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0, para la homologación de su implantación.

### 10.2.1 Caso de éxito Meat Pro S.A.

Para la presente investigación se ha considerado casos de éxito de empresas nacionales e internacionales que han tenido un excelente rendimiento al aplicar Lean Manufacturing y herramientas de Industria 4.0, las cuales están detalladas a continuación.

MEAT PRO S.A es una empresa dedicada al abastecimiento de alimentos para la Industria de carnes en el Ecuador, para mejorar sus procesos productivos, en el 2015 realizaron la implementación de dos herramientas Lean Manufacturing como muestra la Figura 19 teniendo resultados muy positivos.

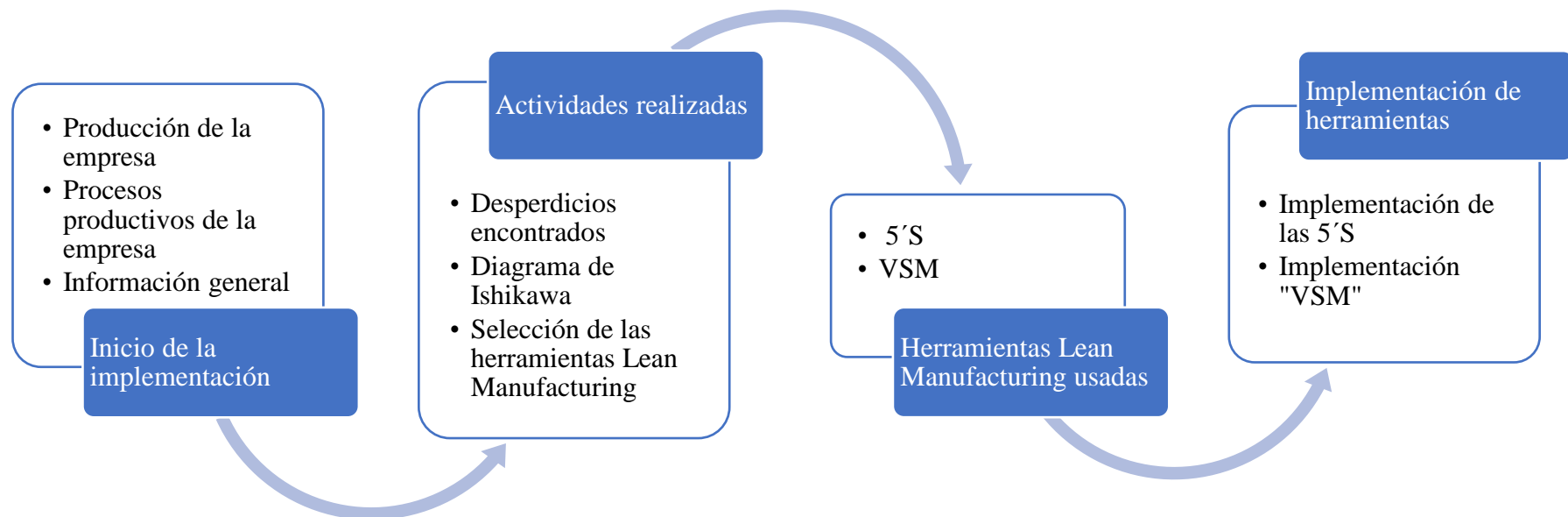


Figura 19 Implementación 5'S & VSM  
Fuente 30 Grupo de Investigación

## 10.2.2 Implementación Lean Manufacturing

### 10.2.2.1 Información general

Para la implementación de cualquier herramienta de Lean Manufacturing es importante conocer todos los antecedentes de la empresa como:

- Su ubicación geográfica.
- Misión y Visión.
- Distribución de planta.

El análisis de la ubicación geográfica permite obtener resultados clave a la hora de la implementación, debido a que podemos conocer cuál es el estado actual de la compañía y posicionamiento de ésta dentro del mercado ya que tenemos claro su proximidad, atractivo y facilidad para los clientes. El tener una buena ubicación no da capacidad de atraer clientela en menor tiempo, valorando también la facilidad de acceso y aparcamiento que tiene el cliente para llegar hasta la ubicación.

Los objetivos de la empresa son el pilar fundamental ya que son la razón de ser y del personal que labora ahí, en ocasiones las empresas poseen una misión y visión imposible de completar lo que provoca retrasos y en casos extremos la quiebra de las mismas.

Según (GUERRERO, 2015) la empresa MEAT PRO S.A posee la siguiente misión y visión.

#### **Misión:**

“Formar, desarrollar y motivar el talento humano corporativo para procesar y deleitar el paladar de nuestros clientes con productos cárnicos inocuos de alta calidad.”

#### **Visión:**

“Para el 2017, ser una empresa reconocida a nivel nacional por la calidad y sabor de nuestros productos cárnicos; generando permanente valor y bienestar para nuestros empleados, clientes, colaboradores y accionistas.”

El resultado de este análisis permite determinar que no existe unos objetivos claros, debido a que tiene que responder a más preguntas, en el caso de la misión son: ¿Qué hacemos?, ¿Cuál es nuestro negocio?, ¿A qué nos dedicamos?, ¿Cuál es nuestra razón de ser?, ¿Quiénes son nuestro público objetivo?, ¿Cuál es nuestro ámbito geográfico de acción? ¿Cuál es nuestra ventaja competitiva? ¿Qué nos diferencia de nuestros competidores?

Es importante conocer la ubicación exacta de cada proceso de la planta sea administrativo, ventas, o producción por este motivo al inicio de la implementación se debe conocer la

distribución de la planta, esto nos permite saber los procesos existentes y así poder pasar a los siguientes pasos de implementación.

#### ***10.2.2.2 Procesos productivos de la empresa***

Una vez analizada la información general es necesario conocer todo el funcionamiento de la empresa. En el caso de estudio la implementación de Lean Manufacturing en la empresa MEAT PRO S.A determinaron el detalle de los siguientes procesos existentes:

- Organigrama de la Empresa.
- Mano de Obra.
- Proveedores.
- Jornadas de Trabajo.
- Clientes.
- Productos.
- Diagramas de Flujo de Procesamiento de Res.
- Familia de Productos Terminados.

Para poder empezar con la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing de las 5'S es necesario realizar un análisis de todo el proceso productivo de la empresa, ya que solo así podremos saber cuáles son las principales falencias. Es decir, empezando con la jerarquía existente en empresa donde se conoce todos los departamentos y sus áreas de trabajo, tras la realización de este organigrama viene también el número del personal que labora en la empresa quien son las personas capacitadas para la realización de las 5'S.

El análisis de los procesos productivos adicionales a los mencionados anteriormente son los relacionados al proceso de transformación de materia prima por ese motivo la empresa MEAT PRO S.A desarrolló diagramas de flujo de todos los tipos de carnes para la venta, teniendo en cuenta todos los productos terminados.

Finalmente, con la ayuda del departamento de producción en implementación de las herramientas mencionadas, se usarán los datos del volumen de producción de los productos terminados.



### 10.2.3 Actividades Realizadas

#### 10.2.3.1 Desperdicios encontrados

La empresa MEAT PRO elaboró una tabla donde se ubicó las áreas y las actividades a desarrollar, en cada una de ellas se analizaron los desperdicios que estas tuvieron, como muestra en la Tabla 12

Tabla 12 Desperdicios de Áreas

Área	Actividad	Tipo de Desperdicio
Recepción de Materia Prima	Inspección del camión de materia prima	Proceso innecesario
	Control de calidad de la Materia prima	Espera
	Pesar la materia prima	Sobreproceso
	Desinfección de la materia prima	Espera
	Trasladar la Materia primas a las cámaras de refrigeración	Transporte
Cámaras de Refrigeración	Refrigeración del producto	Espera
Cortes primarios y secundarios	Abastecimiento de materiales de trabajo sanitizados	Espera
	Corte primario y secundario	Espera
	Acumulación de materia prima	Inventario
Inyección	Inyección del producto con salmuera	Espera
	Drenaje del producto	Sobreproceso
Empaque	Colocación de las etiquetas	Espera
	Pesar el producto empacado	Proceso innecesario
	Empacado al vacío	Espera
Cámaras de congelación	Congelamiento del producto	Espera
Despacho	Transporte a Despacho	Transporte
	Pesar el producto en despacho	Espera

Fuente 31 (GUERRERO, 2015)

#### 10.2.3.2 Diagrama de Ishikawa

Para la aplicación de Lean Manufacturing en MEAT PRO se realizó la búsqueda de los problemas existentes. Para lo cual, se realizaron tres diagramas que tenían los siguientes efectos (Problemas).

**Esperas:** Para la realización de este diagrama usaron nada mas 4 causas o categorías que son: Maquina, Método, Materiales, Mano de obra.

De igual manera lo realizaron con **Procesos Innecesarios** y **Sobreprocesos**, poniendo los principales problemas y cada categoría, logrando así conocer las causas y efectos que afectan los procesos productivos.

### 10.2.4 Herramientas Lean Manufacturing usadas

Con la recopilación de los datos anteriores es necesario seleccionar las herramientas adecuadas tanto para los procesos productivos como para administrativos, para la cual la empresa aplico una matriz de decisiones que le permitió seleccionar las herramientas Lean Manufacturing ideales para empresa, se llevó a cabo una valoración en la matriz que es de 0 a 5 como se muestra en la Figura 20.

		HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING										
Desperdicio encontrado	Causas de desperdicios	smed	5 S	J.I.T (Just in time)	KANBAN	POKA YOKE	CELDAS DE MANUFACTURA	VSM	T.P.M. (Mantenimiento Preventivo Total)	ANDON	MEJORAS CONTINUAS	JIDOKA
		Esperas	Paros por mantenimiento	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Abastecimiento de Piezas	3		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falta de Estandarización	0		3	0	0	0	0	3	0	0	3	0
Definir operaciones	0		3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Control de tiempos en producción	3		3	0	0	0	0	3	0	0	3	0
Exceso de movimientos	0		3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Desorden en las áreas de trabajo	0		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falta de limpieza	0		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falta de capacitación	0		3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Despreocupación	0		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muchas actividades	0		3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Falta de entrenamiento	0		3	0	0	0	0	0	0	0	3	0

Figura 20 Matriz de Decisiones

Fuente 32 (GUERRERO, 2015)

La herramienta que obtuvo más puntos es la adecuada para la implementación, para la empresa MEAT PRO S.A las herramientas a implementar son: 5 S y VSM.

### 10.2.5 Implementación de herramientas

#### 10.2.5.1 Implementación de las 5 S

Los análisis previos realizados como los diagramas de flujo de proceso, son fundamentales en este punto ya que permiten conocer cómo se debe reubicar los elementos de cada proceso, mejorando así la trazabilidad de la empresa.

Continuando con la implementación de las 5 S, es fundamental la capacitación del personal que labora en la empresa ya que ellos serán los encargados de la correcta aplicación de esta herramienta. La empresa capacitó a sus trabajadores y realizó evaluaciones, las cuales pudieron garantizar el conocimiento obteniendo de nueva metodología de trabajo productivo.

Con la ayuda de una matriz de evaluación se puede identificar la situación de la empresa y las actividades a ser retiradas como también actividades que necesiten llevar un control como lo muestra la Figura 21. Para una mayor comprensión del lector se diseñó una matriz de evaluación de las 5'S la cual se muestra en el apartado de anexos en la Tabla 24.

"CLASIFICACIÓN"		
	Elaborado por:	Iván Ulloa
	Verificado por:	Fernando Puente
Existen solo las estanterías, mobiliario y armarios necesarios.	2	Falta estanterías para las herramientas
Los equipos, herramientas, materiales están en buenas condiciones.	3	
Los desechos están ubicados en un lugar correcto.	2	Faltan tachos de basura para ubicar los desechos
Están identificados los materiales que deben permanecer en las diferentes zonas acorde a su categoría de etiqueta.	1	No existe una identificación clara
<b>Puntaje</b>	<b>2.0</b>	

Figura 21 Matriz de evaluación 5'S  
Fuente 33 (GUERRERO, 2015)

### 10.2.5.2 Implementación VSM

Con la ayuda de la información recopilada anteriormente, se procede a realizar diagramas de flujo de todos los procesos que realiza en la empresa como muestra la Figura 22, este es un ejemplo de una parte del diagrama de proceso que permitió tener los datos de las actividades que realiza, así como del proceso, adquiriendo así conocimiento de si agregan valor y su tiempo.


		Proceso:					Producción de Familia 1 de Productos Terminados		
		Situación:					Inicial		
		Fecha de elaboración:					2014-12-11		
		Realizado por:					Iván Ulloa		
N°	Actividades	Operación	Transporte	Demora	Almacenar	Inspección	Observaciones		
		●	➔	D	▲	■	Agregan Valor	Tiempo (min)	Otros
1	Control de calidad del camión de Transporte					●	NO	2	
2	Control de calidad de la Materia Prima					●	SI	10	
3	Pesado de la materia prima	●					NO	30	No existe un método eficiente
4	Desinfección de la materia prima	●					SI	15	

Figura 22 Diagrama de proceso  
Fuente 34 (GUERRERO, 2015)

Una vez realizado el diagrama de procesos, se pudo analizar las 18 actividades sub divididas en 2 categorías: las que generan valor y las que no generan valor. Permitiendo obtener datos cuantificables para poder conocer los resultados de la implementación.

Adicional a esto, para tener una mejor comprensión de la herramienta VSM o Mapeo de la cadena de valor, es necesario conocer la simbología, por este motivo a continuación se presenta en la Tabla 13, la simbología necesaria para elaborar el mapa de la cadena de valor.

Tabla 13 Simbología VSM

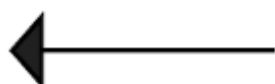
<p>Proceso de fabricación dedicado a la familia de productos analizada.</p>	<p>Proceso de Fabricación distribuido con otros productos que no se estén analizando.</p>	<p>Proceso origen o destino de la cadena de valor. Normalmente, el proveedor o el cliente.</p>	<p>Proceso de fabricación con 3 operarios signados por turno.</p>
<p>Caja de parámetros. Se incluye la información que define el proceso. C/T (Tiempo de ciclo). C/O (Tiempo de cambio).</p>	<p>Inventario. Un punto de acumulación de material por interrupción de flujo.</p>	<p>Punto de acumulación de material. BUFFER.</p>	<p>Punto de acumulación de material. STOCK DE SEGURIDAD.</p>
<p>SUPERMERCADO. Son los puntos en los que no se puede</p>	<p>Flujo de materiales desde el origen de la cadena, al destino de la cadena.</p>	<p>Flujo de materiales PUSH. El material avanza</p>	<p>Flujo de materiales PULL</p>

---

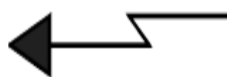
implantar un flujo continuo, a través de la cadena de valor.

independientemente del consumo registrado.

El material avanza porque se ha producido un consumo de productos.



Flujo de información suministrada de forma manual (papeles, documentos)



Flujo de información suministrada de forma electrónica (EDI, email)



Envío por transporte de carretera.



Tarjetero Kanban.

---

*Fuente 35 Grupo de Investigación*

Una vez descrita la simbología se procede a visualizar el diagrama aplicado en la empresa MEET PRO del Mapa de la cadena de valor tal como muestra la Figura 23.

10.2.5.2.1 Mapa de la cadena de valor MEET PRO

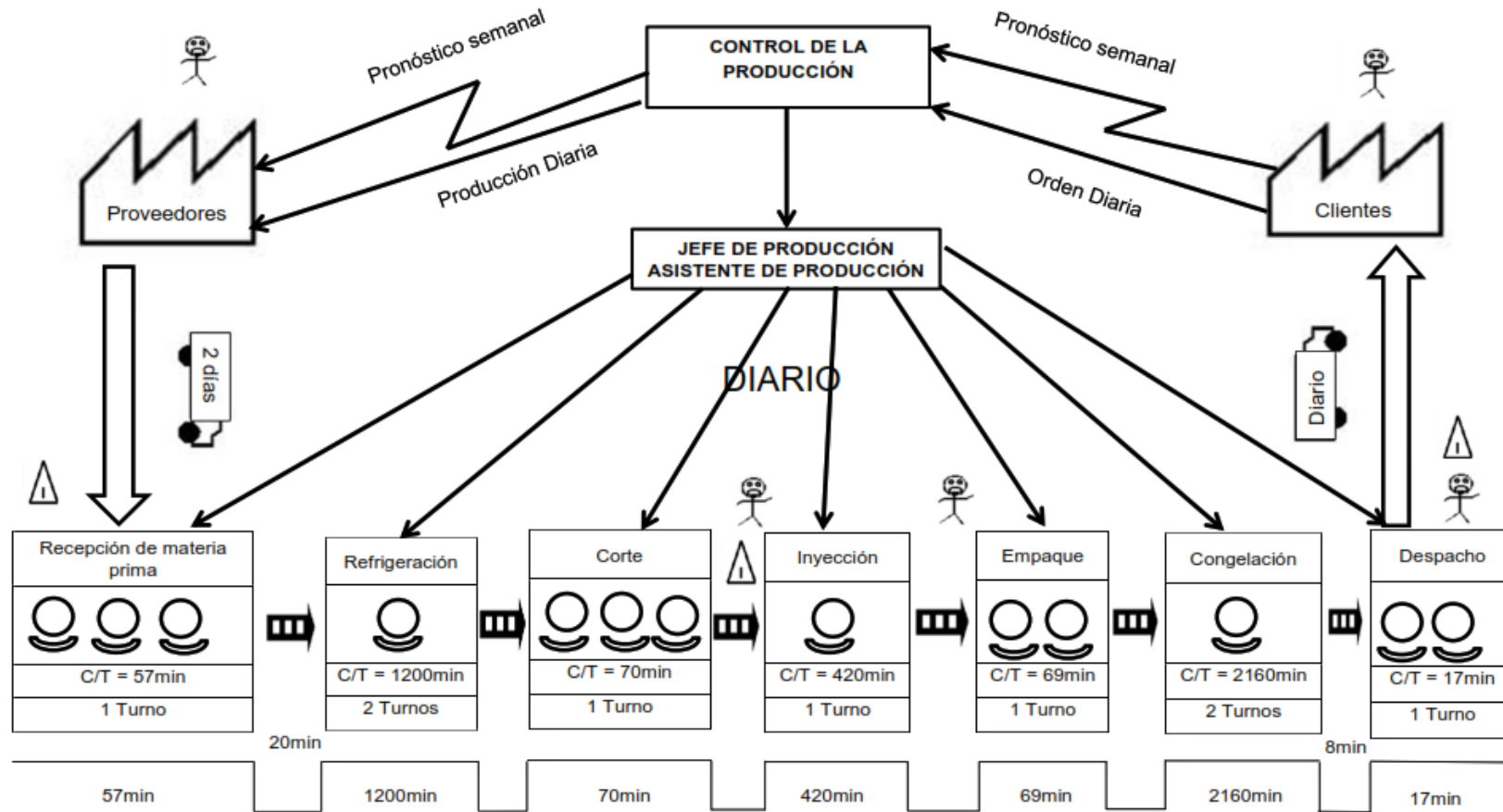


Figura 23 Mapa de la cadena de valor MEET PRO  
Fuente 36 (GUERRERO, 2015)

10.2.5.2.2 *Matriz de Actividades que generan valor*

Tabla 14 Matriz de actividades que generan valor

<b>Actividades</b>	<b>Generan Valor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Porcentaje Total</b>	<b>Tiempo Total (min)</b>
Operación	<b>SI</b>	7	38%	540	<b>55%</b>	<b>3910</b>
Transporte		0	0%	0		
Demora		0	0%	0		
Almacenar		2	11%	3360		
Inspección		1	6%	10		

Tabla 15 Matriz de actividades que no generan valor

<b>Actividades</b>	<b>Generan Valor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Porcentaje Total</b>	<b>Tiempo Total (min)</b>
Operación	<b>NO</b>	4	22%	66	<b>45%</b>	<b>111</b>
Transporte		2	11%	28		
Demora		1	6%	15		
Almacenar		0	0%	0		
Inspección		1	6%	2		

Fuente 37 (GUERRERO, 2015)

### 10.2.6 Resultados de le implementación VSM

Tabla 16 Matriz de actividades que generan valor

Actividades	Generan Valor	Cantidad	Porcentaje	Tiempo (min)	Porcentaje Total	Tiempo Total (min)
Operación	<b>SI</b>	7	43%	420	<b>62%</b>	<b>3790</b>
Transporte		0	0%	0		
Demora		0	0%	0		
Almacenar		2	13%	3360		
Inspección		1	6%	10		

Tabla 17 Matriz de actividades que no generan valor

Actividades	Generan Valor	Cantidad	Porcentaje	Tiempo (min)	Porcentaje Total	Tiempo Total (min)
Operación	<b>NO</b>	4	25%	52	<b>38%</b>	<b>80</b>
Transporte		2	13%	28		
Demora		0	0%	0		
Almacenar		0	0%	0		
Inspección		0	0%	0		

Fuente 38 (GUERRERO, 2015)



## 10.2.7 Análisis de resultados de le implementación VSM

### 10.2.7.1 Actividades que generan valor

Se pudo apreciar que la empresa en los primeros meses tiene un incremento del 7% de las actividades que generan valor, de igual manera se redujo el tiempo total del proceso, lo que implica que la diferencia se la puede usar para mejorar las actividades que generan valor.

### 10.2.7.2 Actividades que no generan valor

A demás se disminuyó en un 7% las actividades que no generan valor y con ello también el tiempo que estas actividades requerían.

## 10.2.8 Resultados de le implementación 5'S

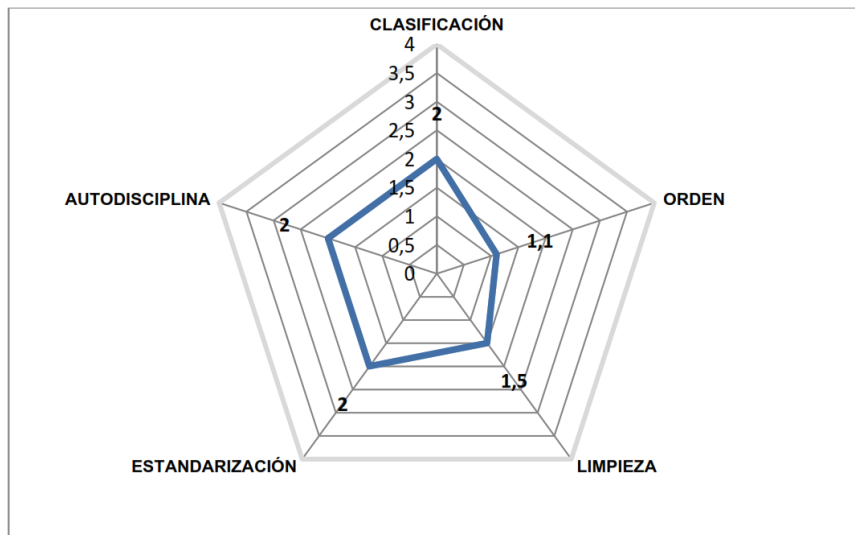


Figura 24 Inicio de la Implementación de las 5'S

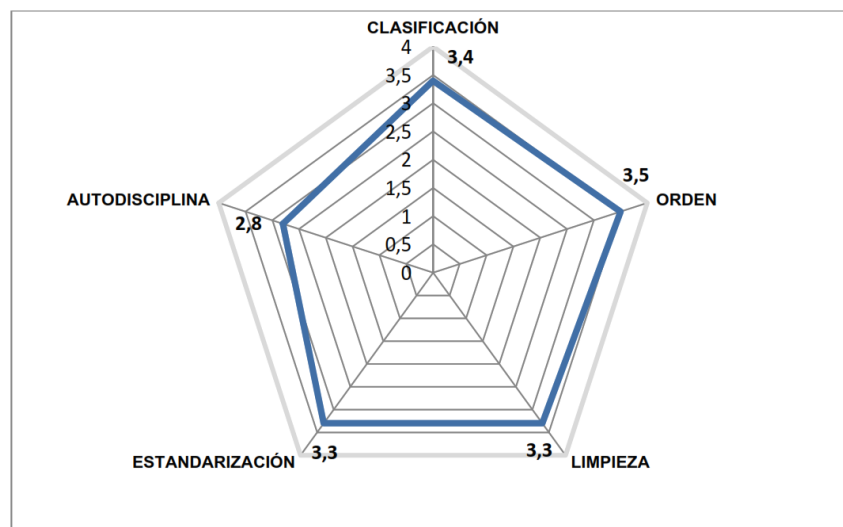


Figura 25 Situación actual de la empresa

Fuente 39 Grupo de Investigación

### 10.2.9 Análisis de resultados de la implementación de las 5'S

La matriz de evaluación ayuda a identificar un crecimiento exponencial en cada una de las áreas de las 5'S, lo cual permite a la empresa reducir desperdicios y realizar sus procesos con más rapidez.

Todos los datos obtenidos en la aplicación de las 5'S y VSM, permiten también la aplicación de otras herramientas Lean Manufacturing, para el estudio de este proyecto además se analizará otras herramientas como lo son Kanban, SMED y TPM.

### 10.3 Implementación Kanban

El paso inicial para la implementación de Kanban en cualquier empresa es conocer las reglas como muestra la Figura 26, esto ayudará a tener una mejor comprensión de la gran ayuda que nos brinda esta la herramienta.

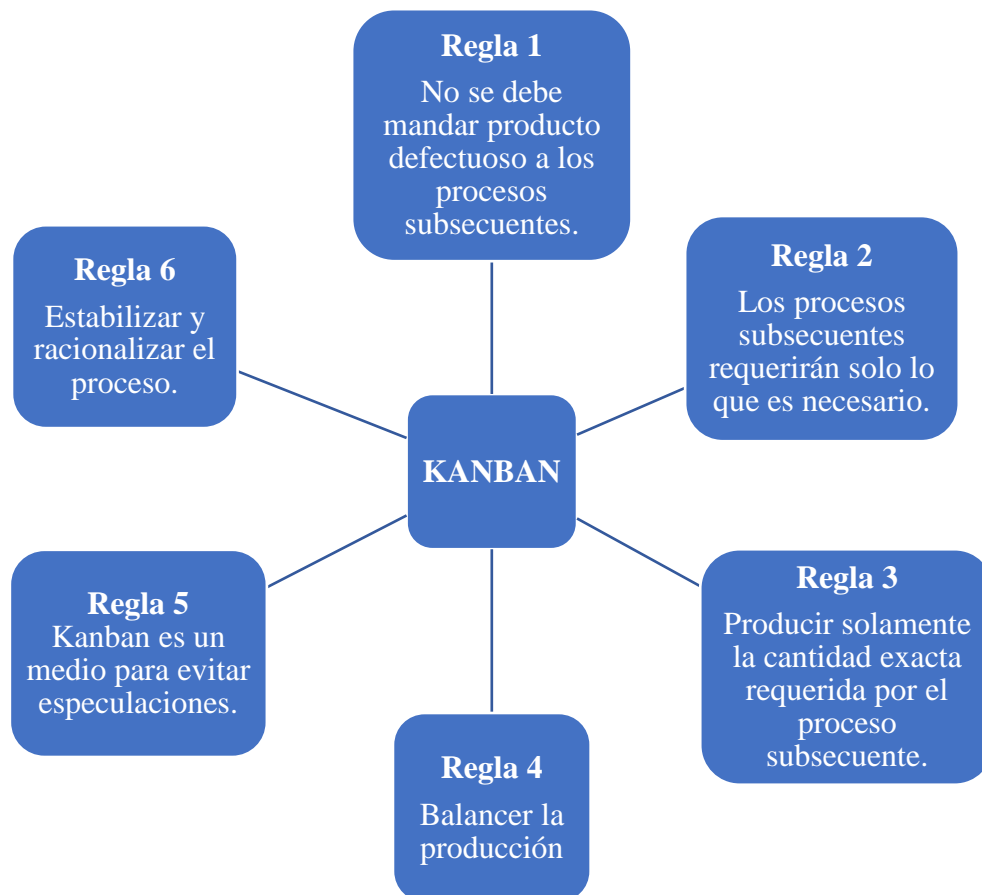


Figura 26 Reglas de aplicación Kanban

Fuente 40 Grupo de Investigación

Según (Darío et al., 2014), Una tarjeta Kanban es el punto de inicio de una tarea, en la cual se considera la información escrita como la identificación, el nombre, el tiempo estimado, el nombre de quien asigna la tarea, etc. Cada una de estas tarjetas posee un estado (pendiente, en

trabajo, terminada), las cuales son compartidas por todo el equipo de trabajo, también representa un aviso para el sistema, las cuales van avanzando de una a una, logrando así una fase estable y sustentable en el ciclo de vida del producto. Kanban se ha extendido desde los procesos de manufactura hacia las distintas áreas en la empresa. A continuación, en la Figura 27 se indica las fases para la implementación de la herramienta Kanban.

### 10.3.1 Fases para la implementación de Kanban

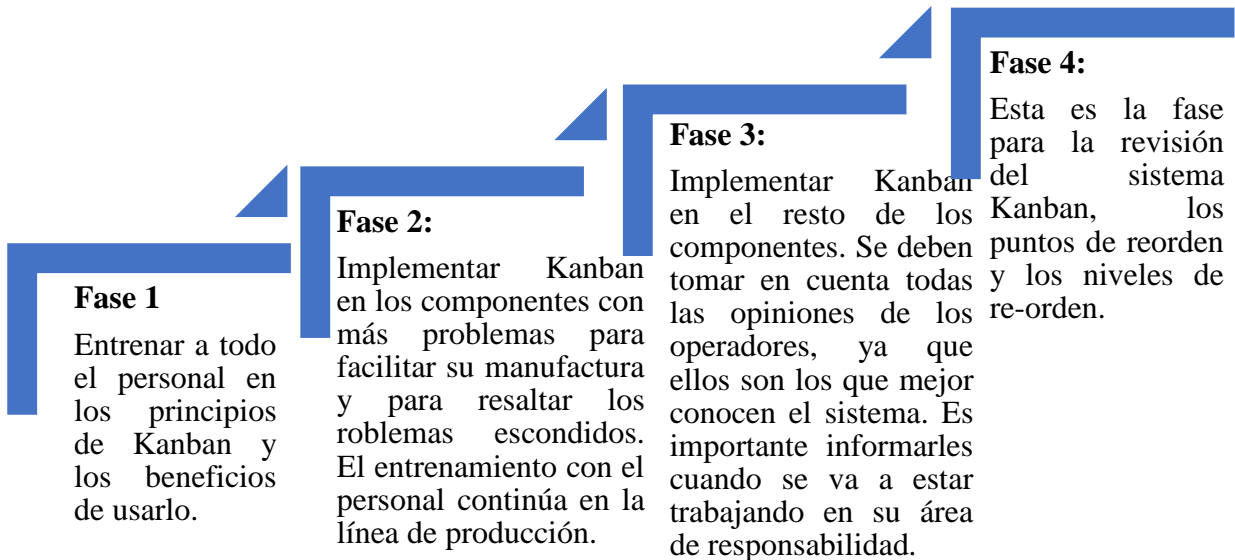


Figura 27 Fases Kanban

Fuente 41 Grupo de investigación

Una vez realizada todas las fases de aplicación, se debe llevar el control del cumplimiento de la herramienta propuesta tal como lo indica la Figura 28.

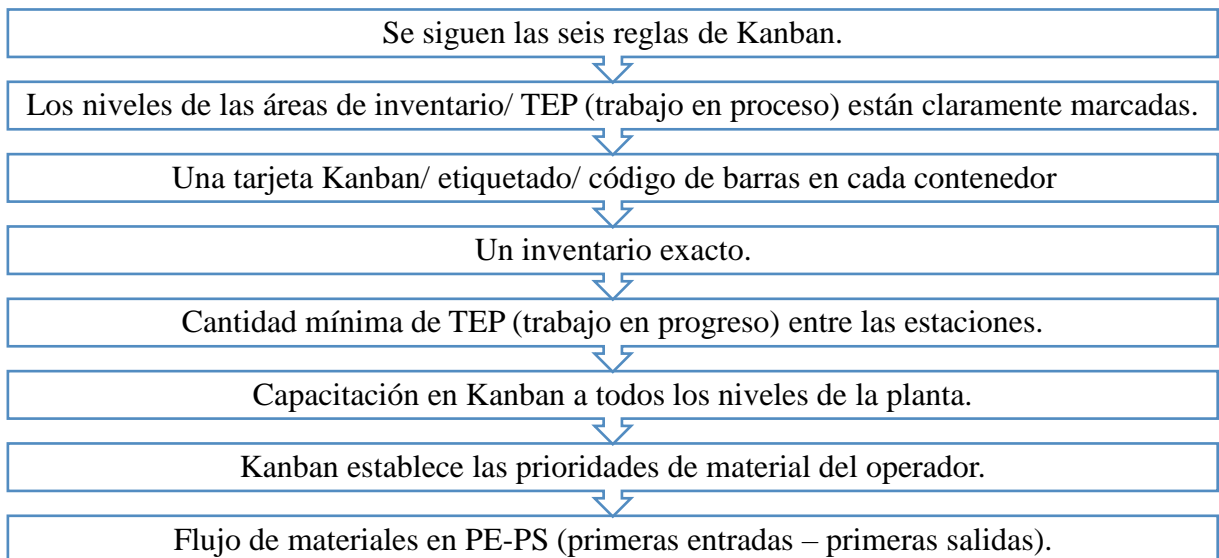
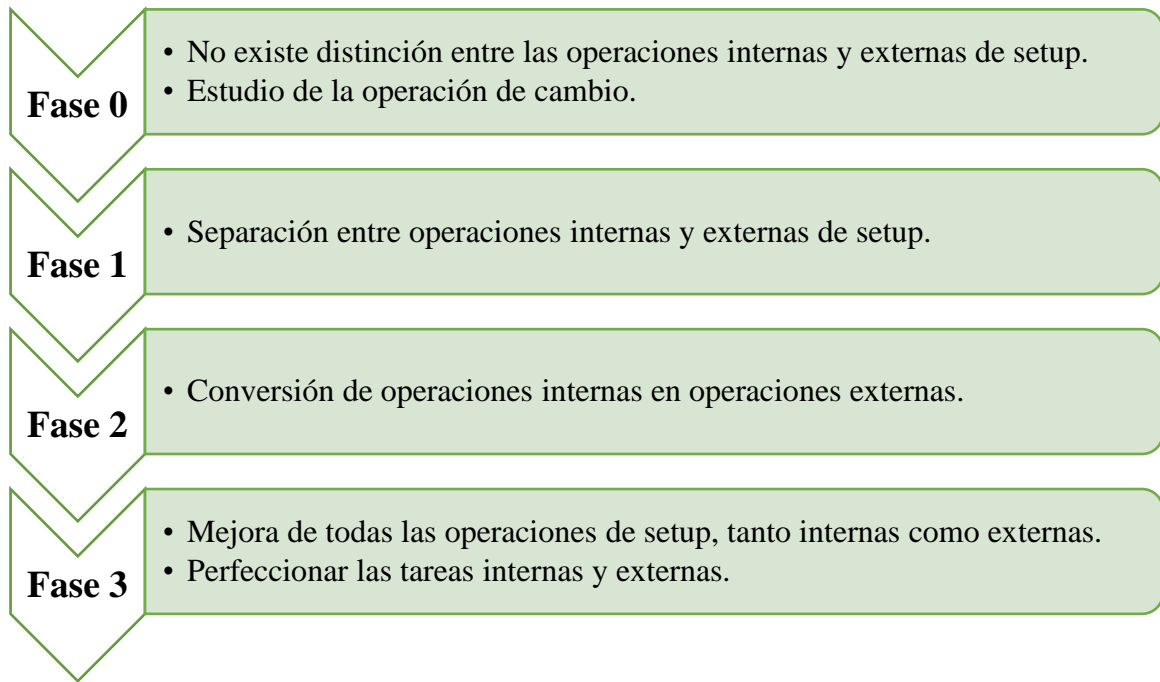


Figura 28 Vigilancia de los elementos Kanban

Fuente 42 Grupo de investigación

## 10.4 Implementación SMED

Esta técnica ayuda a reducir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones, producido por el cambio de materiales necesarios para pasar de producir un tipo de producto a otro. En la Figura 29 se detalla las fases para la implementación de esta técnica.



*Figura 29 Fases de Implementación SMED*

*Fuente 43 Grupo de Investigación*

## 10.5 Implementación TPM

En la Tabla 18 siguiente se resumen los pasos para la implementación de la herramienta TPM.

*Tabla 18 Pasos para implementar TPM*

<b>N°</b>	<b>Paso</b>	<b>Sugerencia</b>
1	La gerencia anuncia la introducción del TPM.	Capacitación sobre TPM en la empresa, socialización a toda la empresa.
2	Programas de educación y campañas para introducir TPM.	Talleres y reuniones según la jerarquía de la empresa.
3	Crear grupos para promover TPM.	Formar un equipo especializado para promover TPM.
4	Establecer políticas básicas TPM y metas	Analizar las condiciones existentes; establecer metas; predecir resultados.
5	Formular plan maestro para desarrollo TPM.	Preparar planes detallados para implantación.
6	Organizar la inauguración TPM.	Invitar clientes, afiliados y proveedores.
7	Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo.	Seleccionar equipo modelo.
8	Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.	Fabricar métodos de diagnóstico y establecer procedimientos de certificación.
9	Desarrollar un plan de mantenimiento para el departamento.	Mantenimiento periódico y predictivo, gestión de repuestos, herramientas, dibujos y programas.
10	Dirigir capacitaciones para mejorar la operación y capacidades de Mantenimiento.	Entrenar a los líderes y al personal.
11	Desarrollar programas de gestión de equipos en fases iniciales.	Diseño mantenimiento preventivo.
12	Implantación perfecta del TPM y elevación niveles TPM.	Fijar objetivos más elevados.

*Fuente 44 Grupo de Investigación*

## 10.6 Caso de éxito de Ford (IIoT)

### 10.6.1 Los vehículos conectados de Ford.

Según (Ashton, 2017), la Ford Motor Company anunció SYNC, un sistema controlado por voz para operar sistemas de entretenimiento y móviles. Este sistema no era nada nuevo debido a que ya estaba disponible una tecnología similar en Chryslers, Hondas y otros vehículos. Lo más novedoso que anunció Ford fue el haberse asociado con Microsoft, que no era conocido por su tecnología para automóviles.

Los autos conectados de hoy tienen el poder de 20 computadoras personales y se estima que para 2021 existieran más de 380 millones de vehículos de este tipo circulando. En la Figura 30 se puede observar cómo Ford transformó las características del IIoT en una estrategia de internet de las cosas.

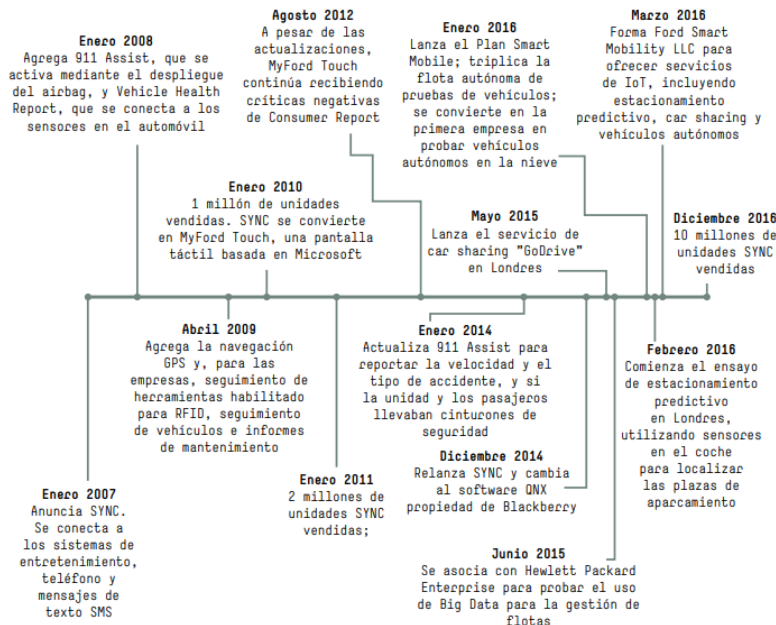


Figura 30 Estrategia del IIoT de Ford

Fuente 45 (Ashton, 2017)

### 10.6.2 Pasos para la implementación del IIoT

- **Hacer un inventario.**

Es muy importante revisar que equipos, maquinaria y vehículos cuentan con chips, sensores y sistemas que generan datos, esto servirá para aprovechar los recursos existentes y ahorrar costos de implementación.

- **Establecer objetivos.**

Antes de implementar un proyecto o sistema IIoT en la empresa, es importante establecer los objetivos que pretende alcanzar con la automatización de datos.

- **Analizar el mercado.**

Identificar los servicios y soluciones de los softwares que ofrecen un código accesible o código abierto (open source), de marcas y operadores disponibles para la aplicación.

- **Realizar una prueba.**

Antes de realizar la implementación se debe preparar al personal con conceptos que definan cómo funciona el IIoT, los resultados y beneficios que otorga esta herramienta de Industria 4.0.

- **Subir progresivamente.**

Después de realizar la prueba de concepto se recomienda definir qué áreas se van a someter a la automatización con IIoT, según los objetivos del negocio.

- **Integración de sistemas.**

Es importante utilizar tecnologías que puedan integrarse y comunicarse con los sistemas ya existentes dentro de la empresa, esto ayuda aprovechar los recursos y brindar soluciones rápidamente.

### 10.6.3 Resultados de la implementación.

Tabla 19 Resultados de Implementación IIoT

Antes	Después
El proceso de ensamblaje del chasis era manual y tenía un tiempo de 12 horas y media por auto.	Gracias al IIoT, Ford redujo su tiempo de ensamble a 100 minutos (una hora y cuarenta minutos).
Producción en baja cantidad de vehículos por día.	Reducción de accidentes en el proceso, gracias a que los robots (cobots) tienen sensores para detectar si se interpone dedos o manos en su camino.
La pantalla táctil de MyFord Touch era difícil de usar y en varios modelos no había botones, lo cual podía distraer a los conductores.	Los vehículos ahora cuentan con sistemas de monitoreo que alertan al conductor de peligros potenciales, a través de cámaras y sensores. Sus vehículos cuentan con frenado autónomo de emergencia con detección de peatones y vehículos, reduciendo así los posibles daños por choque. Desarrolló herramientas que ayudan al conductor a encontrar un lugar donde estacionar.

Fuente 46 Grupo de investigación

### **10.7 Caso de éxito Grupo Volvo Cars.**

(Bertrand, 2019) comenta que recibió casi 260 000 pedidos de camiones en 2018. Para adaptarse a esta nueva etapa de desarrollo, Volvo decidió adoptar una importante transformación digital de las iniciativas de la industria 4.0, con la finalidad de mejorar sus procesos, sus productos y su equipo, mediante tecnologías actuales que le ayuden a satisfacer su demanda. La garantía y el control de calidad del motor están sujetos a rigurosas comprobaciones de calidad, por ejemplo, en una planta, cada motor requiere 40 comprobaciones con 200 variantes posibles de garantía de calidad, las cuales deben completarse en tan solo 8 minutos.

Por ello Volvo se decidió a abordar y mantener un flujo de datos congruente y conexiones de sistemas que agreguen eficiencia operativa en la cadena de valor. Gracias a esta experiencia, decidió realizar una prueba piloto con un experto en realidad aumentada, con el fin de mejorar los procesos de control de calidad de sus motores. En la Figura 31 se puede apreciar las herramientas tecnológicas que utilizó Volvo para mejorar sus procesos.



### 10.7.1 Implementación Industria 4.0 en Grupo Volvo Cars

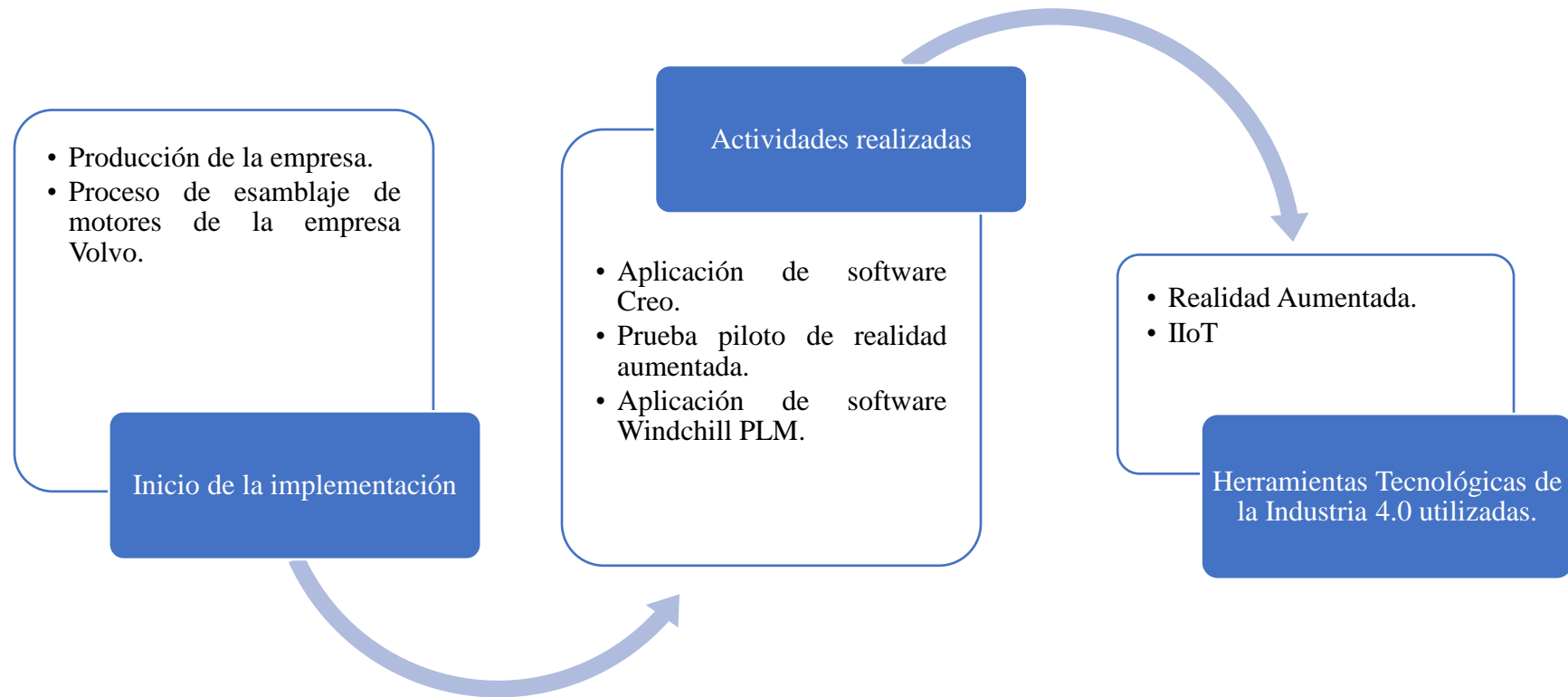


Figura 31 Herramientas tecnológicas que aplicó Volvo  
Fuente 47 Grupo de investigación

### 10.7.1.1 Aplicación de sistemas en el Grupo Volvo.

Volvo decidió utilizar tecnología PTC por su solución integral para crear y ampliar un hilo digital por la integración de soluciones, al ciclo de vida del producto y facturación de la cadena de valor (VSM), también aprovecho el Internet industrial de las cosas (IIoT) de ThingWorx, para integrar información en varios sistemas de software, producidos por las interacciones de diseño asistido por un sistema Creo (CAD/CAM/CAE), el cual permite dar soluciones para el desarrollo y diseño de productos, también ayuda a la gestión del ciclo de vida del producto gracias al software (PLM) Windchill para las fases posteriores, así como otras tecnologías de mecanizado y otros sistemas empresariales, facilitando la sincronía de datos en tiempo real.

Gracias al uso compartido de los datos, ayuda analizar defectos en tiempo real, para mejorar aún más la calidad y el rendimiento de la empresa, el bucle que se genera al establecer un hilo digital proporciona información operativa, oportuna y captura los comentarios vitales, mejorando así los diseños futuros de los motores y diferenciando a la empresa por la calidad y excelencia en ingeniería.

### 10.7.1.2 Resultados de la implementación

Mediante la implementación de estas herramientas de Industria 4.0, Volvo encontrará varias posibilidades de uso con el mínimo esfuerzo, esto permite a la empresa ahorrar miles de euros al año por cada puesto de control de calidad.

En la Tabla 20 se aprecia los resultados de la implementación de las herramientas de Industria 4.0 aplicadas en la empresa Volvo.

Tabla 20 Resultado de la implementación de Volvo.

<b>Antes</b>	<b>Actualidad</b>
Volvo necesitaba más de un día para actualizar y certificar las listas de comprobación, para sustentar la garantía de calidad con las interacciones de los nuevos motores.	Gracias a la implementación de las herramientas de Industria 4.0, IIoT y la Realidad Aumentada (RA), este tiempo se redujo a menos de una hora.
Los operadores para manejar un proceso de calidad eran sometidos a varias capacitaciones y junto a ello el tiempo y los costos aumentaban.	La formación de los operadores de calidad se reducirá a menos de dos semanas, debido a la rápida incorporación de personal clave, esto permite dar una respuesta más ágil y flexible a

	los cambios en la demanda del mercado y de los clientes.
Volvo para ofrecer un producto de calidad en el mercado tenía que realizar varias pruebas antes de su ensamble y construcción de piezas mecánicas.	Volvo implantó las instrucciones de montaje de los motores paso a paso en la línea de mecanizado, instrucciones de servicio para el mantenimiento del equipamiento de fábrica, habilitó la información operativa y KPI en tiempo real en la cadena de valor.

Fuente 48 (Bertrand, 2019)

## 10.8 Caso de éxito de Netflix.

### 10.8.1 Implementación del Big Data

Según (Centric, 2018), Netflix gracias a su trabajo y aplicación del Big Data logró pasar de ser una empresa de alquiler de DVD por correo, a ser líder mundial en la industria de entretenimiento, a través de esta herramienta de Industria 4.0 recoge y analiza todos los datos del consumo que realizan sus usuarios, es decir, lo que buscan, sus preferencias de contenido y cuanto consumen cada uno de ellos. Gracias a la información y aprovechamiento de esta herramienta analítica de datos, Netflix ha mejorado sus servicios en los aspectos que se detallan en la Figura 32.

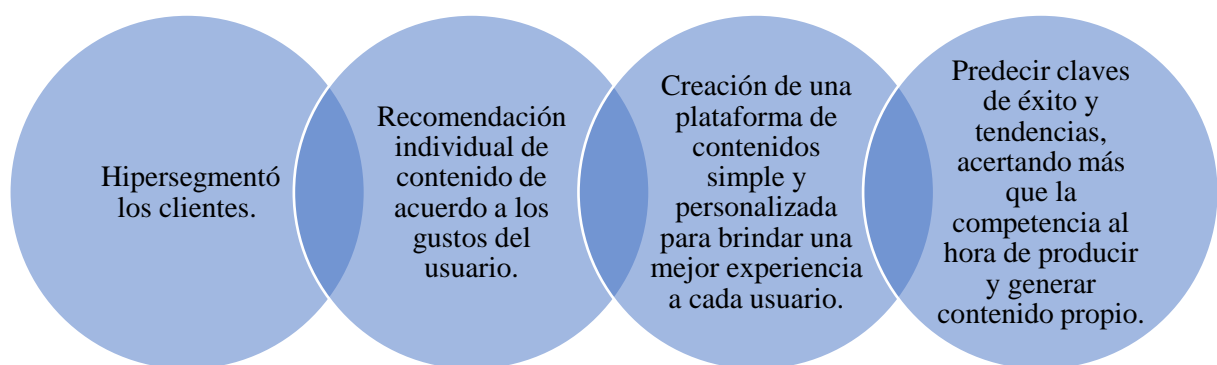


Figura 32 Aspectos de mejora en Netflix.

Fuente 49 Grupo de Investigación.

### **10.8.2 Pasos para la implementación.**

- ***Identificar las capacidades de la implementación.***

Para Netflix la identificación de las capacidades que requiere esta implementación es un pilar fundamental, debido a que ayuda a tomar decisiones precisas, planes estructurados y a tener un flujo de trabajo congruente dentro de la compañía.

- ***Establecer los procesos para el análisis de datos.***

El personal que trabaja en la empresa Netflix fue capacitado con el fin de entender el sistema de Big Data, para luego poner a discusión los métodos de trabajo de datos a implementar, según las necesidades que tenga la empresa.

- ***Determinación de indicadores.***

Netflix considera que los indicadores KPI's son las herramientas más importantes para el funcionamiento y valoración de la empresa, las cuales son de gran ayuda para calificar el desempeño antes, durante y después de la implementación, ya que deben ser ajustados a los requerimientos de cada caso y así logran obtener valores tanto cualitativos como cuantitativos.

- ***Determinar la información necesaria para filtrarla.***

Netflix realizó durante 6 años la recopilación de datos y la selección de información que desea filtrar, analizar y posteriormente utilizar, considerando tanto las fuentes que la generan, como la regularidad con la que se produce.

- ***Selección de herramientas.***

Para la obtención y procesamiento de datos, la empresa Netflix contrató a Orcan Intelligence dentro de su plataforma, de esta manera logró visualizar y recopilar la información más relevante, debido a que son capaces de ajustar algoritmos, abordar conocimientos y resolver problemas de manera fácil y eficiente, consiguiendo ser la clave del éxito.

- ***Optimización.***

Una vez que Netflix recopiló la información necesaria de los usuarios, este sistema permite decidir qué películas y series incluir en su sistema, logrando convertirse en la empresa con un 70% de probabilidades de triunfar en cada serie de entretenimiento que la empresa ponga en su plataforma.

### **10.8.3 Implementación de Cloud Computing.**

(beServices, 2018) en su artículo menciona que Netflix desde sus inicios ha ido innovando su servicio, con el fin de obtener un incremento de usuarios que gustan de ello. Esta tecnología le

ha permitido controlar su entorno y expandirse de manera flexible en función a su demanda de usuarios.

#### **10.8.4 Pasos de implementación.**

- ***Planificación.***

La empresa Netflix decidió definir qué servicios, procesos y utilidades quería trasladar a un entorno cloud y la complejidad que suponía, adicional a ello el tiempo que demoraba dicho paso de información a la nube.

- ***Nuevas funcionalidades.***

Debido a los recursos que ofrece cloud computing, la empresa Netflix decidió adoptar un sistema AWS (Amazon Web Services) el cual soporta varios picos de procesamiento de flujo de datos para que no exista un límite de almacenamiento de usuarios, también usa la funcionalidad de consultas de OLAP de Druid para dividir los datos rápidamente en regiones, zonas de disponibilidad e intervalos de tiempo. Esto facilita su visualización y permite obtener información sobre cómo se comporta y funciona la red.

- ***Identificación de recursos.***

Netflix necesitaba una solución para incorporar, aumentar y analizar los múltiples terabytes de datos que su red genera diariamente como registros de flujos de Virtual Private Cloud (VPC), para ello el principal recurso a valorar era tener una buena conexión a internet debido a que esta solución permitirá a la empresa identificar oportunidades de mejora en el rendimiento de su servicio.

- ***Capacitación a empleados.***

El adiestramiento del personal es un paso fundamental para que una vez dado el salto al cloud computing puedan seguir trabajando con normalidad, debido a que cambiará la manera para interactuar con el software y facilitar el servicio a los usuarios.

- ***Establecer un periodo de prueba.***

Netflix para el proceso de implementación del sistema AWS probó varios diseños y productos de la misma para obtener los mejores resultados, debido a que la implementación del cloud computing es un proceso muy sencillo.

### 10.8.5 Resultados de la implementación.

Los resultados de su estrategia han llevado a Netflix a ser una de las empresas de mayor crecimiento, con 11 mil millones de dólares en facturación y a tener más de 140 millones de suscriptores de su servicio de entretenimiento, en la Tabla 21 se aprecia los principales beneficios que obtuvo Netflix al implementar estas herramientas.

*Tabla 21 Principales resultados de la implementación.*

Herramientas	Antes	Después
<b>Big Data</b>	Los usuarios encargaban una película seleccionada de un catálogo y cuando la devolvían podían pedir una segunda.	Los usuarios tienen a disposición series, películas, documentales al momento que el usuario requiera. Recomendación individual de contenido de acuerdo a los gustos del usuario.
<b>Cloud Computing</b>	Los usuarios ingresaban a una página de internet y elegían la película que querían adquirir.	Su catálogo de películas se mantiene en la nube.
	El envío de las películas por correo demoraba varios días.	La reducción de costos en la nube por inicio de transmisión es menor que los del centro de datos.
	No contaba con infraestructura suficiente para almacenar el número de miembros que requería el servicio.	El número de miembros de transmisión se ha multiplicado 8 veces más.

*Fuente 50 Grupo de Investigación.*

## 10.9 Proponer un conjunto de matrices de herramientas de Lean Manufacturing e Industria 4.0 para que las microempresas del cantón Latacunga tengan una guía útil de uso de las herramientas.

Para sustentar el objetivo específico número tres se realizó una encuesta que consta de 9 preguntas de opción múltiple realizadas a las MIPYMES del Cantón Latacunga las encuestas se adjunta en la parte de anexos.

### 10.9.1 Análisis de la realidad de las MIPYMES del Cantón Latacunga.

¿Cuál es el tamaño de su empresa?

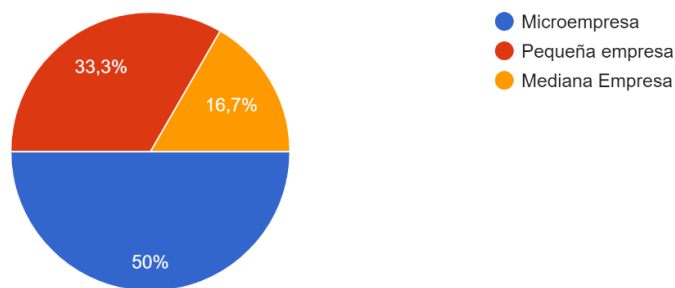


Figura 33 Resultados Pregunta 1  
Fuente 51 Grupo de Investigación

#### Análisis:

En las encuestas realizadas el 50% de las MIPYMES manufactureras del Cantón Latacunga afirman que son Microempresas, el 33,3% son pequeñas empresas y apenas un 16,7% son medianas empresas.

#### Conclusión:

Según los datos obtenidos, en el Cantón Latacunga existe un 50% de microempresas manufactureras, lo cual es favorable para el proyecto ya que pueden beneficiarse de nuestra matriz de herramientas.

### ¿Cómo es la productividad dentro de su empresa?

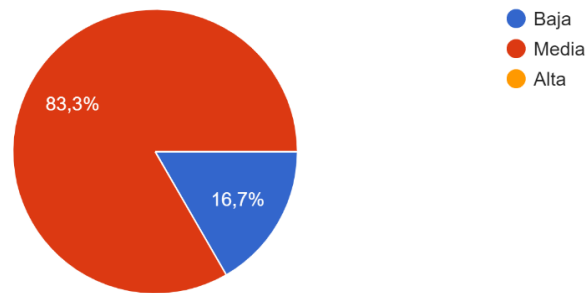


Figura 34 Resultados Pregunta 2  
Fuente 52 Grupo de Investigación

#### **Análisis:**

Según las MIPYMES manufactureras del cantón Latacunga encuestadas un 83,3% de las empresas tienen una productividad media, mientras que un 16,7% de las empresas tienen una productividad baja.

#### **Conclusión:**

Según la información recopilada en la encuesta el 83,3% de las MIPYMES manufactureras cuentan con una productividad media, la cual se puede mejorar con la implementación del Lean Manufacturing y las herramientas de Industria 4.0.

### ¿Cuál es el nivel tecnológico de su empresa?

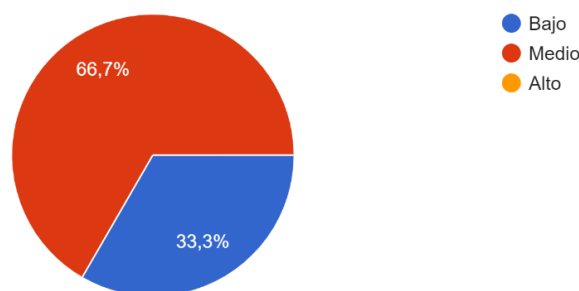


Figura 35 Resultados Pregunta 3  
Fuente 53 Grupo de Investigación

#### **Análisis:**

El 66,7% de las MIPYMES manufactureras del Cantón Latacunga cuentan con un nivel tecnológico medio y un 33,3% cuentan con un nivel tecnológico bajo.

#### **Conclusión:**



Mediante la encuesta aplicada se puede constatar que el 66,7% de las empresas cuentan con un nivel tecnológico medio, esto indica que se puede aplicar herramientas de Industria 4.0, para mejorar y automatizar sus procesos, permitiendo a las MIPYMES manufactureras mejorar su proceso de calidad.

#### ¿Conoce usted las herramientas de Lean Manufacturing?

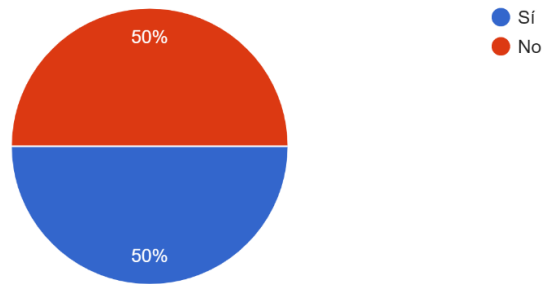


Figura 36 Resultados Pregunta 4  
Fuente 54 Grupo de Investigación

#### Análisis:

Según los resultados obtenidos en las encuestas tenemos que el 50% de las MIPYMES manufactureras del Cantón Latacunga tienen conocimiento de las herramientas de Lean Manufacturing, mientras que el otro 50% no han tenido conocimiento sobre estas herramientas.

#### Conclusión:

Con el 50% de las MIPYMES que no tienen conocimiento de las herramientas Lean Manufacturing es con quienes se busca entregar información de todos los beneficios que posee esta metodología.

#### ¿Conoce usted la tecnología de la Industria 4.0?

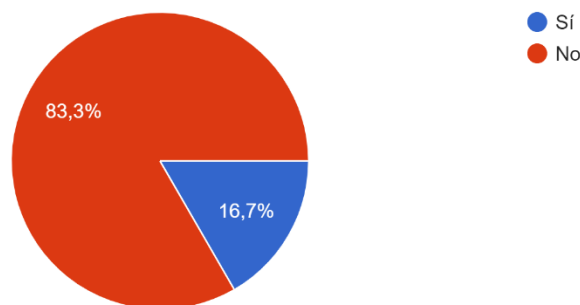


Figura 37 Resultados Pregunta 5  
Fuente 55 Grupo de Investigación

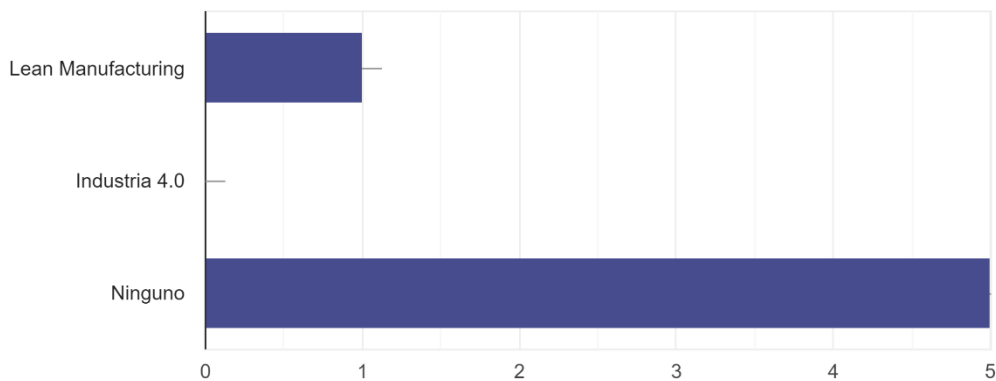
**Análisis:**

De acuerdo a los resultados obtenidos tenemos un 83,3% de MIPYMES del sector manufacturero del Cantón Latacunga desconocen sobre la tecnología de la Industria 4.0, mientras que un 16,7% tienen conocimiento de esta tecnología.

**Conclusión:**

Mediante la encuesta aplicada el 83,3% de las MYPIMES manufactureras desconocen de la tecnología de la Industria 4.0, esto favorece al proyecto debido a que aquí se detallan las herramientas más utilizadas con el fin de obtener mayores beneficios para las microempresas del Cantón Latacunga en la implementación.

**¿Su empresa actualmente utiliza alguna de estas herramientas o tecnologías?**



*Figura 38 Resultados Pregunta 6  
Fuente 56 Grupo de Investigación*

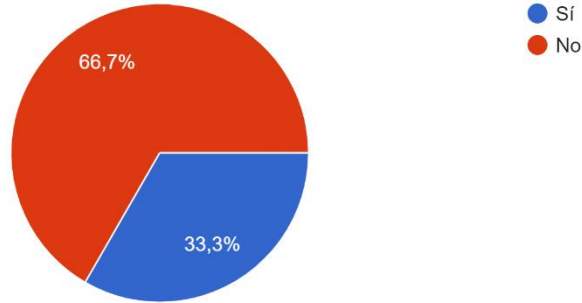
**Análisis:**

El 90% de las MIPYMES manufactureras encuestadas actualmente no están aplicando estas herramientas, mientras que el 10% está aplicando herramientas Lean Manufacturing.

**Conclusión:**

Según los resultados de las encuestas el 90% de MIPYMES manufactureras del Cantón Latacunga no está aplicando este tipo de herramientas y tecnologías, lo cual beneficia al proyecto ya que se detalla como implementar estas herramientas y tecnologías en las microempresas.

**¿Sabía usted que se puede tener una mejora continua de sus procesos a través del Lean Manufacturing?**



*Figura 39 Resultados Pregunta 7  
Fuente 57 Grupo de Investigación*

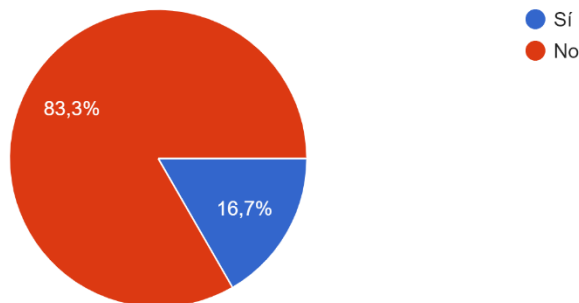
**Análisis:**

El 66,7% de las MIPYMES manufactureras del Cantón Latacunga desconocen que se puede obtener una mejora continua mediante el Lean Manufacturing y un 33,3% tienen conocimiento del beneficio que obtienen al implementar esta herramienta.

**Conclusión:**

Mediante la encuesta aplicada se puede constatar que el 66,7% de las microempresas desconocen de que se puede obtener una mejora continua mediante el Lean Manufacturing, este proyecto ayuda al lector a tener mayor conocimiento de los beneficios de esta herramienta.

**¿Sabía usted que se puede controlar sus procesos con el conjunto de tecnologías de la Industria 4.0?**



*Figura 40 Resultados Pregunta 8  
Fuente 58 Grupo de Investigación*

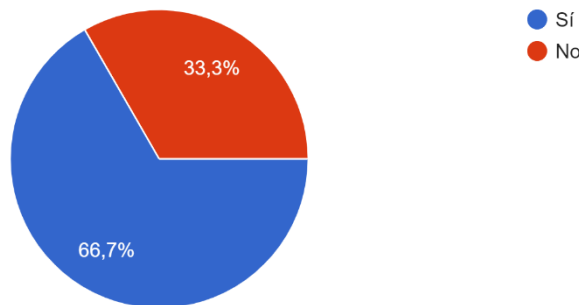
**Análisis:**

Según los datos obtenidos por la encuesta el 83,3% de las MIPYMES manufactureras del Cantón Latacunga desconocen que se puede controlar los procesos mediante el conjunto de tecnologías de la Industria 4.0, mientras que el 16,7 si tiene conocimiento, pero no lo aplica dentro de la microempresa.

**Conclusión:**

Según los resultados de la encuesta el 83,3% de las MIPYMES manufactureras desconocen que se puede controlar los procesos mediante el conjunto de herramientas de la Industria 4.0, este proyecto ayuda a tener mayor conocimiento sobre la implementación de esta tecnología.

**¿Le gustaría conocer cómo mejorar la productividad de su empresa mediante la utilización de Lean Manufacturing e Industria 4.0?**



*Figura 41 Resultados Pregunta 9  
Fuente 59 Grupo de Investigación*

**Análisis:**

En las encuestas realizadas obtuvimos que el 66,7% de las MIPYMES del sector manufacturero están interesadas en conocer sobre la utilización del Lean Manufacturing e Industria 4.0, mientras que el 33,3% no tiene interés por conocer sobre la utilización de estas herramientas.

**Conclusión:**

Según los resultados de la encuesta el 66,7% de las MIPYMES manufactureras están interesadas en conocer sobre la mejora de productividad mediante estas herramientas.



	documento o persona en menos de 30 segundos.		
	El personal no cumple con las disposiciones entregadas.	Anime al personal a ser creativo	Crea cultura en el personal.
	Existe varios desperdicios en su empresa.	Use la simbología apropiada de los VSM	El tiempo y costo de implementación será de acuerdo al número de áreas y al cumplimiento de plan de acción
	El personal no conoce como son los procesos.	Ilustrarlo primero a mano	Nos permite visualizar el Estado actual y Futuro de la Cadena de Valor: Nos permite reducir el tiempo de actividades que no generan valor.
<b>VSM</b>	No existe un diagrama que detalle todo el proceso de producción.	Determine los procesos y familias de productos	Permite conocer el flujo de material e información al mismo tiempo
	Desconocimiento de las actividades que agregan o no valor a la empresa.	Crear un equipo de trabajo para crear los mapas y un plan de acción.	Se identifica donde se generan los desperdicios

	Desconocimiento de como optimizar recursos y procesos.	Elimine el desperdicio, no lo genere. Ponga los mapas donde el personal lo vea.		Muestra la información entre el flujo de material y el flujo de información.
<b>Kanban</b>	Desconoce la gestión de los procedimientos de la empresa.	Capacitación sobre Kanban al personal de la empresa.	El tiempo y costo de implementación es menor, pero también depende de las áreas existentes y Según al tablero a implementar.	Elimina procesos innecesarios que reducen la productividad. Control de las fases del proceso. Motivo el trabajo en equipo. Reduce la acumulación de stocks. Permite producir la cantidad de producto necesario dentro
	No mantiene el flujo de ejecución.	Visualizar en una pizarra o tablero la división de tareas.		
	Desconoce el avance de los procesos.	Definir el número máximo de tareas que se pueden realizar en cada fase.		
	El personal olvida actividades en el proceso.	Medir el tiempo que se tarda en finalizar cada tarea.		
	No se cumple las metas de producción.	Verificar de manera constante el funcionamiento del proceso.		

				del tiempo estimado.
<b>SMED</b>	Existe un tiempo de producción muy elevado.	Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.	Se requiere conocer cuantas máquinas y áreas de trabajo existe en la microempresa.	Reducir tiempo de cambio lote.
	Existe demasiado tiempo entre cambios de lote.	Separar las fases de trabajo internas en externas.		Reduce stocks facilitando control de inventario.
	Posee su empresa tiempos improductivos.	Reducción de los tiempos de preparación internos y externos con mejoras de métodos.		Reduce los desplazamientos, manipulaciones.
	La producción es cada vez menor	Tener un control y seguimiento de las operaciones realizadas.		Reduce el tiempo de respuesta del personal.
<b>TPM</b>	Los equipos de su microempresa sufren averías.	Obtener los datos de producción inicial.	De acuerdo el número de equipos existentes en la microempresa y a los requerimientos del fabricante.	Uso económico del equipo a través de su vida de servicio total y recomendación del fabricante.
	Existe tiempo muerto en los procesos.	Capacitar el personal sobre los tipos de mantenimiento.		Mejor condición de seguridad, ya



		que se conoce el estado y las condiciones de funcionamiento.
Existe defectos debido a un mal estado de los equipos.	Realizar primero un estudio base. Esto ayudará a identificar áreas de mejora al inicio y como implementar el TPM.	Disminución del tiempo de inactividad de las máquinas.
No existe un plan de mantenimiento para sus equipos.	Con una planificación periódica de las actividades de mantenimiento, se evita que se produzcan fallas.	Mayor durabilidad de los equipos e instalaciones.

### ***10.9.2.1 Análisis de la matriz de herramientas de Lean Manufacturing***

En la matriz se detalla 4 herramientas Lean Manufacturing las cuales para su implementación se tienen que realizar el mismo análisis inicial acorde a cada empresa. Es decir, con los datos obtenidos en la fase inicial de la herramienta también pueden ser utilizados para la implementación de otras mencionadas.

### 10.9.3 Matriz de herramientas Industria 4.0

Tabla 23 Matriz de herramientas de Industria 4.0

Herramienta de Industria 4.0	Casos de uso	Sugerencias para la microempresa	Tiempo y costo de implementación	Beneficios de la implementación
<b>IIoT</b>	Monitoreo y seguimiento de suministros.	Es necesario realizar un inventario de los equipos.	La implementación de esta nueva tecnología tiene una duración de 3 a 7 años, dependiendo del tamaño de la empresa, mientras que el costo de implementación varía de acuerdo a la marca y cantidad de los dispositivos, plataforma, seguridad, infraestructura.	Mejora la eficiencia de la empresa.
	Automatización de los procesos manuales.	Realizar un análisis de inversión para la ejecución del proyecto.		Ayuda a conocer el comportamiento del
	Para mejorar la seguridad y protección de los trabajadores.			Reduce gastos y costos innecesarios.
	Mejorar la eficiencia energética.	Establecer los objetivos que se quiere alcanzar, antes, durante y después de la implementación.		Mejora la atención al cliente y con ello la experiencia del usuario.
	Implementación de energías alternativas.			Brinda mayor seguridad laboral.
	Optimización de procesos y reducción de costos.	Durante la primera y segunda etapa de implementación, es necesario capacitar a los		Incrementa la productividad.
	Control de infraestructura de las estaciones de trabajo.			Mejora de la toma de decisiones.
	Mantenimiento preventivo.			

	Logística y gestión de operarios y al personal transporte.	operarios y al personal técnico.	
<b>Big Data</b>	Segmentación de clientes.	Analizar con que tecnologías se cuenta en la microempresa.	El tiempo y costo de implementación varía dependiendo de la empresa.
	Mejorar el proceso de toma de decisiones y planes de acción.	Identificar los datos de las fuentes y priorizarlos.	tecnología o capacidad de procesamiento (CEP o MPP) que se requiera, así mismo dependerá del tamaño y tecnología con la que cuente la empresa.
	Innovación de productos o servicios.		Evaluación eficiente de los productos y servicios de la empresa.
	Mejorar la eficiencia operacional.	Definir el tipo de análisis que se quiera realizar con la implementación.	Ayuda a segmentar a los clientes.
	Identificar e investigar anomalías en el proceso.		Mejora la eficiencia y optimiza los costos.
	Reducir gastos de mantenimiento.	Definir los objetivos que se quieren lograr con esta implementación.	Mantiene seguros los datos.
	Prever la demanda.		Ayuda a mejorar la toma de decisiones.
Selección de proveedores.	Definir tareas efectivas que no requieran gran cantidad de datos.	Obtención de ventajas competitivas.	

	Evaluar diferentes aplicaciones de Frameworks para definir cuáles son los más adecuados.		
<b>Cloud Computing</b>	Almacenamiento de datos en la nube.	Revise los sistemas tecnológicos con los que cuenta la microempresa.	El tiempo de implementación de esta tecnología no es muy largo, depende de la utiliza. Ahorra los costos debido a que solo se paga por lo que se utiliza.
	Procesar una gran cantidad de datos emitidas por Big Data.	Capacitar a los empleados para facilitar la transferencia de información a la nube.	Brinda seguridad en el almacenamiento de los datos. El costo de implementación varía, dependiendo la cantidad de recursos.
	Desarrollar nuevas líneas de negocio u aplicaciones.	Analizar el presupuesto para la implementación. Determinar el nivel de virtualización que necesite la empresa.	Optimiza el uso de los recursos. Fácil acceso a los datos a través de cualquier dispositivo. Capacidad de almacenamiento ilimitada.
	Optimización y diseño.		Mejora la productividad.

<b>Realidad Aumentada</b>	Promueven la eficiencia y democratizan la experiencia interna.	Definir el enfoque del proyecto.	El tiempo y costo de implementación de esta herramienta de Industria 4.0 depende de la tecnología con la que cuenta la empresa, redes de telecomunicaciones, el tamaño y a la vez los resultados que busque el microempresario.	Ayuda a mejorar las tareas de mantenimiento. Reduce los tiempos de espera. Aumenta la seguridad del personal dentro de la empresa. Ahorra los costos. Mejora la calidad de los productos. Visualización de los estados físicos de la maquinaria en tiempo real.
	Mantenimiento y control de la planta.	Tomar en cuenta la información de localización de los usuarios o consumidores de su producto o servicio.		
	Identificar tareas repetitivas con menor variabilidad.			
	Reducción de costos, tiempo y optimizar los procesos.			
	Aumentar la seguridad en el ambiente laboral.	Realizar un inventario de equipos con los que cuenta la industria.		
	Campañas de marketing.			
	Aumento de ventas en tiendas y centros comerciales.	Capacitación y formación del personal de mantenimiento.		
	Destacar de la competencia.			

Fuente 60 Grupo de Investigación

### 10.9.3.1 Análisis de la matriz de herramientas de Industria 4.0

La implementación de estas herramientas permite mejorar las condiciones del trabajo, mejorar la eficiencia en el manejo de inventarios y en la producción, al mismo tiempo ayuda a reducir los costos, aumenta la seguridad en el ambiente de trabajo y mejora la calidad, para ello es necesario realizar un estudio de mercado para conocer cuáles son las fortalezas al momento de implementar las mismas.

## 11. IMPACTOS

**Impacto Técnico:** La matriz de herramientas permite al microempresario tener información y conocer como implementar Lean Manufacturing e Industria 4.0.

**Impacto Social:** Generar una cultura de orden, limpieza y disciplina en sus trabajos y su diario vivir.

**Impacto Ambiental:** Seguimiento y control de los procesos que eliminan desperdicios y optimizan recursos lo cual resulta amigable para el medio ambiente.

**Impacto Económico:** Mayor eficiencia y productividad, por tanto, mejores beneficios económicos para la empresa.

## **12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **12.1 Conclusiones**

- La matriz de herramientas Lean Manufacturing e Industria 4.0 elaboradas en el presente trabajo permitirá al microempresario tener una guía de alternativas de mejora continua y analizar el proceso que pueden seguir para su implementación a través de los casos de éxito mencionados, y de esta manera puedan aumentar su productividad y ser una microempresa competitiva.
- Se analizaron cuatro casos de éxito, en los cuales tres son de Industria 4.0 y uno Lean Manufacturing; encontrando que las herramientas siguen una guía de pasos o fases para su aplicación, demostrando que al finalizar su implementación las microempresas tendrán una optimización, control y mejoramiento de la calidad.
- Se concluye que en el cantón Latacunga existe gran desconocimiento sobre Lean Manufacturing e Industria 4.0 por parte de las MIPYMES. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación, conlleva a tener resultados positivos puesto que, con la matriz de herramientas propuesta, el microempresario podrá tener información de todas estas metodologías y tecnologías para aplicar según la necesidad de su modelo de gestión.

### **12.2 Recomendaciones**

- Concluido el presente trabajo de tesis, se pone a consideración del lector y la comunidad educativa elaborar una propuesta de implementación con las herramientas de Lean Manufacturing e Industria 4.0 propuestas en la matriz.
- Una vez analizado los casos de éxito y la matriz de herramientas, se podrá dar una estimación cuantitativa del cumplimiento actual con la matriz de herramientas y controlar de esta forma la implementación real de las microempresas.
- Al microempresario tener la plena seguridad que estas herramientas y tecnologías son implementables en sus modelos de gestión ya que sus costos van de acuerdo al tamaño de la empresa y número de empleados.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Almaraz Pérez, A., & Goddard Close, J. (2015). Sistemas de recomendación. In *Komputer Sapiens*.
- Álvarez Rojas, L. R. (2018). *ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN, SU ENTORNO Y SU IMPACTO EN MODELOS DE NEGOCIOS*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11673/47346>
- Ashton, K. (2017). *DÁNDOLE SENTIDO AL IOT Cómo el IoT se convirtió en el sistema nervioso de la humanidad*. Retrieved from [https://www.arubanetworks.com/assets/\\_es/eo/HPE\\_Aruba\\_IoT\\_eBook.pdf](https://www.arubanetworks.com/assets/_es/eo/HPE_Aruba_IoT_eBook.pdf)
- Bednarek, M., & Santa Villagrara, J. M. (2017). *La aplicación de Lean Manufacturing: Casos de Polonia, México y Chile (Modelos, práctica, experiencia)*.
- Bertrand, F. (2019). El Grupo Volvo ofrece el hilo digital a través de lentes de realidad aumentada | PTC. Retrieved August 24, 2020, from <https://www.ptc.com/es/case-studies/volvo-group-digital-thread>
- beServices. (2018). ¿Cómo se implementa el cloud computing en una empresa? | beServices. Retrieved September 8, 2020, from <https://www.beservices.es/como-implementar-cloud-computing-empresa-n-5309-es>
- Blanco, R. (2016). *LA INDUSTRIA 4.0: EL ESTADO DE LA CUESTIÓN*. Retrieved from <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO, FONTRODONA Y POVEDA.pdf>
- Cabeza Gavira, M. (2018). *Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética Proyecto Fin de Carrera Ingeniería de la Energía*. Retrieved from <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82651/TFG-1989-CABEZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cantú-gonzález, J. R., Guardado García, M. del C., & Bederas Herrera, J. L. (2007). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 9–12.
- Castresana Sáenz, C. (2015). *Carolina Castresana Sáenz TRABAJO FIN DE GRADO Industria 4.0*. Retrieved from [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE002004.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002004.pdf)
- Centric, D. (2018). Netflix: Las claves del éxito basado en Big Data. Retrieved September 9, 2020, from <https://www.datacentric.es/blog/insight/exito-netflix-datos/>
- Collantes Champi, T., Edward Rojas Polo, J., Cáceres Cansaya, A., Rodríguez Anticona, M., Benavente Sotelo, R., & Reyes Arteaga, S. (2019). Improvement in the washing and



- dyeing clothes processes using lean manufacturing tools and mathematical optimization. *Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities*, 24–26. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.179>
- Darío, M., Serna, A., Felipe, L., Zapata, C., Andrés, J., & Cortes, Z. (2014). *Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban* (Vol. 14).
- Dickens, C. (2016). *La Revolución Industrial 4 Antes de empezar*. Retrieved from <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esohistoria/quincena4/textos/quincena4.pdf.pdf>
- Favela Herrera, M. K. I., Escobedo Portillo, M. T., Romero López, R., & Hernández Gómez, J. A. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización. *Revista Lasallista de Investigación*. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Findley, B., & Arce Rodríguez, A. (2017). *Manufactura esbelta para elevar la productividad en una empresa manufacturera de línea blanca*.
- Flores Guerrero, M. D. (2019). *PROYECTOS INSTITUCIONALES Y DE VINCULACIÓN*. Retrieved from [www.proyectosinstitucionalesydevinculacion.com](http://www.proyectosinstitucionalesydevinculacion.com)
- GUERRERO, I. A. U. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CÁRNICOS EN LA EMPRESA MEATPRS.A*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- INEC. (2019). *Directorio de Empresas y Establecimientos 2018*. Retrieved from [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio\\_Empresas\\_2018/Principales\\_Resultados\\_DIEE\\_2018.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/Directorio_Empresas_2018/Principales_Resultados_DIEE_2018.pdf)
- Instituto Nacional de Ciberseguridad. (2017). Una guía de aproximación para el empresario. Retrieved July 17, 2020, from [https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia-cloud-computing\\_0.pdf](https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia-cloud-computing_0.pdf)
- López, D., & Pintor, M. (2015). *Tesina Fin de Máster Análisis de Casos de Estudio sobre Industria 4.0 y Clasificación según Sectores de actividad y Departamentos empresariales*. Retrieved from [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70721/TFM\\_Daniel\\_Lopez-Pintor\\_Marti\\_14684892714925643535103389495773.pdf?sequence=2](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70721/TFM_Daniel_Lopez-Pintor_Marti_14684892714925643535103389495773.pdf?sequence=2)
- Luis, J., & Román, D. V. (2016). *CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Industria 4.0: la transformación digital de la industria*.

- Retrieved from <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- Manzano Ramírez, M., & Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: implantación 5S. *3C Tecnología\_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 5(4), 16–26. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>
- MUÑOZ REYES, K. A. (2017). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de Control de Calidad de la empresa Maderas Arauco*. Universidad Austral de Chile.
- Prendes Espinosa, C. (2015). REALIDAD AUMENTADA Y EDUCACIÓN: ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS AUGMENTED REALITY AND EDUCATION: ANALYSIS OF PRACTICAL EXPERIENCIES. *Revista de Medios y Educación*. Nº, 46. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Rojas Jauregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (2017). LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS. *3C Empresa : Investigación y Pensamiento Crítico*, 6(5), 116–124. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>
- Salazar, J., & Silvestre, Y. S. (2016). *INTERNET DE LAS COSAS*. Retrieved from <http://www.techpedia.eu>
- Salvador Naya, A. (2018). *Num 27* (Vol. 15). Retrieved from [www.revistatog.com](http://www.revistatog.com)<http://www.revistatog.com/num27/pdfs/editorial2.pdf>
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books/about/Lean\\_Manufacturing\\_Paso\\_a\\_Paso.html?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books/about/Lean_Manufacturing_Paso_a_Paso.html?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Superintendencia de Compañías. (2019). *Directorio de Empresas*.

## 14. ANEXOS

### 14.1 Matriz de Evaluación 5'S

Tabla 24 Matriz de Evaluación 5'S

Anexos I

Evaluación de Organización						
Evaluación de Organización	Muy Malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Total
	0	1	2	3	4	
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?					
2	¿Se observan objetos dañados?					
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?					
4	¿Existen objetos obsoletos?					
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?					
6	¿Se observan objetos demás, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?					
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?					

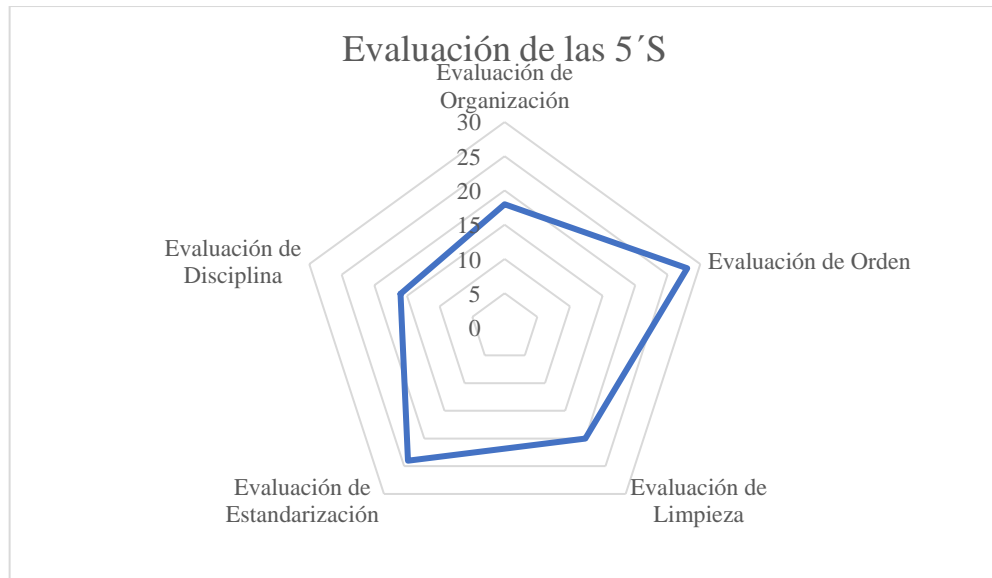
Evaluación de Orden		Muy Malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Total
		0	1	2	3	4	
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?						
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?						
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?						
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.						
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?						
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?						
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?						

Evaluación de Estandarización		Muy Malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Total
		0	1	2	3	4	
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?						
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?						
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?						
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?						
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?						
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?					x	4

Evaluación de Disciplina		Muy Malo	Malo	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Total
		0	1	2	3	4	
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?						
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?						

3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?						
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?						

<b>Resultado</b>	<b>Total</b>
<b>Evaluación de Organización</b>	<b>18</b>
<b>Evaluación de Orden</b>	<b>28</b>
<b>Evaluación de Limpieza</b>	<b>20</b>
<b>Evaluación de Estandarización</b>	<b>24</b>
<b>Evaluación de Disciplina</b>	<b>16</b>



Fuente 61 Grupo de Investigación

## **14.2 Encuesta Aplicadas a las MIPYMES del Cantón Latacunga.**

*Anexos 2 Encuestas*