

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**

**INDOAMÉRICA.**

**FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

***“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE  
HERRAMIENTAS MANUALES DE TORQUE EN UNA ENSAMBLADORA  
DE VEHÍCULOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”***

---

Proyecto de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

William Rene Cuenca Galindez

**TUTOR:**

MSc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

Quito – Ecuador

2017

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Director del trabajo de Titulación “ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE HERRAMIENTAS MANUALES DE TORQUE EN UNA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD” presentado por CUENCA GALINDEZ WILLIAM RENÉ, para optar por el título de Ingeniero Industrial, CERTIFICO que dicho proyecto de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

D.M. 19 Septiembre de 2017

EL TUTOR

MSc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

CC. 1801965938

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, CUENCA GALÍNDEZ WILLIAM RENE, declaro ser autor del Proyecto de Tesis titulado ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE HERRAMIENTAS MANUALES DE TORQUE EN UNA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”, como requisito para optar al grado de “INGENIERO INDUSTRIAL”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito a los 19 días del mes Septiembre del 2017, firmo conforme:

Autor: William Rene Cuenca Galindez

Firma:

Número de Cédula: 1718631797

Dirección: Quito - Ecuador

Correo Electrónico: william.cuenca1985@gmail.com

Teléfono: 0995488568

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente estudio como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniera Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

William Rene Cuenca Galindez

C.C.: 1718631797

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Proyecto de aprobación de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados de la  
Facultad de Ingeniería Industrial de Universidad Tecnológica Indoamérica.

Quito,

2017.

Para constancia firman  
**TRIBUNAL DE GRADO**

**F**.....

**PRESIDENTE**

**F**.....

**VOCAL**

**F**.....

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más los objetivos alcanzados. A mi amada esposa Tania Toro por estar siempre presente, acompañándome cada día y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre estuvo ahí brindándome su comprensión, cariño y amor. A mis padres quienes con cada consejo me guiaron por el camino correcto.

William Rene Cuenca Galindez  
C.C.: 1718631797

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por haberme enseñado los valores, los principios, que fueron el pilar fundamental a lo largo de mi vida para conseguir los objetivos propuestos, agradezco a mi bella esposa Tania Toro por su paciencia en el transcurso de mi carrera, a mi hermano Hernan Cuenca por su apoyo en los momentos económicamente difíciles, a mi tutor Msc Hernán Espejo por guiarme en el desarrollo de esta investigación.

William Rene Cuenca Galindez

C.C.: 1718631797

## ÍNDICE GENERAL

TEMA: .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
El Problema.....	2
Línea de Investigación .....	2
Contextualización.....	3
Árbol del Problema .....	10
Análisis crítico .....	11
Prognosis .....	12
Formulación del Problema .....	13
Delimitación del objeto de Investigación.....	13



Justificación.....	14
Objetivos .....	16
Objetivo General .....	16
Objetivos específicos .....	16
CAPÍTULO II .....	17
Marco Teórico.....	17
Antecedentes .....	17
Fundamentación Técnica .....	22
Fundamentación Legal.....	24
Categorías Fundamentales .....	27
Constelación de Ideas.....	28
Variable Independiente .....	28
Variable dependiente.....	29
Marco Conceptual .....	30
Gestión y control de herramientas de torque.....	30
Productividad .....	40
Hipótesis.....	47
Señalamiento de Variables de la Hipótesis. ....	47
Definición de términos técnicos.....	47
CAPÍTULO III.....	50
Metodología .....	50
Enfoque de la modalidad.....	50
Modalidad de la investigación .....	52
Población y Muestra.....	52

Plan de recolección de la información .....	60
Aplicación de instrumentos de recolección de la información .....	62
CAPÍTULO IV .....	63
Procesamiento y análisis de la información .....	63
Análisis e interpretación de los datos .....	67
Verificación de la hipótesis .....	76
Conclusiones y Recomendaciones .....	81
Conclusiones .....	81
Recomendaciones.....	82
CAPÍTULO V .....	83
Antecedentes de la Propuesta.....	83
Objetivos .....	84
Objetivo General .....	84
Objetivos específicos .....	84
Justificación de la propuesta .....	84
Factibilidad.....	85
Ingeniería Industrial .....	85
Factibilidad Legal.....	85
Factibilidad Técnica .....	85
Factibilidad Económica.....	86
Beneficios de la propuesta .....	86
Cronograma de actividades .....	89
Modelo operativo .....	90
Desarrollo de la propuesta.....	90

Evaluación del impacto financiero.....	96
Conclusiones y Recomendaciones .....	100
Conclusiones .....	100
Recomendaciones.....	101
Bibliografía .....	102
Anexos .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cantidad de operaciones según índice de producción .....	53
Tabla N° 2: Índice uso de herramientas .....	55
Tabla N° 3 Operacionalización de la variable independiente .....	58
Tabla N° 4 Operacionalización de la variable dependiente .....	59
Tabla N° 5: Preguntas Básicas para Costo mano de obra por estación.....	60
Tabla N° 6: Preguntas Básicas para tiempo de utilización de herramientas manuales de torque y herramientas electrónicas de torque por estación y tipos.....	61
Tabla N° 7: Información para la producción de vehículos .....	66
Tabla N° 8: Producción de vehículos primer semestre 2017 .....	67
Tabla N° 9: Horas y número de personas, producción del primer semestre de 2017.....	68
Tabla N° 10: Promedio tiempos estándar por modelo en minutos .....	68
Tabla N° 11: Eficiencia operacional según horas trabajadas .....	69
Tabla N° 12: Tiempo en minutos uso herramientas manuales de torque.....	71
Tabla N° 13: Unidades por hora y objetivo de acuerdo a tiempo estándar.....	72
Tabla N° 14: Tiempo estándar estaciones a estudiar obtenida de la muestra .....	73
Tabla N° 15: Cantidad de operaciones según el tipo de herramienta .....	74
Tabla N° 16: Horas de trabajo según el tipo de herramienta .....	75
Tabla N° 17: Correlación mediante método de Pearson .....	77
Tabla N° 18: Cálculo de R método de Pearson.....	77
Tabla N° 19: HPU Horas por unidad según el tipo de herramienta.....	79

Tabla N° 20: Unidades por hora a producirse y objetivo con la propuesta .....	87
Tabla N° 21: Estimado ahorro por unidad producida primer semestre año 2017 .	87
Tabla N° 22: Comparación productividad actual entre la propuesta .....	88
Tabla N° 23: Comparación de HPU según el tipo de herramienta y la mejora ....	88
Tabla N° 24: Inversión por tipo de herramienta .....	91
Tabla N° 25: Matriz de calificación de las herramientas electrónicas de torque..	92
Tabla N° 26: Costo de herramientas y accesorios.....	93
Tabla N° 27: Costo dispositivos y adecuaciones adicionales .....	94
Tabla N° 28: Proyección para el siguiente año .....	95
Tabla N° 29: Ahorro proyectado por unidades producidas.....	96
Tabla N° 30: Tabla de proyección flujo neto de caja para cálculo del VAN y el TIR .....	97
Tabla N° 31: Cálculo VAN y TIR propuesta.....	98
Tabla N° 32: Cálculo mensual del VAN y TIR según la proyección .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Evolución industria automotriz en el mundo .....	5
Figura N° 2: Evolución industria automotriz en el Ecuador .....	6
Figura N° 3: Exportaciones de vehículos en unidades.....	7
Figura N° 4: Producción Ensambladora de vehículos por marca 2015 Ecuador ....	8
Figura N° 5: Producción Ensambladora de vehículos por marca 2016 Ecuador ....	9
Figura N° 6 Árbol del problema .....	10
Figura N° 7: Productividad relativa media laboral del Ecuador respecto de algunos países de América Latina. ....	20
Figura N° 8: Índice de productividad media laboral industria ecuatoriana .....	21
Figura N° 9: Red de categorías .....	27
Figura N° 10: Constelación de Ideas Variable Independiente .....	28
Figura N° 11: Constelación de Ideas Variable Dependiente.....	29
Figura N° 12: Visión y Pilares de la Política Industrial del Ecuador.....	42
Figura N° 13: Cinco pasos de focalización .....	47
Figura N° 14: Índice uso de herramientas por línea de producción.....	53
Figura N° 15: Tipo de herramientas que se utilizan.....	54
Figura N° 16: Cantidad de operaciones por área específica .....	54
Figura N° 17: Cantidad de operaciones por modelo .....	55
Figura N° 18: Diagrama de Pareto para definir modelo .....	56
Figura N° 19: Diagrama de Pareto definición de estaciones para analizar .....	56
Figura N° 20: Cantidad de operaciones por modelo .....	63
Figura N° 21 Flujo de proceso línea de ensamblaje.....	65

Figura N° 22: Producción de vehículos primer semestre 2017.....	67
Figura N° 23: Eficiencia operacional según horas trabajadas.....	69
Figura N° 24: Participación de horas utilizadas por modelo .....	70
Figura N° 25: Tiempo en minutos uso herramientas manuales de torque .....	71
Figura N° 26: Tiempo estándar estaciones a estudiar .....	73
Figura N° 27: Cantidad de operaciones según el tipo de herramienta .....	74
Figura N° 28: Cantidad de operaciones según el tipo de herramienta .....	76
Figura N° 29: Diagrama de dispersión variable dependiente vs independiente....	78
Figura N° 30: Diagrama de dispersión variable dependiente vs independiente....	80
Figura N° 31: Cronograma de actividades .....	89
Figura N° 32: Diagrama de Gantt .....	90

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA: “ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE HERRAMIENTAS MANUALES DE TORQUE EN UNA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”

**Autor:** William Rene Cuenca Galindez

**Tutor:** MSc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

**RESUMEN EJECUTIVO**

La industria automotriz es una de las principales en la manufactura de productos terminados, esto hace que se convierta en uno de los ejes principales para el desarrollo del país. La competitividad y los tratados internacionales de esta industria hacen que las empresas se enfoquen en cada uno de sus indicadores de gestión, y entre los más importantes está la productividad y el costo por unidad producida. El tema propuesto en el proyecto de esta investigación está enfocado en mejorar estos indicadores de gestión. Para esto se realiza un estudio comparativo sobre los recursos con los que cuenta una de sus líneas de ensamblaje para el proceso productivo manual y automático de ajuste de pernos y tuercas, como son las herramientas de torque, enfocado en mejorar los resultados a mediano y largo plazo, además se garantiza la calidad y seguridad en cada proceso realizado.

**Palabras clave:** manufactura, desarrollo del país, competitividad, productividad, costo por unidad, herramientas de torque, pernos, tuercas, calidad y seguridad.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA: “ANALYSIS OF THE MANAGEMENT AND CONTROL SYSTEM OF TORQUE MANUAL TOOLS IN A VEHICLE ASSEMBLER AND ITS INCIDENCE IN PRODUCTIVITY”

**Autor:** William Rene Cuenca Galindez

**Tutor:** MSc.. Hernán Fabricio Espejo Viñán

**SUMMARY**

The automotive industry is one of the main in the manufacture of finished products, this makes it one of the main axis for the development of the country. Competitiveness and the international treaties of this industry make companies focus on each of their management indicators, and among the most important are productivity and cost per unit produced. The theme proposed in this research project is focused on improving these management indicators. For this, a comparative study is performed on the resources with which it counts one of its assembly lines for the manual and automatic production process of adjustment of bolts and nuts, such as the torque tools, focused on improving the results in medium and long In addition, the quality and safety of each process is guaranteed.

**Keywords:** manufacturing, country development, competitiveness, productivity, cost per unit, torque tools, bolts, nuts, quality and safety.

## INTRODUCCIÓN

La investigación se desarrolla considerando todos los factores que intervienen en el proceso de ajuste de pernos y tuercas para el ensamblaje de vehículos y el tipo de herramientas que se utilizan para estos procesos.

En el capítulo I se inicia con el análisis mundial y nacional de la industria automotriz, se plantea la problemática, se establecen los objetivos así como la justificación.

En el capítulo II se mencionan algunos antecedentes, se define la fundamentación técnica y legal que sustentan esta investigación, además se define el marco conceptual que permitirá enfocar de manera correcta las variables en estudio.

Para el capítulo III se describe el enfoque de la investigación, se realiza el análisis con relación al total de la población hasta definir el tamaño de la muestra que se estudiará en esta investigación.

En el capítulo IV se realiza el procesamiento y análisis de la información, interpretación de los datos analizados y se verifica la hipótesis con una comparación entre lo actual y lo propuesto, se plantean las conclusiones las cuáles permiten identificar oportunidades para el siguiente capítulo.

Con las conclusiones y recomendaciones del capítulo IV se empieza a trabajar en el capítulo V, se establece la propuesta, se definen nuevos objetivos con enfoque en la propuesta, se realiza el estudio de factibilidad legal, técnica y económica, además de demostrar los beneficios de la propuesta, incluyendo un cronograma de implementación y calculando el costo beneficio que se obtendría si se considera implementar.

## CAPÍTULO I

### El Problema

**“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE HERRAMIENTAS MANUALES DE TORQUE EN UNA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”**

#### Línea de Investigación

**“Empresarialidad y Productividad.-** Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico- empresarial; es decir de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines.”. (Lilian, 2011)

## **Contextualización**

En la actualidad se reconoce universalmente el papel que desempeña la productividad en el aumento del bienestar nacional. En cada país, desarrollado o en desarrollo, con economía de mercado o con economía de planificación centralizada, la principal fuente del crecimiento económico es un aumento de la productividad. (Prokopenko, 1989, pág. XIII)

En los últimos años se ha puesto énfasis por parte de las organizaciones en mejorar sus indicadores de gestión, mejoramiento continuo y la implementación de sistemas de control para aumento de la productividad.

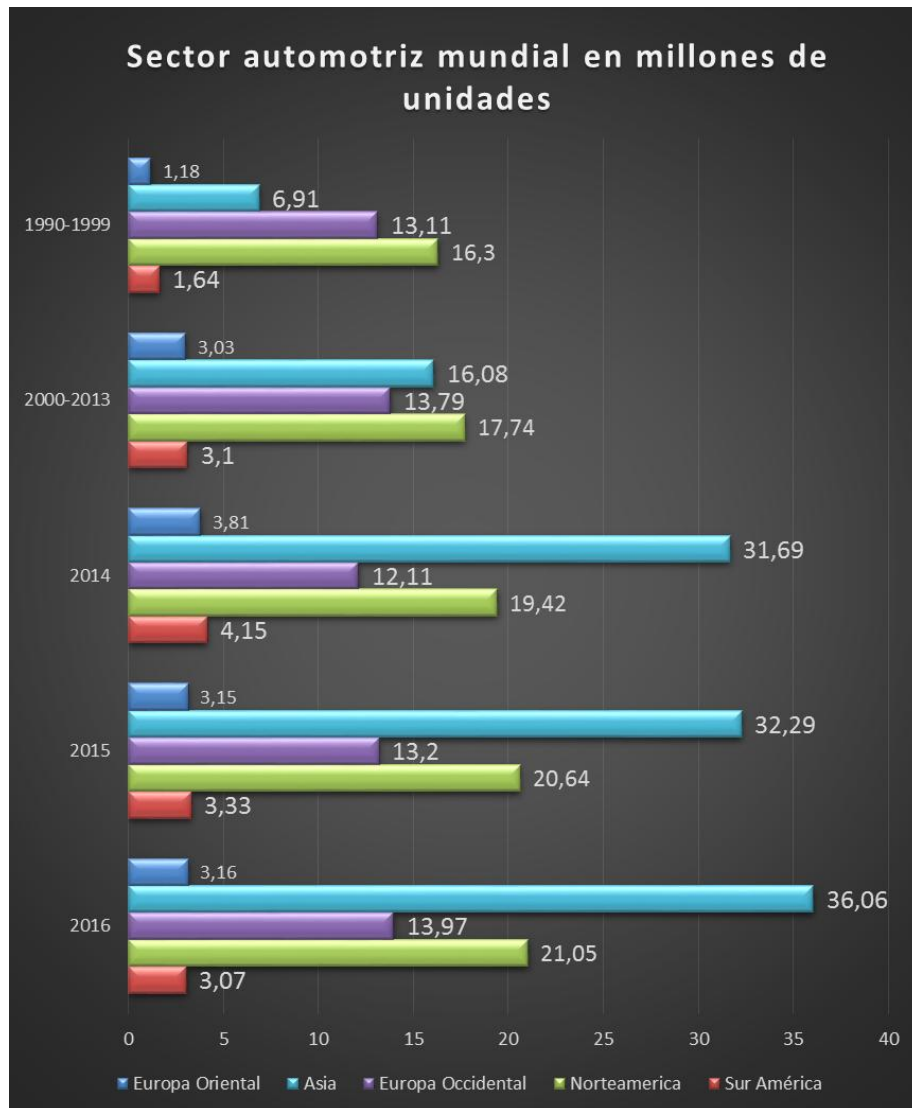
El problema real en todos los países consiste en hallar el equilibrio óptimo entre los métodos intensivos y los extensivos de desarrollo económico. La producción de equipo moderno y el mejoramiento de los recursos humanos deben ir juntos. Por consiguiente, conviene señalar que el mejoramiento de la productividad o el empleo eficaz de los recursos disponibles es la mejor manera, en realidad la única, de promover el desarrollo futuro en cualquier tipo de sociedad. (Prokopenko, 1989, pág. XIV)

El aumento fuerte y rápido de la productividad, que parece estar subordinado a la nueva tecnología, podría convertirse en un problema en sí mismo, si no se captan y resuelven algunas de las cuestiones relacionadas con la distribución que lo acompañan, en este caso de estudio el uso de herramientas manuales de torque utilizados en el proceso de ensamblaje.

El sector automotriz es un actor importante en la actividad económica del país, contribuye con el transporte público y privado, generando fuentes de empleo e importantes ingresos para el gobierno por medio de impuestos, aranceles y salvaguardas. Es así como las empresas automotrices deben tener la capacidad para adaptarse a los cambios constantes y extraer lecciones de cada uno para lograr un menor impacto en su productividad.

## **Macro**

Las condiciones actuales del modelo de producción en el mundo se han desarrollado de manera muy acelerada, empujando a la industria automotriz a mejorar sus procesos y procedimientos, adaptarse a los cambios constantes, y con esto permitir el incremento de producción. La productividad determina el grado de competitividad internacional de una empresa. Los cambios constantes y la competitividad es un factor que impulsa a generar cambios, nuevas ideas e incluir nuevas tecnologías para los procesos automotrices. En la figura 1 se aprecia un análisis de la industria automotriz en los últimos años y la evolución a nivel mundial. Aquí se evidencia el crecimiento de Asia de manera significativa y el descenso América Latina, por lo que las empresas deben ser más eficientes e innovadoras.



**Figura N° 1: Evolución industria automotriz en el mundo**

**Fuente:** (Scotiabank Global Auto Report, 2017)

**Elaborado por:** El investigador

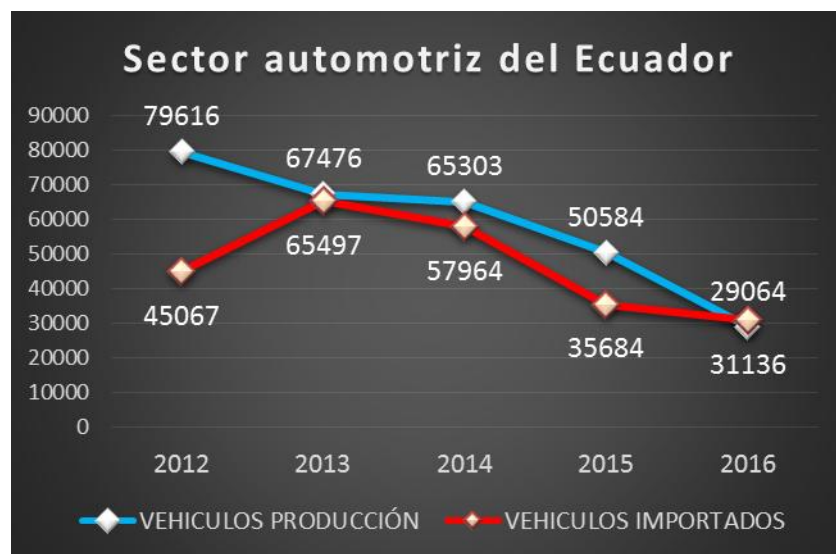
### Meso

La importancia del sector automotor en el desarrollo del país es reconocida por su influencia en varios entornos. Este sector contribuye a la economía en aranceles, impuestos y generación de empleo. Cuatro ensambladoras automotrices están actualmente en el país, cada una con una visión diferente de trabajo, implementando nuevas técnicas, utilizando algunos métodos innovadores como

por ejemplo el justo a tiempo JIT, el uso de herramientas electrónicas para ajuste de pernos y tuercas.

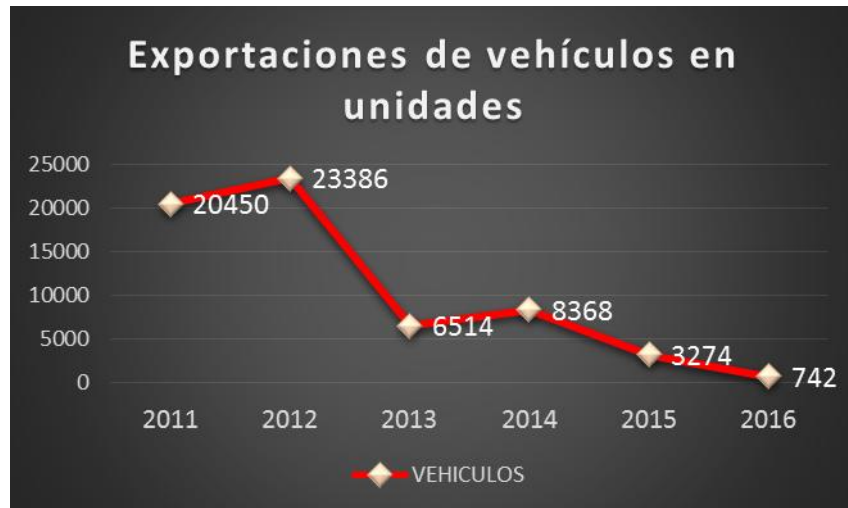
La industria automotriz ha generado gran crecimiento tecnológico en los últimos años, dado que contribuye al desarrollo nacional con inversiones, capacitación, tecnología y generación de divisas. Las ensambladoras en el país, debido a su alto grado de tecnificación, son reconocidas por sus productos de alta calidad en el mercado nacional e internacional. La caída en las ventas de los últimos dos años ha impulsado a las empresas automotrices a optimizar sus procesos de producción y mejorar sus índices de productividad, con esto se logra mantener la competitividad en el mercado.

En la figura 2 se evidencia el comportamiento de la industria automotriz en el Ecuador en los últimos 5 años, así se demuestra que se ha presentado un descenso en la producción e importación de vehículos obligando a las empresas a mejorar sus indicadores de gestión y uno de los más afectados es la productividad.



**Figura N° 2:** Evolución industria automotriz en el Ecuador  
**Fuente:** (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, 2017)  
**Elaborado por:** El investigador

En la figura 3 se aprecia una disminución en la exportación de vehículos del Ecuador, lo que obliga a las empresas automotrices a mejorar su índice de productividad.



**Figura N° 3:** Exportaciones de vehículos en unidades  
**Fuente:** (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, 2017)  
**Elaborado por:** El investigador

## Micro

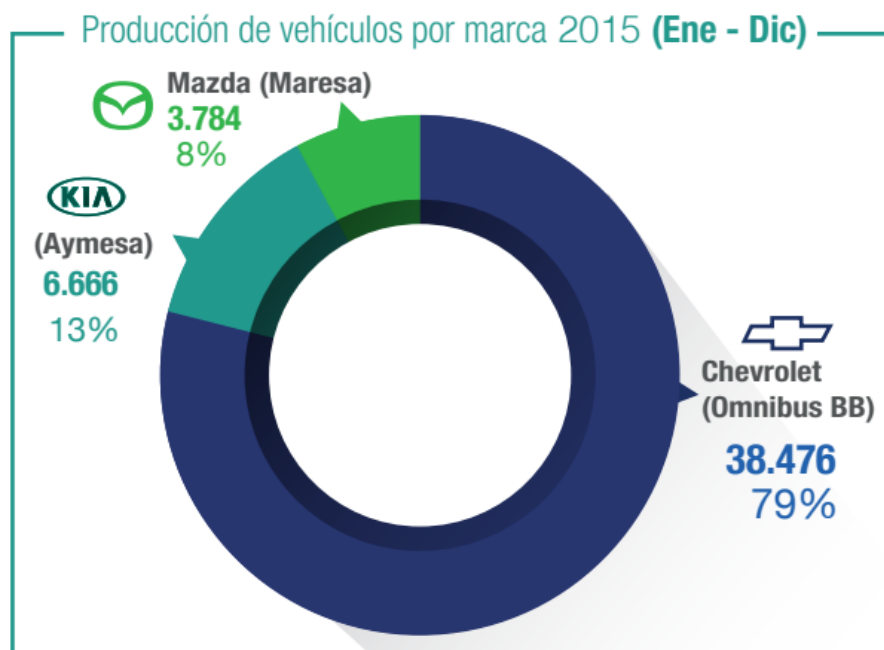
Una de las empresas automotrices ubicada en el norte de la ciudad de Quito se ha visto afectada por este descenso en su volumen de producción por lo que debe tomar decisiones cada vez más exigentes para estar a la vanguardia, es por eso que la implementación de equipos y herramientas de última generación son indispensables para lograr el cumplimiento de los objetivos e indicadores como: productividad, seguridad, medio ambiente y con esto la satisfacción del cliente.

Por otro lado, estos continuos cambios del entorno obligan a recoger, procesar y utilizar gran cantidad de información, con la cual trabajan distintas áreas de la



planta (Producción, Calidad y Proyectos). De esta forma, el sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque pasa a desempeñar un papel fundamental, no sólo en indicadores de cumplimiento sino también conectada con la estrategia de la empresa, de manera que permita motivar aquellos comportamientos esperados de los empleados alineados a la nueva realidad competitiva.

En las figuras 4 y 5 se muestra la participación de las ensambladoras de vehículos en la producción en el Ecuador, donde se aprecia que la producción bajo de manera considerable entre los años 2015 y 2016.



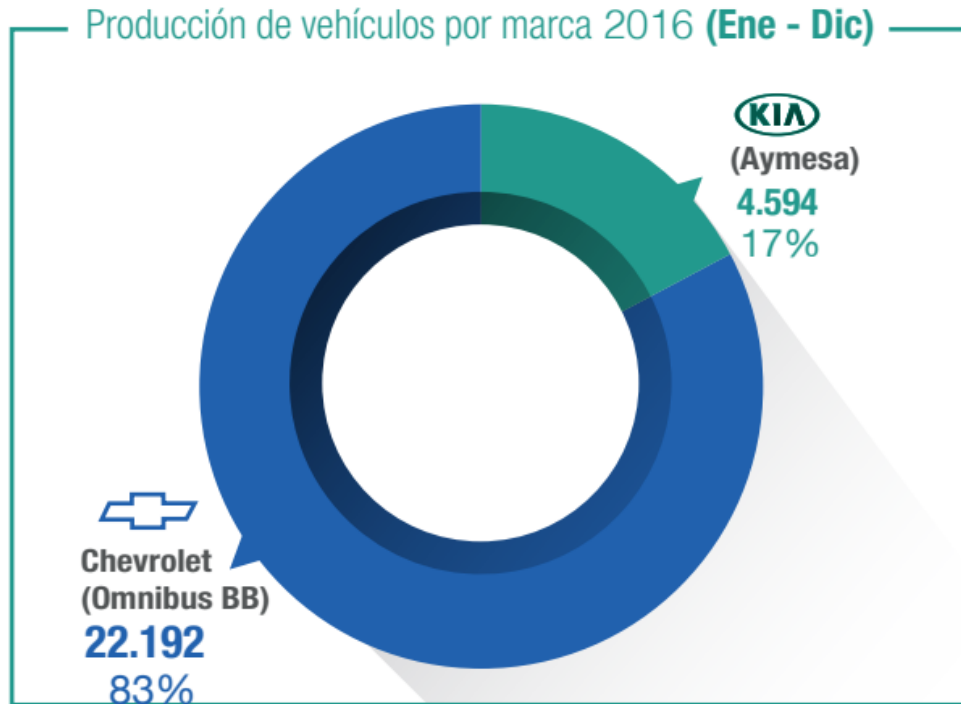
**Figura N° 4:** Producción Ensambladora de vehículos por marca 2015 Ecuador

**Fuente:** (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2017)

**Elaborado por:** El investigador

En la figura N° 4 se evidencia el volumen de producción que se tiene en las ensambladoras de vehículos en el Ecuador y el porcentaje que de aportación según

el total producido, esto permite identificar que en 2015 la cantidad de unidades producidas es muy alta.



**Figura N° 5:** Producción Ensambladora de vehículos por marca 2016 Ecuador

**Fuente:** (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2017)

**Elaborado por:** El investigador

Para el año 2016 se evidencia un descenso muy considerable en el número de unidades producidas respecto del año 2015, así como se aprecia en la figura N° 5.

Con estos antecedentes se obliga a las empresas automotrices a tener que optimizar sus procesos de producción con la finalidad de mantenerse competitivos en el mercado.

## Árbol del Problema

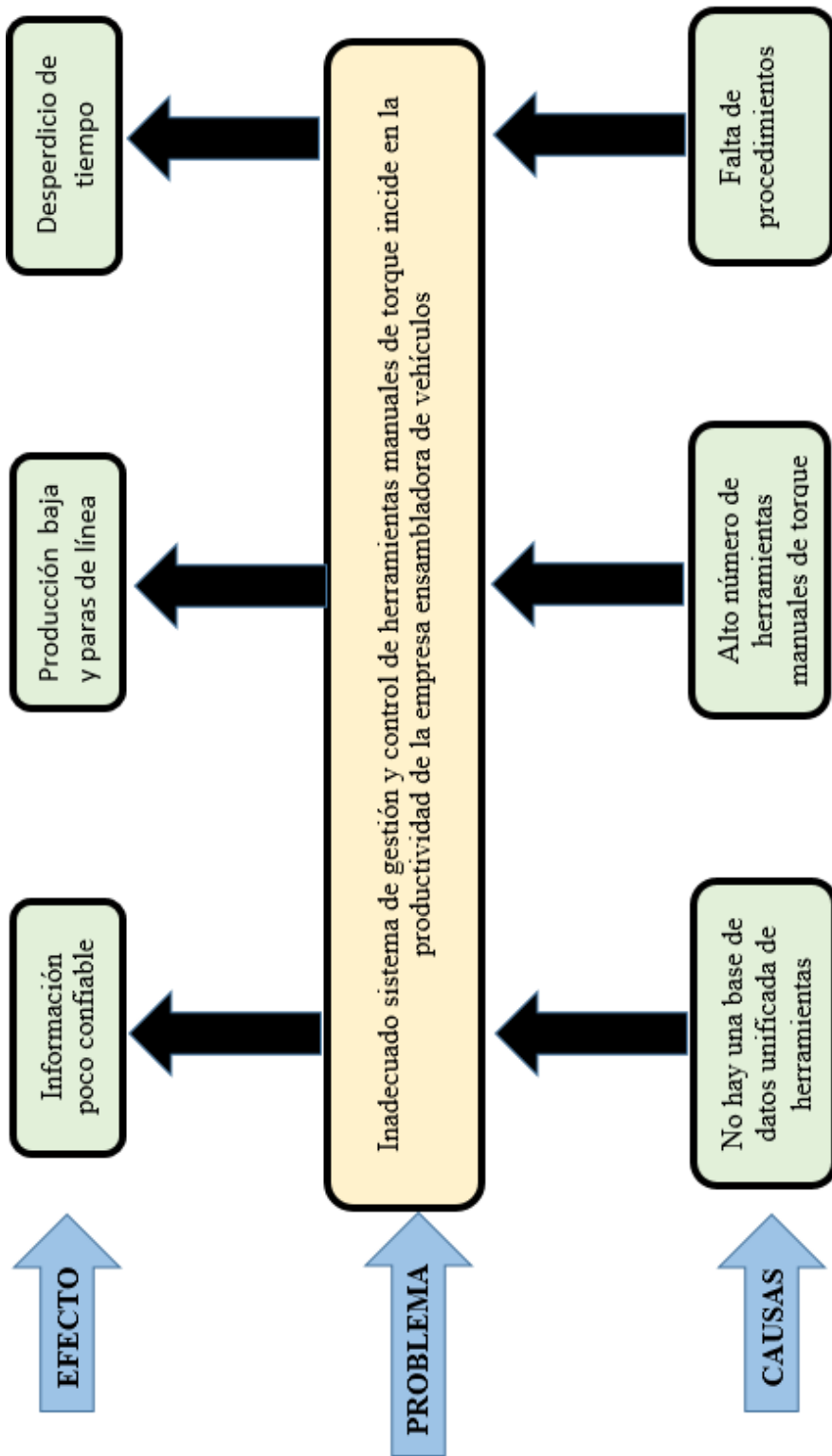


Figura N° 6: Árbol del problema  
Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: El investigador

## **Análisis crítico**

Con el fin de responder a las necesidades de los clientes, las empresas tienen que permitir una individualización de sus productos. Esto a su vez asegura que la planificación y la implementación de los sistemas de ensamblaje seguirán siendo de gran relevancia práctica en el futuro previsible. La condición actual del sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque no tiene una base unificada, confiable y compartida, con la que puedan trabajar las áreas involucradas (Producción, Calidad y Proyectos). Por ejemplo: el área de Calidad no puede realizar sus auditorías si la base de información no está actualizada, el área de Proyectos no puede planificar un nuevo proyecto si la base no tiene la información precisa, lo que provoca retrasos en la implementación de ciertos proyectos.

Las ensambladoras en Ecuador tienen un know-how (saber que hacer) muy sólido en el ensamblaje automotriz acumulado por varios años de experiencia. Sin embargo, todo está sujeto a la mejora continua. Es así como este estudio identifica y contribuye con un análisis cuantitativo y cualitativo sobre el uso de las herramientas manuales de torque, para esto se enfoca en una de las áreas más representativas en la cadena productiva, la línea de ensamblaje de partes. La cantidad de herramientas manuales de torque que existen en la planta para el ajuste de pernos y tuercas es muy alta lo que provoca demora en el proceso de producción, los operadores tienen que realizar primero un preajuste y después el ajuste final con un torquimetro de click de manera manual.

La cantidad alta de herramientas manuales de torque, disponibilidad, y número de ajustes hacen que el proceso para torquar pernos y tuercas influya en el tiempo de operación debido que el operador utiliza una herramienta diferente por cada tipo de ajuste y modelo a ser ensamblado. Es así como la falta de procedimientos del sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque hace que los tiempos de análisis y procesamiento de la información causa demoras para realizar informes y preparar propuestas para nuevos proyectos.

### **Prognosis**

Si se continúa trabajando con el actual sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque para pernos y tuercas no se podrá incrementar el volumen de producción cuando el mercado lo demande, los tiempos seguirán siendo muy altos y la productividad no se podrá mejorar. La gran cantidad de operaciones de ajuste que se tiene, en algún momento van a colapsar el proceso de ensamble e incrementar los tiempos de para de línea, costos altos de producción, pérdidas al no colocar vehículos en el mercado.

Los nuevos proyectos de vehículos se pueden ver afectados por el uso actual de las actuales herramientas manuales de torque, debido a que son específicas para cada modelo y los valores de torque son diferentes entre ellos, a diferencia de las herramientas electrónicas de torque controlado, en las cuales se pueden programar hasta 99 secuencias diferentes, cada uno con 99 ajustes, que por estación de trabajo una herramienta en cada lado, sería suficiente para todos los procesos de ajuste.

## **Formulación del Problema**

¿Cómo incide el sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque en la productividad de la empresa ensambladora de vehículos?

## **Delimitación del objeto de Investigación**

**Línea de investigación:** Ingeniería industrial

**Campo:** Productividad

**Área:** Producción

**Variable independiente:** sistema de gestión y

**Aspecto:** control de herramientas de torque

**Variable dependiente:** Productividad

**Espacial:** Ensambladora norte de quito

**Temporal:** Enero a junio 2017

## **Justificación**

La elaboración de este proyecto responde a la necesidad de las empresas ensambladoras de vehículos por mejorar sus indicadores de gestión y uno de los más importantes es la productividad, pues actualmente los mercados altamente competitivos hacen que las empresas se vean obligadas a hacer cambios respecto al enfoque de su trabajo ya que requieren optimizar sus procesos de producción, minimizando costos, aumentando la productividad y calidad, en ese orden la mejora de la gestión y control de herramientas manuales de torque para ajuste de pernos y tuercas suple una necesidad real, sumado a esto, las empresas tienen tiempos de entrega limitados de sus vehículos con la mejor calidad y menor costo de producción.

Por otra parte, el ambiente laboral en el área de producción se encuentra presionado por la gerencia de la empresa, ya que no se están cumpliendo los objetivos de producción y los tiempos de entrega. Por esta razón, se justifica la implementación de este sistema para generar fortalezas en el área de producción, que marquen una evolución tecnológica, a más de mantener información confiable y actualizada para uso de la organización.

Esta información es de gran trascendencia ya que puede permitir a los encargados de la empresa llevar a cabo las acciones de mejora continua conocer lo que está pasando y tomar decisiones efectivas. También para conocer el grado de cumplimiento y la cantidad de herramientas manuales de torque que se disponen para proyectos futuros. Así es, como se ha identificado oportunidades en el

ensamblaje tanto de chasis como el de vestidura, que en la actualidad evidencian posibilidades de mejora y que en su mayoría están relacionadas a cambios en el volumen y modelos de producción o la poca flexibilidad de sus operaciones y los tiempos de reacción ante estos.

Otra variable importante a considerarse y que tiene un impacto directo con el flujo productivo y los índices de productividad son las paradas de línea, por atraso en los operadores, lo que ocasiona pérdida de unidades y retraso en el tiempo de entrega. Pero sin duda que es la herramienta la que provoca mayor afectación, porque además es el operador el que decide cuando realizar un ajuste y qué herramienta utilizar para cada operación lo cual es un factor que causa mayor impacto en el tiempo de operación de cada proceso.

En el mundo, se han creado diferentes sistemas y métodos para acrecentar la calidad tanto en el proceso productivo, como administrativo, haciéndolo más eficiente, y de esta forma poder mantenerse en el mercado con mayor posibilidad de éxito. Estos métodos o sistemas ofrecen al empresario la oportunidad de revisar y cambiar a fondo su estructura administrativa, mediante la implementación de planes diseñados para este fin, como es el caso del sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque, que es un sistema de gestión empresarial íntimamente relacionado con el concepto de Mejora Continua.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque en una ensambladora de vehículos y su incidencia en la productividad.

### **Objetivos específicos**

- Analizar el sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque
- Identificar la cantidad y uso de las herramientas manuales de torque.
- Determinar los niveles de productividad actual y los factores que influyen en su desempeño.
- Generar una propuesta para mejorar los niveles de productividad en el proceso de ensamblaje de vehículos con la gestión y control de herramientas de torque para el ajuste de pernos y tuercas.

## **CAPÍTULO II**

### **Marco Teórico**

#### **Antecedentes**

Una visión actual del concepto de calidad indica que calidad es entregar al cliente no lo que quiere, sino lo que nunca se había imaginado que quería y que una vez que lo obtenga, se dé cuenta que era lo que siempre había querido. (Salazar, 2015, págs. 4, 5)

Existen dimensiones de la calidad, donde un producto puede cumplir con una o varias de ellas, debido a que son totalmente independientes unas con otras. Si un producto cumple con la mayoría, entonces, es considerado como un producto de muy alta calidad.

“Hoy en día en mayor o menor grado, dependiendo del sector industrial, las empresas de manufactura están siendo presionadas por sus clientes, con requerimientos de rapidez en tiempos de entrega, desarrollo e innovación de nuevos productos, entrega en lotes pequeños más frecuentes y con mayor variedad de productos, precios con tendencia decreciente, cero defectos de calidad y confiabilidad y en ocasiones fabricación a la medida”. (SALINAS, 2014, pág. 1)

Es importante recalcar que el método de trabajo es susceptible de mejorarse, según Taylor, con lo cual se ve en la necesidad de buscar los medios para que

la empresa pueda tomar como referencia este principio, encontrar las mejores alternativas para implantarlas y con ello mejorar los niveles de productividad.

Por su parte Alemán (2008), manifiesta que: “El mejoramiento continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.” (Aleman, 2008, pág. 3)

Con esta definición acerca del mejoramiento continuo se puede decir que es un proceso en el cual se involucra la calidad y por esto es de vital importancia el aplicarlo dentro de las empresas para lograr la competitividad de éstas en el mercado tanto presente como futuro.

Garnica (2007), menciona que la empresa Garycorp S.A. puede tomar como alternativa el mejoramiento para perfeccionar los procesos; debido a que Frederick Taylor manifiesta que “el método de trabajo es susceptible de ser mejorado, no existe distinción para el tipo de empresa que se pueda aplicar y con lo que se está en la posibilidad de la aplicación dentro de la organización”. (Garnica, C, 2007, pág. 25)

Como se puede evidenciar que el mejoramiento continuo ayuda a perfeccionar los procesos productivos de las organizaciones de cualquier índole, tomando en cuenta la naturaleza de las mismas y con ello poder utilizar la metodología correcta para la puesta en marcha de esta herramienta que permitirá a las organizaciones: optimizar tiempos, aumentar ingresos, mejorar la calidad, usar eficientemente los recursos, etc.

Un proceso de producción consiste en identificar las demoras, las distancias del transporte, los procesos y los requerimientos de tiempo del procesamiento para simplificar toda la operación. (Delgado, 2014, pág. 5)

Los procesos de manufactura y de servicios tienen elementos comunes en el momento de ser desarrollados, empiezan desde el mismo diseño del producto o servicio, que pasa por varias fases hasta la entrega del mismo al cliente final.

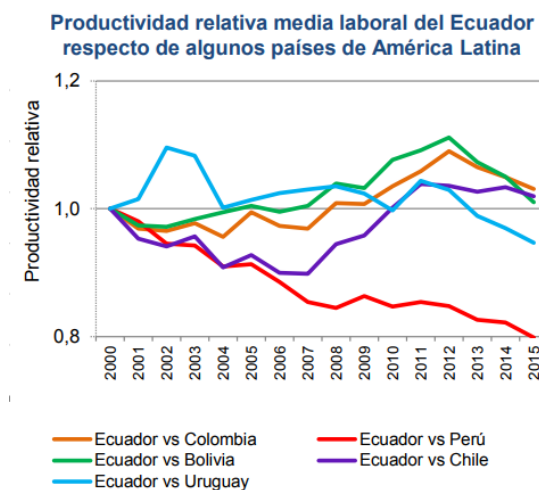
Para que el análisis de la productividad tenga éxito, depende de gran medida que los líderes estén interesados e involucrados y los trabajadores estén comprometidos, tengan una idea clara de porqué es importante la medición y el control de la productividad para la empresa. En todas las áreas, los índices de productividad permiten evaluar el rendimiento económico de la empresa y poner en claro la política de la empresa. Esas políticas influyen en las decisiones que deben tomar los líderes de la empresa, como, el nivel tecnológico, la cantidad de personas y el volumen de producción de la planta.

Una herramienta importante que permite realizar un análisis de la productividad es la comparación internacional e intersectorial, de esta manera se puede evaluar si se están haciendo las cosas bien, con esto mantenerse compitiendo en el mercado generando utilidad para la empresa.

En las economías a gran escala, la productividad juega un rol fundamental en varios aspectos, pero más todavía en las sudamericanas, donde la variedad estructural es una característica histórica que divide a sectores muy productivos,

por lo general orientados a exportar, de los sectores de baja productividad, que se concentra con bajo progreso técnico y tradicional.

Para comparar se realiza un análisis de la productividad de la economía ecuatoriana respecto de algunos países de Latinoamérica como se muestra en la figura 7, esto evidencia que el país ha experimentado una caída considerable en su productividad relativa laboral en comparación a otros países de la región desde el año 2012.

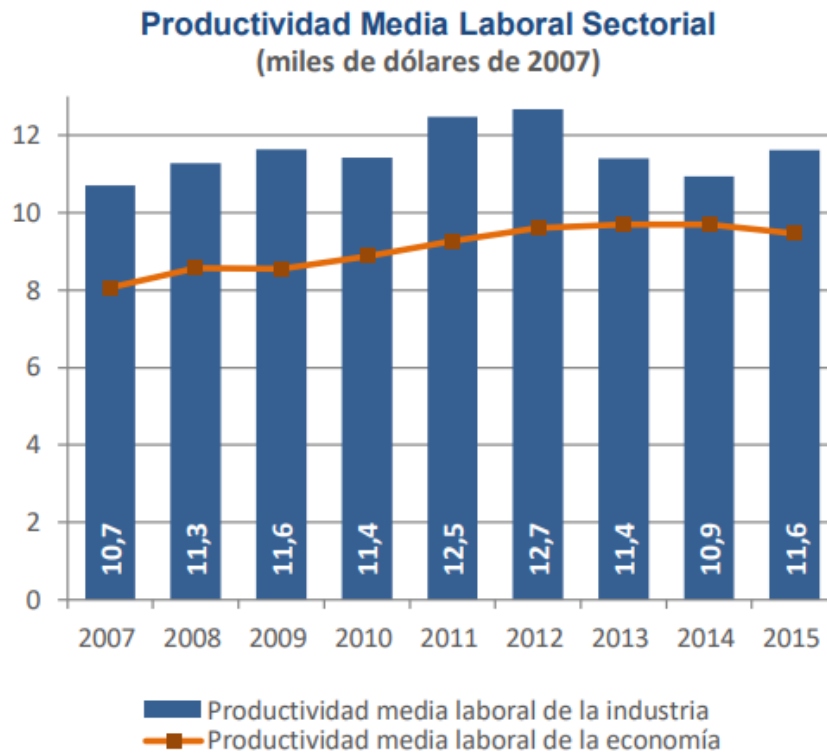


**Figura N° 7: Productividad relativa media laboral del Ecuador respecto de algunos países de América Latina.**

**Fuente:** (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)

**Elaborado por:** El Investigador

Según otro estudio nacional la productividad media laboral de la economía ecuatoriana, en el año 2012 empezó a estancarse como puede apreciarse en la figura 8, tomando en consideración que el trabajo humano es el factor productivo, generador de riqueza, y que la productividad del trabajo determina el nivel de producción, es de vital importancia revertir esta tendencia para que la estrategia de desarrollo sea sostenible en el largo plazo.



**Figura N° 8: Índice de productividad media laboral industria ecuatoriana**

**Fuente:** (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)

**Elaborado por:** El investigador

La empresa ensambladora de vehículos tiene varias etapas en su proceso, para esta investigación se describe solo la línea de vestidura donde se realizó el análisis. La carrocería, luego de ser pintado y de recibir ceras protectoras ingresa a la línea principal de ensamble. Esta ingresa a la línea de vestidura de cabina de pasajeros. En la línea principal la carrocería recibe partes sueltas y partes subensambladas; todas ellas son incorporadas al vehículo mientras éste recorre por una serie de estaciones de trabajo que lo van preparando hasta que pueda ser llamado un automóvil completo. En las primeras etapas de vestidura se ensambla los cauchos de las puertas; estos permitirán que las puertas se sellen con la cabina cuando estén cerradas, logrando insonorizar el interior de la cabina y evitar que el viento y la lluvia ingresen al habitáculo a través de las cerraduras. Otros

elementos que son colocados en las primeras estaciones son las alfombras, cableados, mangueras de agua para los limpiaparabrisas, manijas, y las cerraduras. Luego se ensamblará el resto de tapicerías al vehículo, en las puertas, en los parantes, en el techo, las cañerías de freno, esponjas insonorizantes y otras partes pequeñas. Posteriormente se coloca elevavidrios, vidrios, botoneras, controles manuales, parabrisas, asientos, recipientes para fluidos de: refrigeración, frenos y dirección hidráulica. Luego se instala el radiador, batería, faros posteriores y delanteros, espejos, palanca de cambios, freno de mano, los pedales, y demás partes visibles para el conductor. Por seguridad, el airbag del conductor se instala al final del proceso total de ensamble.

### **Fundamentación Técnica**

Euro NCAP por sus siglas en inglés (European New Car Assessment Programme) “Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos” ha creado un sistema de valoración de seguridad de cinco estrellas para ayudar a los clientes, a sus familias y a las empresas a comparar vehículos con más facilidad e identificar las opciones más seguras en función de sus necesidades.

La valoración de estrellas se determina a partir de una serie de ensayos de vehículos, diseñados y llevados a cabo por Euro NCAP. Estas pruebas representan, de forma sencilla, escenarios de accidentes reales que podrían causar lesiones o la muerte en ocupantes de vehículos o usuarios de la carretera.

Las pruebas de Euro NCAP son cada vez más exigentes y, hoy en día, los vehículos consiguen un máximo de cinco estrellas, no solo por su protección a los pasajeros y de los peatones ante una colisión, sino también por su capacidad de evitar accidentes. Las pruebas representan casos reales de accidentes que podrían ocasionar lesiones personales o la muerte. Los fabricantes deben demostrar que los vehículos están equipados, con la tecnología necesaria para evitar o mitigar accidentes y, cuando se produzcan, que la protección ofrecida sea la adecuada para los pasajeros y los demás usuarios de la carretera.

### **Reglamento Técnico Ecuatoriano**

En 2014 fueron emitidas nuevas normas que buscan mayor seguridad que deben cumplir los vehículos para circular en territorio ecuatoriano. Esta norma es el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 el cual expresa cuáles son los requerimientos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos, estos requisitos se evaluarán a todos los vehículos que circulen en Ecuador ya sean importados o ensamblado en el país.

Este reglamento establece regulaciones en diferentes partes del vehículo dentro de las cuales se encuentra: dispositivos de alumbrado, señalización luminosa y visibilidad, asientos y sus anclajes, frenos, control electrónico de estabilidad, neumáticos, suspensión, dirección, chasis motorizado, carrocería, ventilación, cinturones de seguridad, parachoques frontal y posterior, barras anti empotramientos posteriores para vehículos pesados, protección para impacto frontal y lateral, bolsas de aire, avisador acústico y luminoso de uso de cinturón,



cerraduras con sistema de bloqueo de apertura interior, capó, tacómetro, entre otros. (INEN; SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2014)

### **Fundamentación Legal**

Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, “Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características”

De acuerdo con la normativa legal del Ecuador y según el Registro Oficial vigente, el Ministerio de Industrias y productividad mencionan en el ACUERDO N° 12 1392 artículos que regulan y controlan el ensamblaje y protegen al consumidor, los mimos que se mencionan a continuación:

Que, el Art. 277 de la Constitución de la República del Ecuador, dispone que para la consecución del buen vivir, serán deberes generales del Estado, entre otros, dirigir, planificar y regular el proceso de desarrollo, el producir bienes, crear y mantener infraestructura. (REGISTRO OFICIAL, 2013, pág. 14)

Que, la Política Industrial del Ecuador, publicada en el Suplemento al Registro Oficial No. 535 de 26 de febrero de 2009, establece el fomento de sectores industriales que generen mayor valor agregado mediante encadenamientos productivos que permitan la producción de bienes y servicios de calidad,

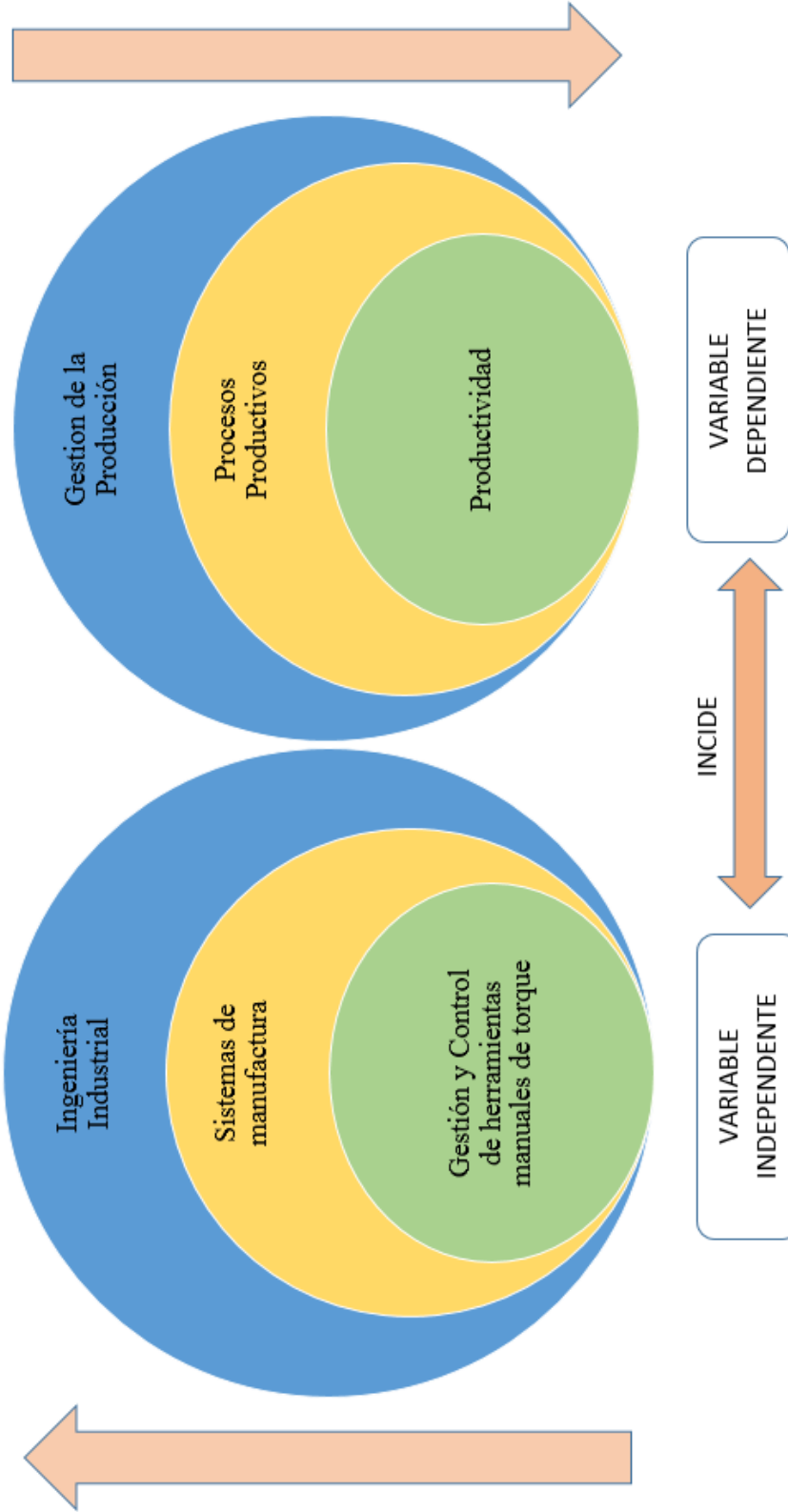
reducción de costos y desarrollo de economías de escala; incorporando mano de obra calificada y nuevas tecnologías para lograr mayor componente nacional en sus procesos y productos, tanto para el mercado interno y para exportación. (REGISTRO OFICIAL, 2013, pág. 14)

Que, la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, publicado en el Suplemento al Registro Oficial No, 116 de 10 de julio de 2000, que dispone en su Art. 25 dispone: “...*Los productores, fabricantes, importadores, distribuidores y comerciantes de bienes deberán asegurar el suministro permanente de componentes, repuestos y servicio técnico, durante el lapso en que sean producidos, fabricados, ensamblados, importados o distribuidos y posteriormente, durante un período razonable de tiempo en función a la vida útil de los bienes en cuestión, lo cual será determinado de conformidad con las normas técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN*”; (REGISTRO OFICIAL, 2013, pág. 14)

Que mediante Ley No. 2007-76, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del 22 de febrero de 2007, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicado en el Registro Oficial Suplemento No.351 de 29 de diciembre de 2010, constituye el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a: “i) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales

en esta materia; ii) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana”; (MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD, 2016)

# Categorías Fundamentales

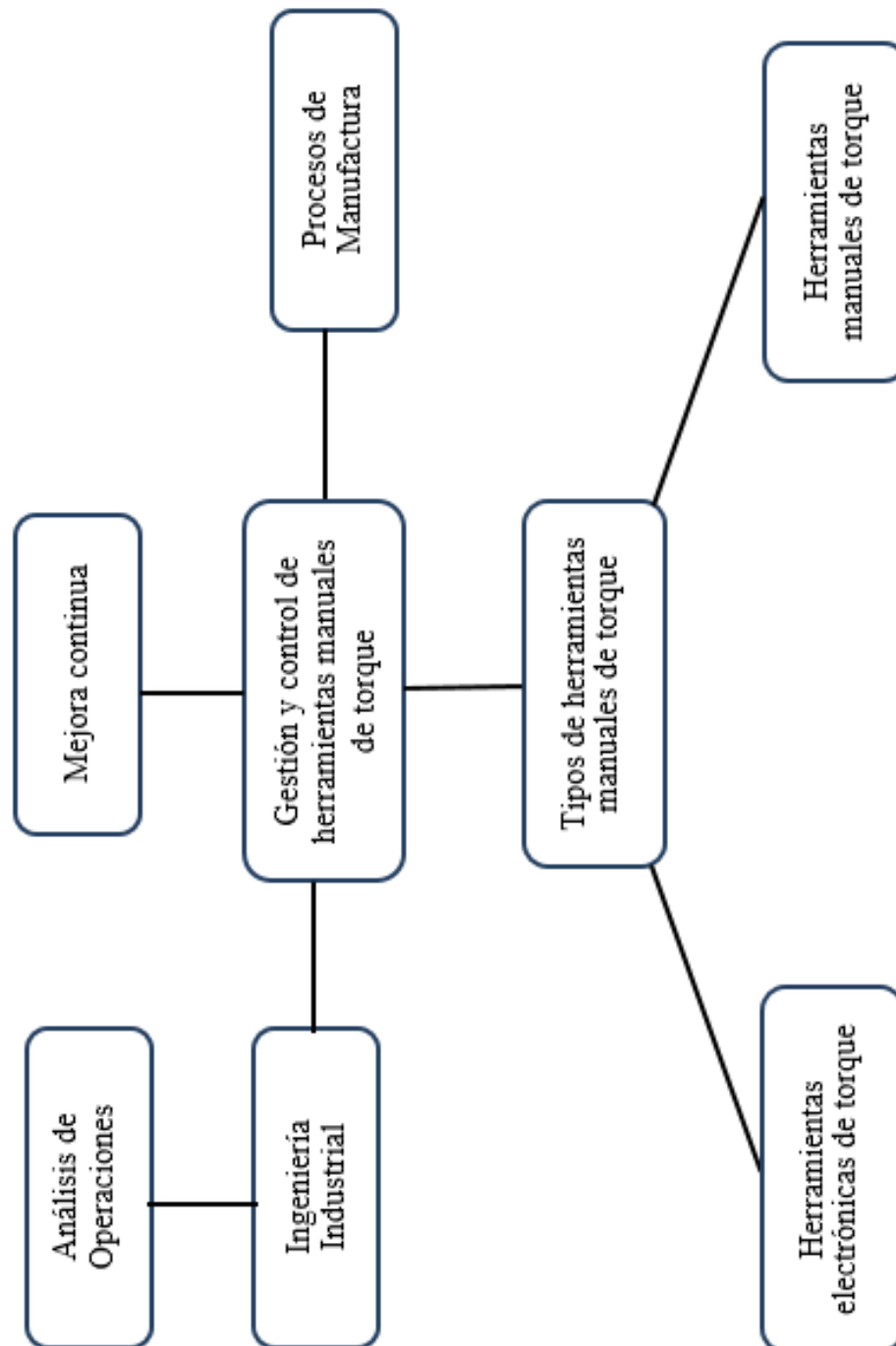


Red de categorías

**Figura N° 9:** Árbol del problema  
**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborado por:** El investigador

## Constelación de Ideas

### Variable Independiente

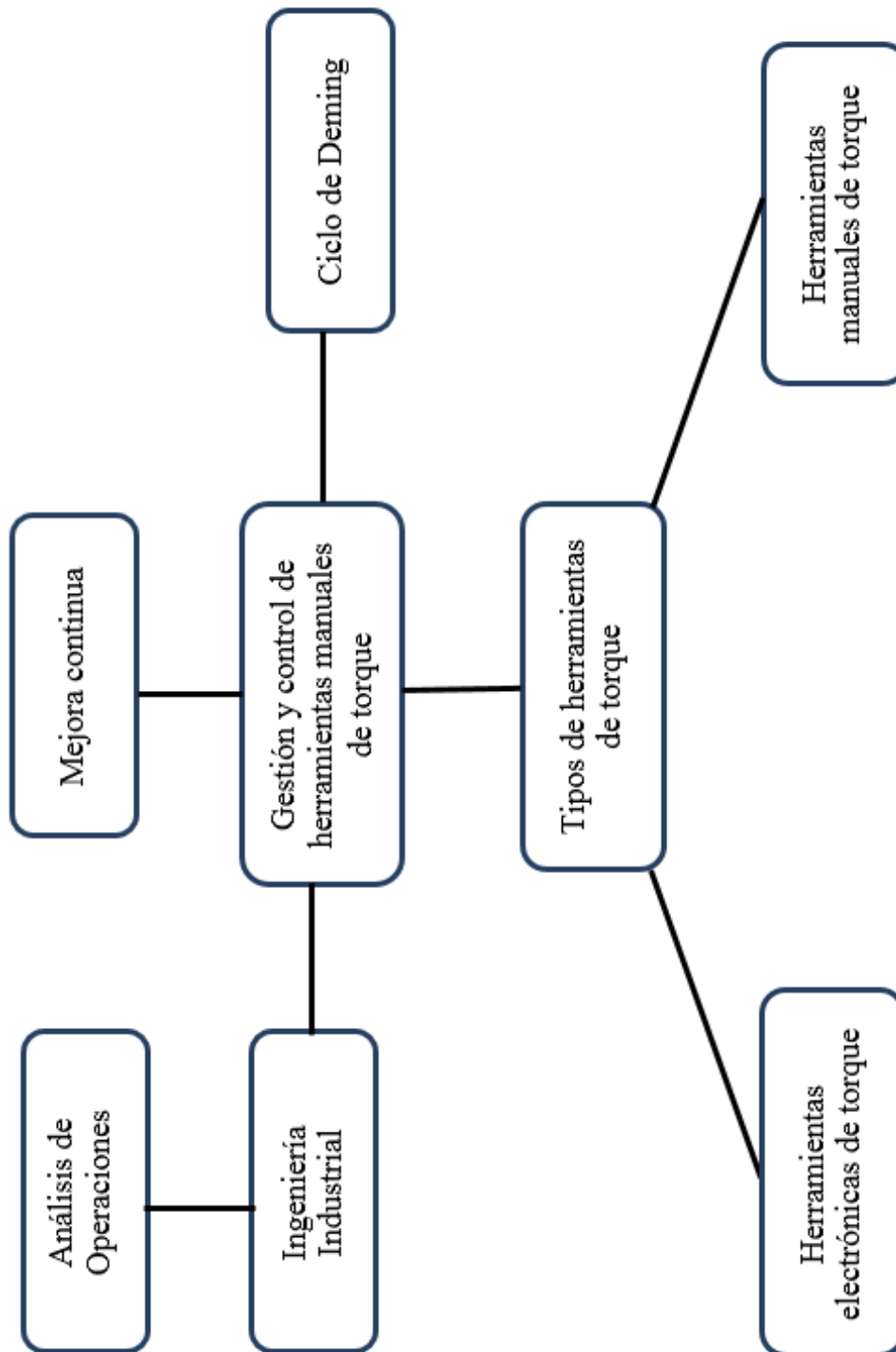


**Figura N° 10: Constelación de Ideas Variable Independiente**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

**Variable dependiente**



**Figura N° 11: Constelación de Ideas Variable Dependiente**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

## **Marco Conceptual**

### **Gestión y control de herramientas de torque**

Se entiende por gestión y control el conjunto de procesos que la empresa aplica para asegurarse de que las tareas que se realizan están encaminadas a la consecución de sus objetivos. Se entiende que estos objetivos están previamente establecidos, en gran parte por los directivos representados por sus directores y en parte por la legislación vigente.

Gestionar es algo que requiere imaginación, creatividad, capacidad de anticipación y flexibilidad, además es contar con el personal calificado, que posea buenos conocimientos, habilidades interpersonales y una intuición aguda.

### **Procesos de Manufactura**

Para llegar a entender de manera correcta la definición de Procesos de Manufactura, es necesario explicar que significa cada uno.

#### **Proceso**

Es el conjunto de actividades ordenadas y relacionadas que se utilizan para conseguir un objetivo determinado. En Ingeniería Industrial la definición de proceso adquiere gran importancia, porque se utilizan técnicas ordenadas como; planear, integrar organizar, dirigir y controlar. Estas técnicas permiten al Ingeniero Industrial conseguir sus objetivos, mientras, desempeñan su profesión.

## **Manufactura**

El Ingeniero Industrial observa la manufactura como una herramienta para la transformación de la materia prima en artículos útiles para la sociedad. Además, se considera como la estructuración y organización de acciones que permiten a un sistema conseguir una tarea determinada.

En ingeniería industrial, es necesario delimitar la definición de proceso industrial al evento que sucede siempre que existan y se transformen elementos fundamentales, materia, energía e información y que a partir de la relación de estos, en mayor proporción de materia y energía, origine un producto tangible y no un servicio; esto implica que los procesos industriales se dan en las empresas de manufactura y no en las de servicio. (Procesos de Manufactura, 2008)

Después de haber definido proceso y manufactura, ahora se definirá en conjunto. Los procesos de manufactura son actividades y operaciones que se relacionan de manera ordenada y consecutiva, a través del uso de: máquinas, equipos y herramientas con la finalidad de transformar materiales para obtener un producto industrial.

## **Ingeniería Industrial**

El Instituto de Ingenieros Industriales (IIE) se fundó en 1948 con el propósito de mantener la práctica de la ingeniería industrial en un nivel profesional;



promover un alto grado de integridad entre los miembros de la profesión; incentivar y ayudar a la educación e investigación en áreas de interés para los ingenieros industriales; promover el intercambio de ideas e información entre miembros de la profesión (por ejemplo, mediante la publicación de la revista IIE Transactions); servir al interés público identificando a personas calificadas para desempeñarse como ingenieros industriales y promover el registro profesional de ingenieros industriales (A Benjamin W. Niebel, 2009).

En Ingeniería Industrial se debe considerar como los pioneros y más influyentes, a dos personajes, Frederik W. Taylor y Frank B. Gilbreth quienes contribuyeron en gran magnitud con estudios y análisis que permitieron mejorar el nivel de productividad de manera considerable.

Algunas de las teorías de Taylor son muy interesantes por ejemplo: desarrollar una técnica para cada elemento del trabajo, seleccionar y capacitar científicamente a los obreros, establecer una amigable cooperación con ellos y asumir las responsabilidades desde la dirección.

La principal investigación de Frank B. Gilbreth muy reconocida que fue realizada en el campo de la economía de movimientos, por ejemplo: su “Plan de Promoción a tres niveles”, este consiste, en que los directivos deben seleccionar y formar a cada uno de sus subordinados, para posibilitar su crecimiento profesional.

En la actualidad cuando se habla de las tareas que puede desempeñar el ingeniero industrial, no significa que él sea el único profesional que pueda desempeñarlas. Durante años, muchas empresas han crecido sanamente dirigidas por profesionales de las más diversas áreas: ingenieros de todas las especialidades, contadores, administradores, abogados, etc., e incluso personas solo con estudios básicos han sido exitosos directores, pues no basta estudiar maestrías o doctorados especializados para garantizar el éxito como directores de empresas. Mucho se ha discutido acerca de que ser un buen director es más un arte que el resultado de una preparación. Sin embargo, la preparación interdisciplinaria que adquiere un ingeniero industrial en la universidad le da más elementos para llegar a desempeñarse con éxito en la industria, preparación que no tiene ningún otro tipo de profesión. Además, hay otro aspecto que también es importante destacar al respecto, el papel que un ingeniero industrial desempeña en la sociedad: debe ser sensible hacia los aspectos sociales, es decir, entender y tener información actualizada sobre las leyes o los reglamentos que protegen a los trabajadores en todos los sentidos, sobre moral y ética en el mundo contemporáneo, conocer sobre las leyes y los reglamentos ambientales, y esencialmente sobre el papel que debe tener la empresa en la que se está trabajando, dentro del entorno social, local y nacional (Introducción a la Ingeniería Industrial, 2014).

### **Análisis de Operaciones**

Una herramienta muy importante dentro de la Ingeniería Industrial es el “Análisis de Operaciones” que los investigadores y analistas utilizan para estudiar

todos los elementos productivos y no productivos en una línea de producción, con el objetivo de incrementar la productividad, reducir los costos unitarios con el fin de conservar la mejor calidad, satisfacción del cliente, a través, de productos entregados a tiempo.

Si esta herramienta es utilizada de manera correcta, el análisis de operaciones desarrolla un método mejor, para realizar el trabajo mediante la simplificación de operaciones, manejo de materiales, mantenimiento de equipos y el uso de equipos tecnológicos adecuados para cada proceso. Con este análisis los líderes de las empresas pueden tomar decisiones efectivas, incrementar la producción, reducir sus costos de producción, garantizar la mano de obra calificada y lograr el compromiso de los operadores implementando las mejores condiciones de trabajo.

Cuando se realiza el análisis de operaciones se debe tomar muy en cuenta las herramientas que se utilizan, la cantidad de herramientas de acuerdo al volumen de producción, los tiempos de entrega y el capital que se requiere. Una consideración que también debe contemplarse es con qué frecuencia se utiliza las herramientas, la precisión que se requiere.

### **Mejoramiento Continuo**

El proceso de mejora continua empieza por los niveles más altos de la empresa, los directores, gerentes y presidente. La información debe llegar a todos los niveles de la empresa con una estrategia única y clara, lo que hace que las personas se sientan comprometidas con los objetivos de la empresa.

El sistema de gestión ISO, es un modelo de excelencia basado en la necesidad de que la organización esté en continua evolución y que dicha evolución esté documentada y justificada.

Una herramienta para la Mejora Continua en las empresas es el Ciclo Deming o también conocido como ciclo PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar).

### **Ciclo de Deming**

**Planificar.** Identificar los procesos o actividades que son susceptibles de mejoras, también se establecen los objetivos propuestos.

Para lograr estos objetivos se hace una recopilación de la información necesaria para analizar las causas que han originado esa situación desfavorable, con esto tomar acciones preventivas y correctivas que se consideren necesarias.

En esta fase se contempla la capacitación y formación del personal, con el propósito de que entiendan y puedan aplicar los objetivos que se hayan definido.

**Hacer.** En esta etapa se realiza la ejecución de todas las actividades planificadas en la fase. Se recomienda hacer una prueba piloto para validar el funcionamiento de las acciones antes de realizar cambios a la producción continua.

**Verificar.** Evaluar la eficacia de las acciones implementadas. Si las actividades no tienen el efecto deseado, habrá que modificarlas, replantear y regresar al paso dos, para que se puedan conseguir los objetivos establecidos.

**Actuar.** Cuando todas las actividades planificadas hayan sido implementadas, verificadas, se deben estudiar los resultados obtenidos y compararlos con los datos anteriores a la mejora, documentar cada acción que se haya realizado y con esto tener la información precisa para tomar decisiones efectivas.

Cuando el ciclo PHVA ha sido completado hay dos posibles situaciones.

**Positiva.** Se ha alcanzado el objetivo. Lo que significa que las acciones tomadas son eficaces y se pueden seguir aplicando. Esto no implica que no haya que repetir el proceso, es más se deben identificar nuevas acciones de mejora, y comenzar un nuevo ciclo para continuar con la mejora de la organización.

**Negativa.** No se ha alcanzado el objetivo. En este caso habría que examinar todo el ciclo para identificar los errores que se hayan cometido, y a continuación, se debe empezar un nuevo ciclo PHVA.

### **Definición herramientas de Torque**

Una herramienta de torque es un instrumento de precisión utilizado para aplicar tensión en pernos, tuercas y sujetadores en el ensamble de partes y lograr un torque específico. Estos torquímetros son de precisión; porque están diseñados, fabricados y ensamblados para un torque específico según sea la necesidad del proceso de manera tal, que el usuario no pueda aplicar una tensión excesiva.

Para el proceso de ensamblaje de vehículos siempre se ha utilizado tablas establecidas de torque por cada perno y tuerca según el diseño de cada uno, que deben seguirse para garantizar la seguridad, calidad y funcionamiento de los vehículos.

De acuerdo al principio de funcionamiento, la unidad de medida que se utiliza para las herramientas de torque según el Sistema Internacional es la combinación entre fuerza y distancia, conocido como Newton-Metro, (Nm).

Las herramientas de torque se utilizan para aplicar la fuerza suficiente sobre las roscas para que el perno y tuerca no se afloje, para que el metal de la junta o el elemento de unión, no se fatigue o se fracture, cumplir con especificaciones emitidas por el fabricante, normas de seguridad y protección al cliente final ya que los valores de ajuste son específicos por cada tipo de perno y tuerca.

### **Herramientas manuales de torque**

Hace varios años el torque era una variable poco atendida y subestimada, reducida simplemente a “dar vueltas a un perno o tuerca” hasta que la parte ensamblada quedara firme; pero, hoy, con los nuevos diseños, adelantos tecnológicos y búsqueda de ahorro en los procesos de producción, los requerimientos de calidad y precisión en el ensamble están tomando cada vez mayor importancia.

Las herramientas manuales de torque que se utilizan normalmente en los procesos de ensamblaje de vehículos son: herramientas de pre-ajuste más un torquimetro de click adicional, para lograr el torque indicado y definido por el fabricante de pernos y tuercas.

### **Torquimetro de click**

El torquimetro es una de las herramientas más utilizadas en la industria del ensamblaje, su funcionamiento es manual y consiste, que cuando llega al valor de torque para el que fue calibrado, se produce un salto o click lo cual indica que se llegó al valor especificado. Tiene algunas limitaciones, como por ejemplo: se puede calibrar a un solo valor de torque, esto provoca que, si en un proceso hay 5 valores de torque diferentes, entonces se necesitarán cinco torquímetros diferentes, lo que hace tener una cantidad alta de herramientas por cada operador con las cuales, puede inclusive equivocarse al momento de ajustar.

Los torquímetros para tener un margen de error bajo deben estar certificados con instrumentos de calibración adecuados lo que incrementa el mantenimiento y personas que se necesitan para realizar todas estas actividades.

### **Herramientas electrónicas de torque**

La tecnología de fijación se utiliza globalmente y en todas las industrias, como en la aeroespacial, vehículos de motor, energía eólica, agricultura, y una gran multitud de aplicaciones dentro de la industria en general, donde la seguridad y

calidad es un requisito legal. Las herramientas eléctricas con transductor han revolucionado y están siendo utilizadas en aplicaciones de "seguridad crítica" en las que se requiere precisión y trazabilidad puntuales. Y finalmente, en uno de los ambientes más exigentes, en el montaje de aeronaves donde "lo suficientemente bueno" nunca será aceptable.

Las herramientas eléctricas con transductor son una opción al mundo actual, en la que los operadores obtienen la movilidad y flexibilidad que necesitan para aumentar la productividad y reducir los costos de daños en el sistema. Estas herramientas se puede encontrar en alámbricas e inalámbricas lo que proporciona un ahorro de costes sin precedentes en la industria automotriz por la cantidad de ajuste que se realizan en el proceso de ensamblaje de vehículos.

Con el paso de los años, las máquinas y herramientas controladas por computador y los procesos de manufactura automatizados, se ha convertido en una consideración importante. Esto hace depender menos de la decisión del operador al realizar un ajuste, ya que las herramientas permiten realizar una programación, a través, de un controlador o computador de manera secuenciada, además, cuentan con selección automática, a través, de lectura por scanner, lo que permite una selección automática de la secuencia de ajuste, dependiendo el modelo de vehículo y la estación en la que se trabaje.

Al ser electrónicas estas herramientas almacenan información de los procesos, lo cual ayuda a realizar análisis de datos, trazabilidad de la información, también



cuentan con alertas sonoras y visuales, cuando no se cumplió la secuencia de ajuste, o si algún valor programado no alcanzó el valor de torque correcto.

## **Productividad**

### **Conceptos Fundamentales**

#### **¿Qué es la Productividad?**

De acuerdo con varios autores, la productividad es la relación entre la producción obtenida sobre los recursos o insumos utilizados.

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema. (Prokopenko, 1989, p.3)

La clave para mejorar la productividad es hacerlo de manera inteligente, optimizar los recursos, por ejemplo; la mano de obra, materiales, energías y sobre todo el tiempo de los procesos de producción.

A rasgos generales, mientras el índice de productividad de un proceso es el cociente entre producción de este (generalmente el trabajo) y el gasto o consumo

del mismo, el índice de productividad global se representa como la división de la productividad y el consumo de todos los factores.

$$Productividad\ Global = \frac{Producción\ obtenida}{Factores\ utilizados}$$

La única forma en que un negocio o empresa puede aumentar e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida.

En los últimos años los negocios e industrias en el país se están reestructurando, con el fin de operar de una manera más eficiente en un ambiente más competitivo. Con una agresividad que no se realizaban años atrás, las empresas están resolviendo aspectos como la reducción de costos y un aumento de calidad a través de una mejora en la productividad. De la misma manera, las empresas están analizando de una forma más crítica todos los componentes de negocio que no agreguen valor, es decir, aquellos que no incrementen sus utilidades.

### **Política Industrial**

La presente política industrial apunta al mejoramiento de la estructura productiva del Ecuador. El rol de la industria debe contribuir de manera creciente al impulso de la innovación y el emprendimiento, a mejoras sostenidas e irreversibles en la productividad, a dinamizar sectores de apoyo

como el de servicios y fortalecer la participación en mercados externos. Para alcanzar estos propósitos, se requiere tener una estructura económica que reduzca la vulnerabilidad externa mediante la diversificación de la oferta de productos y servicios, el impulso cadenas productivas, la mejora de la calidad de nuestros productos y el aumento de la competitividad de los diversos actores económicos. (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)

Según se menciona en la página del Ministerio de Industrias y Productividad, el contexto en que se plantea la presente política industrial, se expone a continuación la visión de la industria ecuatoriana en el largo plazo que tiene como ejes fundamentales los siguientes:



**Figura N° 12: Visión y Pilares de la Política Industrial del Ecuador**

**Fuente:** (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)

**Elaborado por:** El Investigador

De los cinco pilares fundamentales que se menciona en la Política Industrial del Ecuador, dos están relacionados con esta investigación, Productividad e Innovación.

Productividad. “Existe amplio consenso en torno al rol del crecimiento de la productividad como determinante primario del crecimiento económico a largo plazo. Esto implica eficiencia en la producción de bienes y servicios; producir más por cada unidad de factor de producción empleado, y de esta forma ser más competitivos como país. El gran déficit de productividad del país demanda establecer condiciones adecuadas para mejorar el uso de los factores de producción existentes, y de esta forma, alcanzar el ritmo de otros países con mejores resultados. A través de la presente política se pretende mejoras sustanciales en esta materia” (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)

Innovación. “Habida cuenta, de que el bienestar económico de un país está intrínsecamente vinculado a la productividad con la que dicho país utiliza su capital, y recursos humanos y naturales para producir bienes y servicios, es preciso anotar que esta productividad depende de la capacidad microeconómica de dicha economía, lo cual a su vez estriba en la sofisticación de sus empresas y la calidad de su medio empresarial. Tal sofisticación se logra necesariamente a través de la innovación constante de los procesos productivos, y de la creación de nuevos productos” (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016)

## **Gestión de la Producción**

En las empresas industriales, aplicar el modelo de gestión de producción es la clave para que su proceso de producción llegue rápidamente al éxito. Para estas empresas la producción es lo más importante, por lo que es fundamental que el mismo cuente con los controles y las planificaciones correspondientes que mantengan su desarrollo en un nivel óptimo.

La gestión de la producción hace referencia al conjunto de herramientas administrativas que se utilizan precisamente, para maximizar los niveles de producción de una empresa. Existen varios modelos para implementarla, la gestión de la producción se basa en la planificación, demostración, ejecución y control de diferentes técnicas para mejorar las actividades que son desarrolladas en una empresa industrial.

### **La Gestión por procesos.**

En las actuales condiciones del modelo de competitividad, una buena gestión por procesos se convierte en una formidable ventaja competitiva.

La administración tiene numerosos procesos productivos, que pueden optimizarse, pero hay que establecer indicadores objetivos que midan tanto la productividad como la cantidad asociada a la producción, y tener en cuenta que el factor temporal puede ser tanto un requisito previo (input) como un resultado (output) de los procesos productivos.

Los procesos son una parte esencial de las empresas capaces de abordar las exigencias del mundo de hoy con éxito. Es así que, la problemática se centra en los procesos, para que sean cada vez más eficientes, a la vez que estén alineados con las estrategias y objetivos, con la visión y misión de la empresa.

La aplicación de la gestión por procesos en una organización permite: comprender la configuración de los procesos del negocio, sus fortalezas y debilidades, determinar los procesos que necesitan ser mejorados o rediseñados; establecer prioridades, iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar los objetivos establecidos; reducir la variabilidad innecesaria que aparece habitualmente cuando se producen o prestan determinados servicios y eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las acciones o actividades, al consumo inapropiado de recursos, entre otras. (Alberto Medina León; Dianelys Nogueira Rivera; , 2015)

### **Teoría de las Restricciones**

Una herramienta que permite determinar rápidamente los problemas críticos dentro de la organización es la Teoría de las Restricciones la cual se describe a continuación.

¿Qué es la Teoría de las Restricciones?

La Teoría de las restricciones fue formulada por el empresario y físico Eliyahu M. Goldratt, que hace referencia a la gestión basada en los métodos de la ciencia para optimizar los sistemas integrados. Según esta teoría se puede identificar el

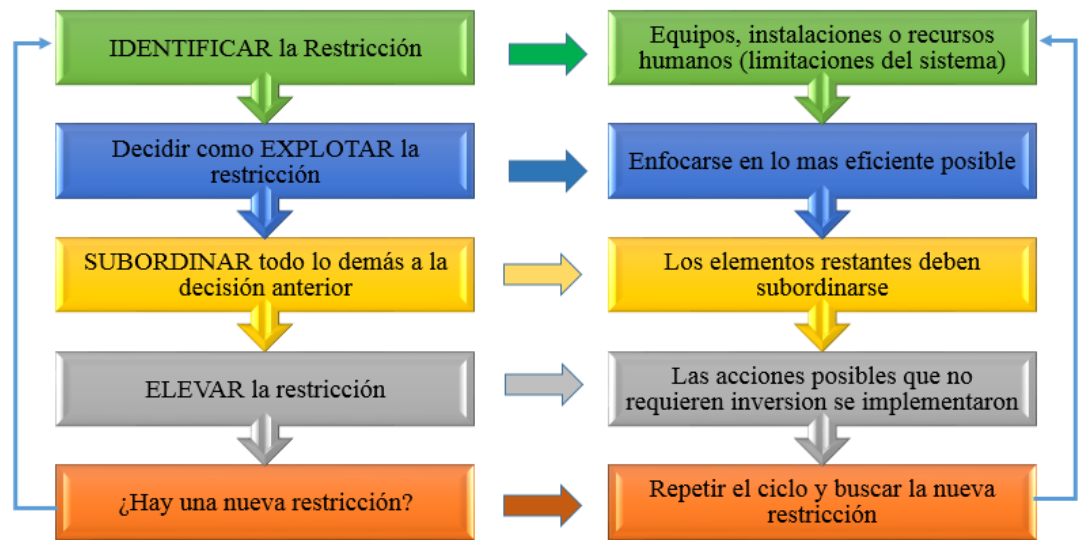
lugar exacto donde se originan las restricciones tomando en cuenta varios aspectos, físicos, tecnológicos, recursos humanos, entre otros. Además, hace énfasis en que antes de implementar una solución importante, es necesario primero identificar la restricción o conocido también como “cuello de botella”. Un cuello de botella se puede definir como: “Cualquier recurso cuya capacidad es menor a las demás, comparado en manada”. Para este análisis se utilizan distintas herramientas como por ejemplo: Pareto, Diagrama de Ishikawa, etc.

En esta investigación se aplica esta teoría, tomando en cuenta todas las estaciones de trabajo que involucran el proceso de vestidura y análisis de los tiempos estándar por cada una, enfocado como puntos principales: el uso de herramientas manuales de torque y herramientas electrónicas.

En resumen, la Teoría de las Restricciones es considerada una metodología que tienen los gerentes de las empresas para direccionar sus estrategias hacia la consecución de los resultados, de manera sólida y sistemática, contribuyendo a mejorar la productividad de la empresa.

### **Cinco pasos de Focalización**

En el libro “LA META” plantea: un proceso que establece cinco pasos que permiten focalizar al máximo los problemas de una empresa en el proceso de producción, para optimizar los esfuerzos y así lograr el cumplimiento de los objetivos.



**Figura N° 13: Cinco pasos de focalización**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** William Cuenca

## Hipótesis

La gestión y control de las herramientas manuales de torque en el área de ensamblaje de vehículos, incide en la productividad.

### Señalamiento de Variables de la Hipótesis.

Variable independiente: Gestión y control de herramientas manuales de torque.

Variable Dependiente: Productividad.

### Definición de términos técnicos

Los torquímetros son herramientas que permiten aplicar con gran precisión un cierto valor de torque, a elementos de sujeción como tuercas, pernos y tornillos, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. La desventaja es la limitación que tienen para realizar un trabajo o proceso ya que en una estación de trabajo se



puede tener varias operaciones, en este caso se necesitarán varios torquímetros, con un solo operador, lo cual influye en el tiempo de operación para el ajuste individual con cada uno.

### **Definiciones técnicas**

En el ensamble de vehículos se utilizan uniones roscadas, pernos y tuercas que generan altas fuerzas de sujeción y apriete. Las partes que son ensambladas con pernos y tuercas requieren especial atención para evitar fallas con el transcurso del tiempo. Estas uniones deben soportar fuerzas de trabajo dinámicas y estáticas para cumplir con las funciones a las cuales fueron diseñados. Los pernos y tuercas y las partes donde se alojan, están diseñados dimensionalmente de tal forma que cumplan y resistan el trabajo que van a desempeñar.

### **Par Torsional**

El par torsional es una magnitud derivada de las magnitudes fuerza y longitud. Para conseguirlo se aplica una fuerza a una distancia perpendicular de un eje de un cuerpo, tal que se genere en este cuerpo una rotación alrededor de este eje. También se le conoce como torque o momento de giro de apriete. Las unidad de media es newton metro (Nm).

### **Par Torsional más ángulo**

Existen varios criterios para determinar la especificación de torque más ángulo para un ensamble en particular. Se entiende como el torque que se aplica

inicialmente al perno y tuerca que se está ensamblando, después se aplica un ángulo determinado, estos valores son especificados por cada ensamble y dependiendo de la especificación del perno y tuerca.

Según lo expuesto hasta ahora podemos concluir que el ajuste de pernos y tuercas es un proceso muy importante en el ensamblaje de vehículos, debido a que cada uno tiene una especificación única de torque, o torque más ángulo, lo que requiere un control exhaustivo del proceso y la herramienta.

## **CAPÍTULO III**

### **Metodología**

#### **Enfoque de la modalidad**

La estructura de la metodología que va a ser implementada en la presente investigación se fundamenta en el método mixto propuesto con los dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo.

Los dos enfoques utilizan cinco fases similares y relacionadas entre sí:

- Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos.
- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- Prueban y demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.
- Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar y/o fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso para generar otras.

#### **Enfoque cualitativo**

De acuerdo al libro Metodología de la Investigación en su quinta edición de expresa “el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición

numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de investigación” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & del Pilar Baptista Lucio, 2010).

Este enfoque sirve para descubrir cuáles son las preguntas de la investigación más importantes que permiten enfocarse específicamente para obtener respuestas concretas y directas. Se guía por áreas significativas y de acuerdo a esto se plantean las preguntas para la recolección y análisis de datos.

Uno de los principales problemas de este análisis es que nos encontramos con gran cantidad de datos, por esta razón el material debe encontrarse muy bien organizado, clasificado por temas, orden cronológico, etc.

### **Enfoque cuantitativo**

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

El enfoque cuantitativo para el análisis del sistema de gestión de herramientas manuales de torque para ajuste de pernos y tuercas, será; considerar los tiempos estándar entre las herramientas manuales y herramientas electrónicas, las paradas de línea por atraso de los operadores.

## **Modalidad de la investigación**

### **Modalidad descriptiva**

Debido a que se trata de una población amplia se recoge la información a partir de unas pocas unidades cuidadosamente seleccionadas, ya que si se aborda cada grupo, los datos perderían vigencia antes de concluir el estudio.

En este sentido se emplea los estudios de correlación para determinar la medida en que dos variables se correlacionan entre sí, es decir el grado en que las variaciones que sufre un factor se corresponden con las que experimenta el otro. En el análisis de gestión y gestión de herramientas manuales de torque se utilizará esta técnica para determinar los niveles de productividad entre el uso de herramientas manuales de torque manuales y herramientas electrónicas de ajuste.

### **Modalidad de campo**

Este tipo de investigación es también conocida como investigación in situ ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, para este análisis es importante comparar la información de la tabla de tiempos estándar con lo que se realiza en la línea de producción.

### **Población y Muestra**

Para el análisis de la población se considera la base general de herramientas manuales de torque. Según el análisis realizado se encontró que el índice más alto

de herramientas y operaciones está en la línea de ensamblaje de pasajeros, esto de acuerdo a una correlación según el volumen de producción, (cantidad de operaciones igual a cantidad de herramientas), como se muestra en la tabla N° 1.

**Tabla N° 1: Cantidad de operaciones según índice de producción**

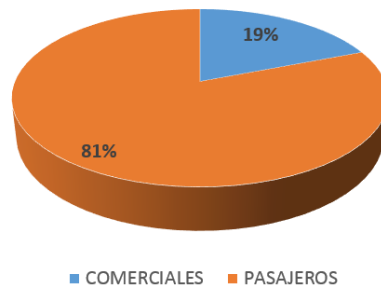
Líneas de producción	Operaciones por línea	Volumen producción	Modelos de producción	Porcentaje
COMERCIALES	405	4425	1792125	18,30%
PASAJEROS	749	10652	7978348	81,70%

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El Investigador

Al realizar esta correlación se encuentra que, el índice de utilización de las herramientas manuales de torque tiene una influencia alta en la línea de pasajeros como se muestra en la figura N° 14.

Índice uso de herramientas según volumen de producción

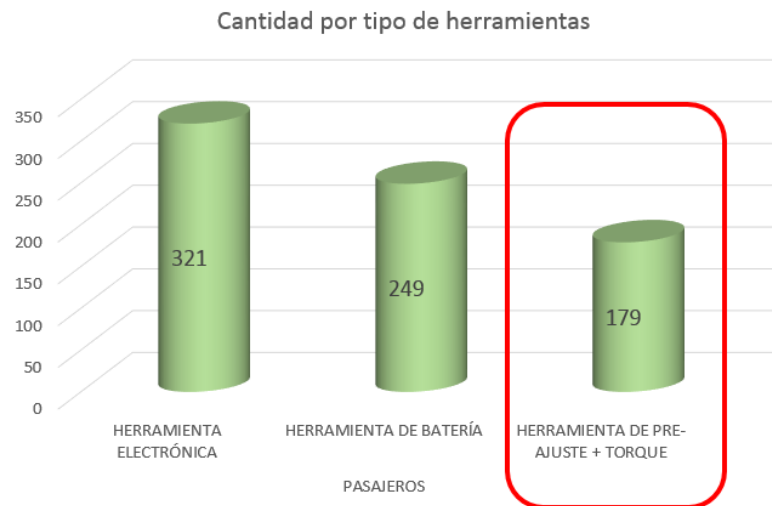


**Figura N° 14: Índice uso de herramientas por línea de producción**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El Investigador

De acuerdo a la cantidad de operaciones y al volumen de producción se analiza según el tipo de herramienta que se utiliza para realizar el ajuste de pernos y tuercas y se encontró que hay tres tipos de herramientas en la línea de pasajeros divididas como se muestra en la figura N° 15.

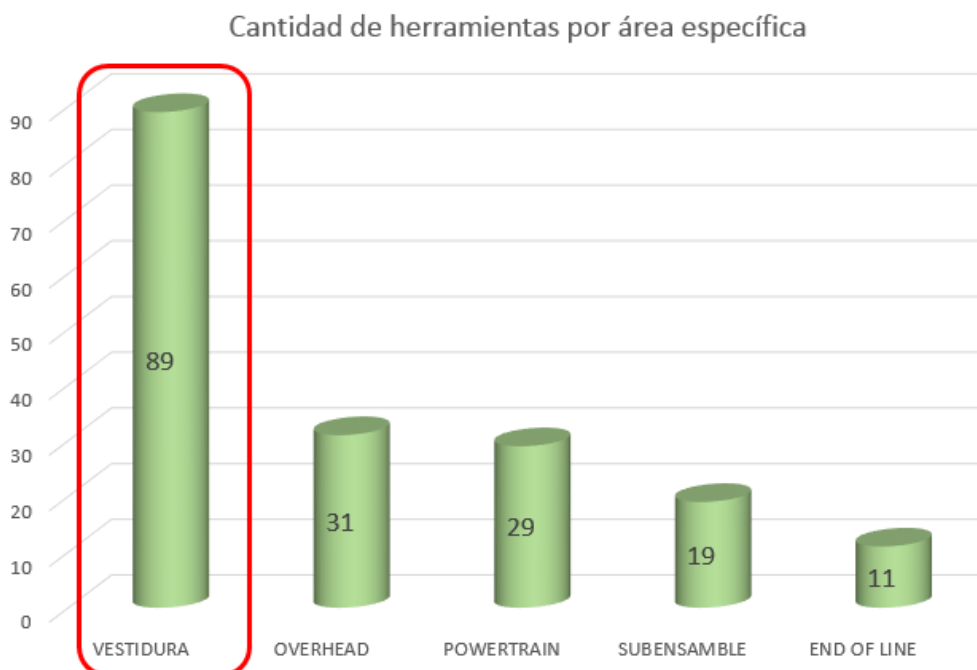


**Figura N° 15: Tipo de herramientas que se utilizan**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

También se analiza según las diferentes áreas específicas que hay en la línea de ensamble de vehículos pasajeros en las que se encuentran: vestidura, overhead, powertrain, subensamble y end of line, así se evidencia en la figura N°16.

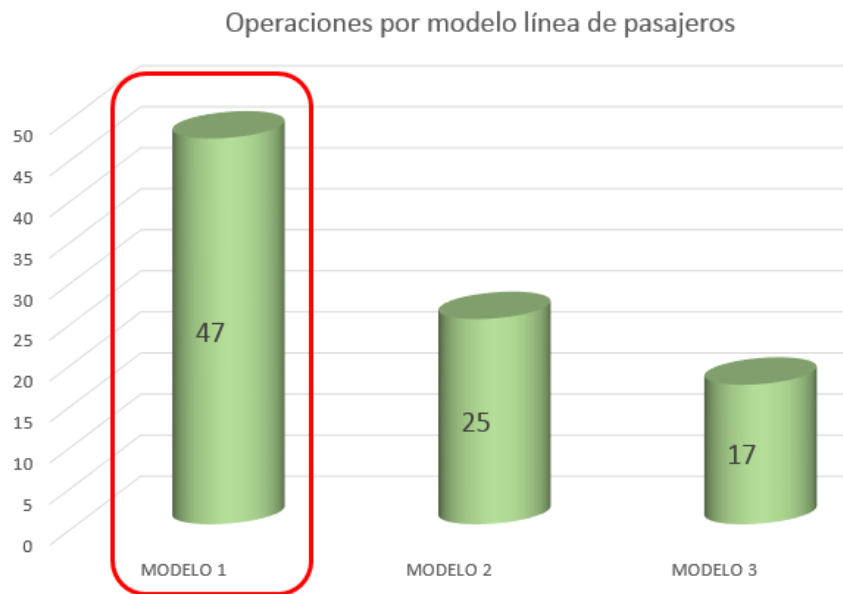


**Figura N° 16: Cantidad de operaciones por área específica**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El Investigador

Con enfoque en la línea de vestidura, se divide de acuerdo a los tres modelos de vehículos en producción y se obtiene por cada uno, la cantidad de operaciones y herramientas que se utilizan para realizar el proceso de ajuste, (cantidad de operaciones directamente proporcional a cantidad de herramientas).



**Figura N° 17: Cantidad de operaciones por modelo**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Para determinar el índice de uso de la herramientas se considera el volumen de producción por la cantidad de operaciones y/o herramientas , y se encuentra que el índice más alto está en el modelo N°1.

**Tabla N° 2: Índice uso de herramientas**

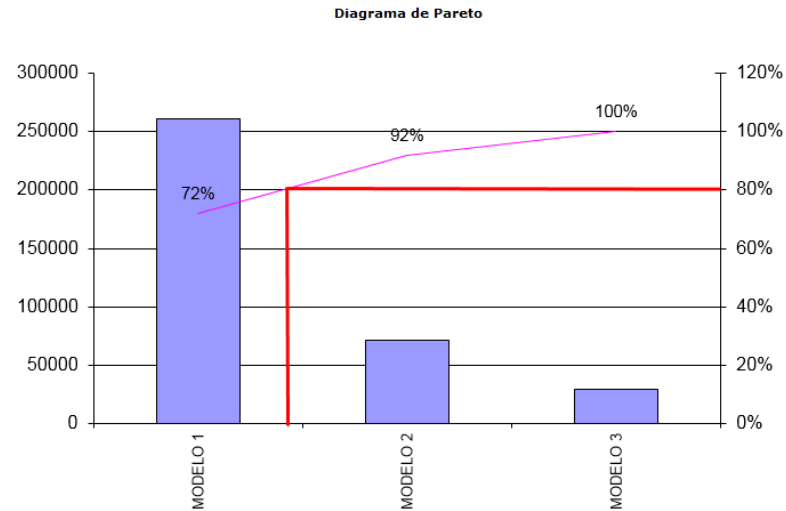
Modelos de producción	Operaciones por modelo vestidura	Volumen producción	Índice uso de herramientas
MODELO 1	47	5540	260380
MODELO 2	25	2854	71350
MODELO 3	17	1736	29512

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador



Después de realizar la correlación y obtener el índice de utilización de herramientas se puede utilizar el diagrama de Pareto para confirmar el modelo en el que se realiza el estudio.

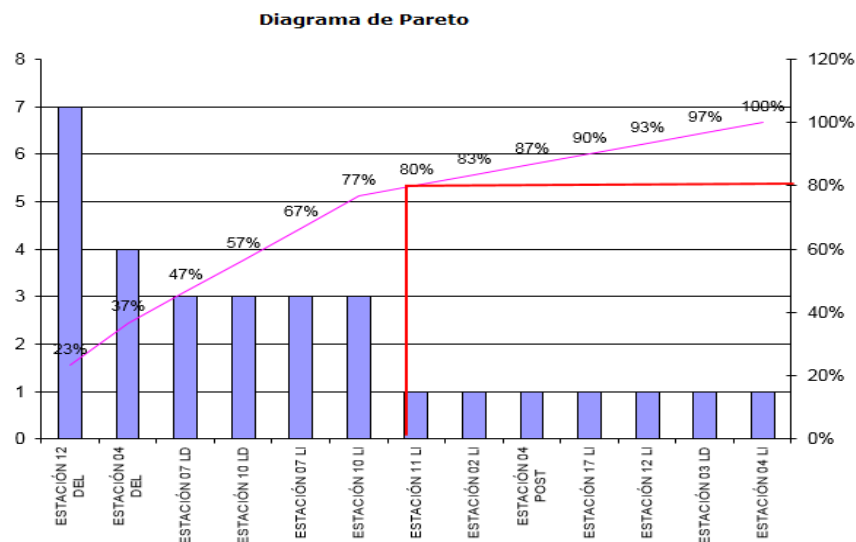


**Figura N° 18: Diagrama de Pareto para definir modelo**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Después de definir el modelo en el que se va a trabajar, se realiza un diagrama de Pareto para identificar la cantidad de estaciones a ser analizadas



**Figura N° 19: Diagrama de Pareto definición de estaciones para analizar**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

El diagrama de Pareto realizado en la figura N° 19 evidencia de manera clara las estaciones que tiene el mayor número de herramientas manuales de torque. Estas estaciones son las que se consideran como la muestra según el análisis realizado a lo largo del capítulo III, donde se inició con una base general de herramientas, la misma que fue reducida según el volumen de producción de cada una de sus líneas, los modelos que se ensamblan, y el número de herramientas manuales de torque que hay en cada estación de trabajo.

**Operacionalización de la variable independiente**

**Tabla N° 3.** Operacionalización de la variable independiente

<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS BÁSICOS</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
<p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>Gestión y control de herramientas manuales de torque.</b></p> <p>La gestión y control de las herramientas de torque consiste en tener disponibilidad, calibración, mantenimiento de cada una y con esto el cumplimiento de volumen de producción.</p>	<p>Costo mano de obra por estación</p> <p>Tiempo de utilización de herramientas manuales de torque por estación</p> <p>Tiempo de utilización de herramientas automáticas de torque por estación</p> <p>Tipo de herramientas manuales de torque por estación</p>	<p>Cantidad de operaciones por estación de trabajo</p> <p>Cantidad de cada tipo de herramientas de torque</p>	<p>¿Las herramientas de ajuste en línea de vestidura son adecuadas?</p> <p>¿Qué herramientas de ajuste son necesarias por estación?</p> <p>¿Cuáles son los principales factores que causan demoras en el proceso de ajuste de pernos y tuercas?</p>	<p>Base de herramientas manuales de torque</p> <p>Tiempos estándar</p>

**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborado por:** El investigador

**Operacionalización de la variable dependiente**

**Tabla N° 4:** Operacionalización de la variable dependiente

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS BÁSICOS</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
<b>DEPENDIENTE</b> <b>Productividad:</b> La productividad de la empresa se mide de dos maneras, una las horas de producción por vehículo y la segunda, el costo por unidad.	Horas por vehículo	HPV	¿Considera el proceso de ajuste con herramienta de pre ajuste y ajuste final, y cómo ser más eficiente?	Análisis de cada proceso
	Costo por unidad	Costo por minuto	¿Existen herramientas diferentes para realizar el proceso?	Análisis de tiempos comparativos herramientas manuales de torque vs herramientas electrónicas de torque
	Índice de herramientas necesarias por estación	Minutos de producción por día Índice de herramientas por estación de trabajo	¿Considera que las demoras ocurridas en el área son por el tipo de herramientas que se utilizan?	

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

## Plan de recolección de la información

**Tabla N° 5: Preguntas Básicas para Costo mano de obra por estación.**

PREGUNTA	RESUESTA
1. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación.
2. ¿Personas u objetos?	De las personas y estaciones de trabajo a ser analizadas.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Costo de la mano de obra
4. ¿Quién, quiénes?	Investigador
5. ¿Cuándo?	Enero – Junio 2017
6. ¿Dónde?	Estaciones de trabajo definida
7. ¿Cuántas veces?	Según análisis tabla tiempos estándar
8. ¿Qué técnicas de recolección?	Según fórmula de cálculo de la empresa
9. ¿Con qué?	Tabla base de tiempos estándar Registro Excel
10. ¿En qué situación?	En la plena ejecución del trabajo bajo los lineamientos de la empresa

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Las preguntas y respuestas de la tabla anterior hacen referencia a, que datos se toman en cuenta para empezar con el análisis de la información.

**Tabla N° 6: Preguntas Básicas para tiempo de utilización de herramientas manuales de torque y herramientas electrónicas de torque por estación y tipos.**

<b>PREGUNTA</b>	<b>RESUESTA</b>
11. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación.
12. ¿Personas u objetos?	De las personas y estaciones de trabajo a ser analizadas.
13. ¿Sobre qué aspectos?	Tiempo de uso de las herramientas manuales de torque y herramientas electrónicas por estación Tipo de herramientas de torque
14. ¿Quién, quiénes?	Investigador
15. ¿Cuándo?	Enero – Junio 2017
16. ¿Dónde?	Estaciones de trabajo definida
17. ¿Cuántas veces?	Según análisis tabla tiempos estándar
18. ¿Qué técnicas de recolección?	Según fórmula de cálculo de la empresa
19. ¿Con qué?	Tabla base de tiempos estándar Registro Excel
20. ¿En qué situación?	En la plena ejecución del trabajo bajo los lineamientos de la empresa

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

En la tabla N°6 se puede evidenciar las preguntas y respuestas que hacen referencia al tipo y cantidad de herramientas que se utilizan por cada estación de trabajo, así mismo las fuentes que se utilizan para el desarrollo y estudio de la muestra, esto de acuerdo a los requerimientos y lineamientos de la empresa en la cual se desarrolla la investigación.

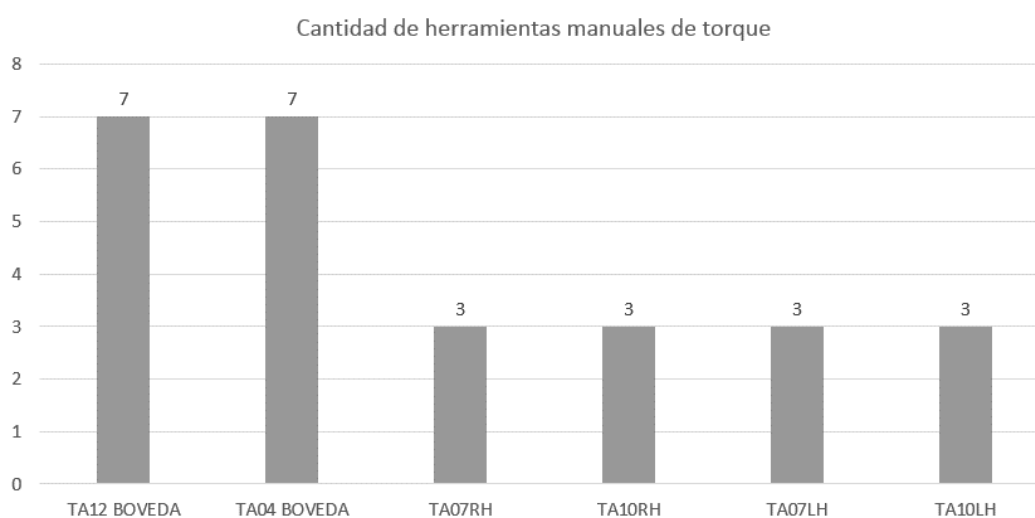
## **Aplicación de instrumentos de recolección de la información**

Para esta investigación se realiza un análisis tomando como información la base general de herramientas manuales de torque, el volumen de producción de los últimos seis meses, las horas utilizadas para cumplir con la producción, los tiempos estándar de las estaciones de trabajo y la cantidad de personas que están directamente relacionadas con el objeto de la investigación. La base de datos es utilizada y actualizada por el área de mantenimiento de herramientas de ensamble, donde se registra tipo de herramienta, estación de trabajo, cantidad, nombre de la operación y responsable, pero para el caso de estudio en esta investigación se extrae mediante el uso de tablas dinámicas, análisis de gráficos estadísticos.

## CAPÍTULO IV

### Procesamiento y análisis de la información

Con el análisis realizado en el capítulo anterior, mediante gráficos estadísticos, se determinó el tamaño de la muestra, las cuales son: las 6 estaciones de trabajo que tienen el mayor número de herramientas manuales de torque, esto con la ayuda del diagrama de Pareto.



**Figura N° 20: Cantidad de operaciones por modelo**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Así se evidencia en la figura N° 20, las estaciones en análisis son las que poseen el mayor número de herramientas manuales de torque según el estudio realizado durante el desarrollo del capítulo anterior.

Antes de procesar la información, se realiza una introducción del proceso en la línea de ensamblaje donde se está realizando esta investigación, el mismo que incluye un diagrama del proceso.



Después que el vehículo es pintado de recibir ceras protectoras ingresa a la línea principal de ensamble. De aquí pasa a la línea de vestidura de cabina de pasajeros, que es la línea principal la carrocería donde recibe partes sueltas y partes subensambladas; todas ellas son incorporadas al vehículo mientras éste recorre por una serie de estaciones de trabajo que lo van preparando hasta que pueda ser llamado un automóvil completo.

En las primeras etapas de vestidura se ensambla los cauchos de las puertas; estos permitirán que las puertas se sellen con la cabina cuando estén cerradas, logrando insonorizar el interior de la cabina y evitar que el viento y la lluvia ingresen al habitáculo, a través, de las cerraduras. Otros elementos que son colocados en las primeras estaciones son las alfombras, cableados, mangueras de agua para los limpiaparabrisas, manijas, los pedales y las cerraduras.

Luego se ensamblará el resto de tapicerías al vehículo, en las puertas, en los parantes, en el techo, las cañerías de freno, esponjas insonorizantes y otras partes pequeñas. Posteriormente se coloca elevavidrios, vidrios, botoneras, controles manuales, parabrisas, faros posteriores y delanteros, asientos, recipientes para fluidos de: refrigeración, frenos y dirección hidráulica. Después se instala el radiador, batería, espejos, palanca de cambios, freno de mano, y demás partes visibles para el conductor. Por seguridad, el airbag del conductor se instala al final del proceso total de ensamble.

Flujo de proceso línea de ensamblaje

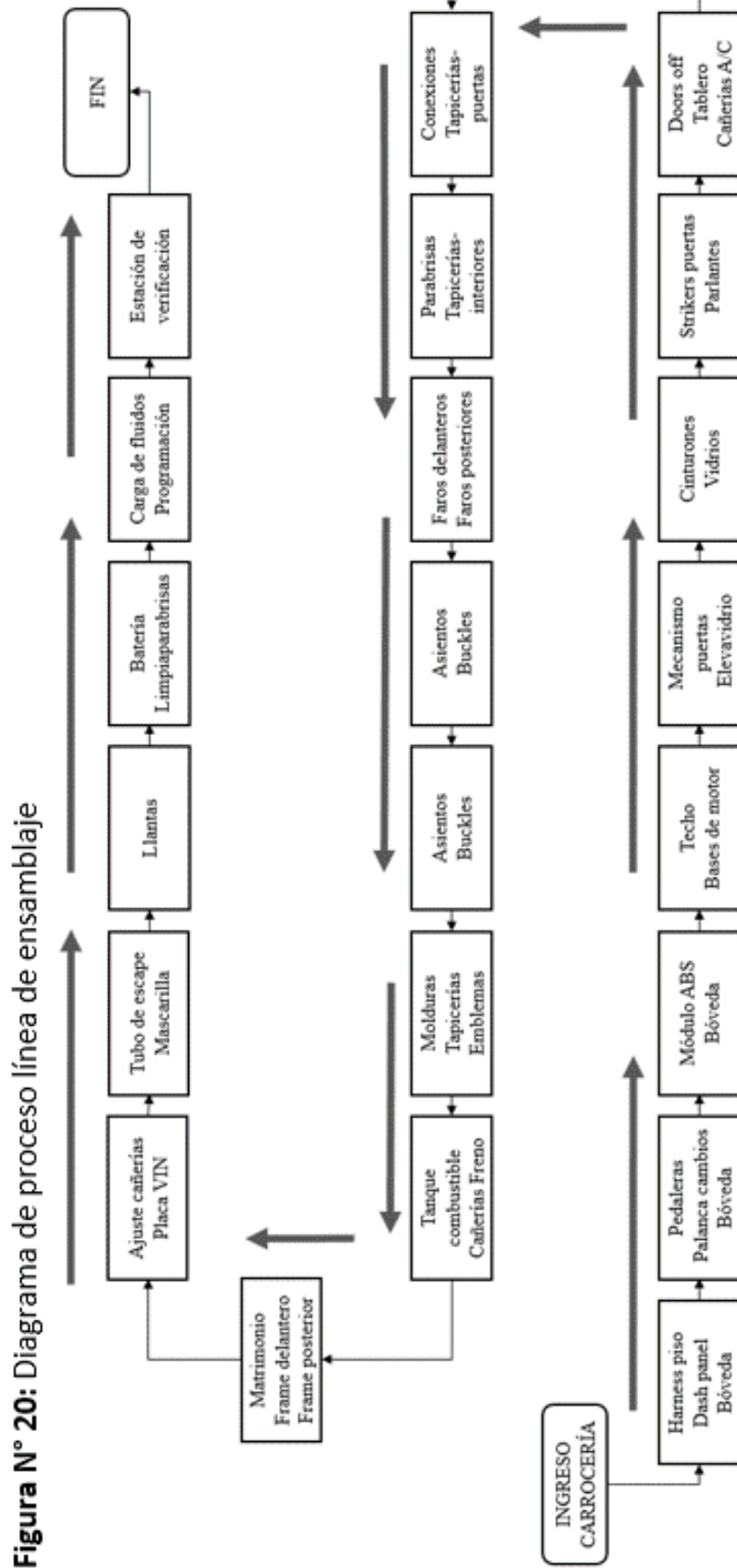


Figura N° 20: Diagrama de proceso línea de ensamblaje

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: El investigador

Para esto debemos conocer cuantos días se consideran de trabajo al mes, los minutos disponibles reales, minutos que se utilizan para reunión y después obtenemos que el tiempo disponible en la línea de producción es de 460 minutos los cuales se dividen en 150 para la línea de comerciales y 310 para la línea de pasajeros al cual hace referencia la investigación. En la tabla N° 7 indica el tiempo disponible.

**Tabla N° 7: Información para la producción de vehículos**

Información para producción	Cantidad
Días laborables/mes	20
Horas disponibles producción día	7,67
Producción día ( min)	460
Reunión seguridad/día	5
Reunión con equipos de trabajo/mes	15
Tiempo disponible para la demanda mes	9100
Tiempo disponible para la demanda día ensamble comerciales	150
Tiempo disponible para la demanda día ensamble pasajeros	310

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

En la tabla también se puede encontrar el tiempo que se reúnen los equipos de trabajo, lo que permite determinar los minutos reales disponibles para el ensamblaje de vehículos. Estos datos son referenciales, ya que, en adelante, se toman en cuenta los días reales laborados de cada mes, horas extras, el número de unidades producidas y la cantidad de personas para el proceso de ensamblaje.

## Análisis e interpretación de los datos

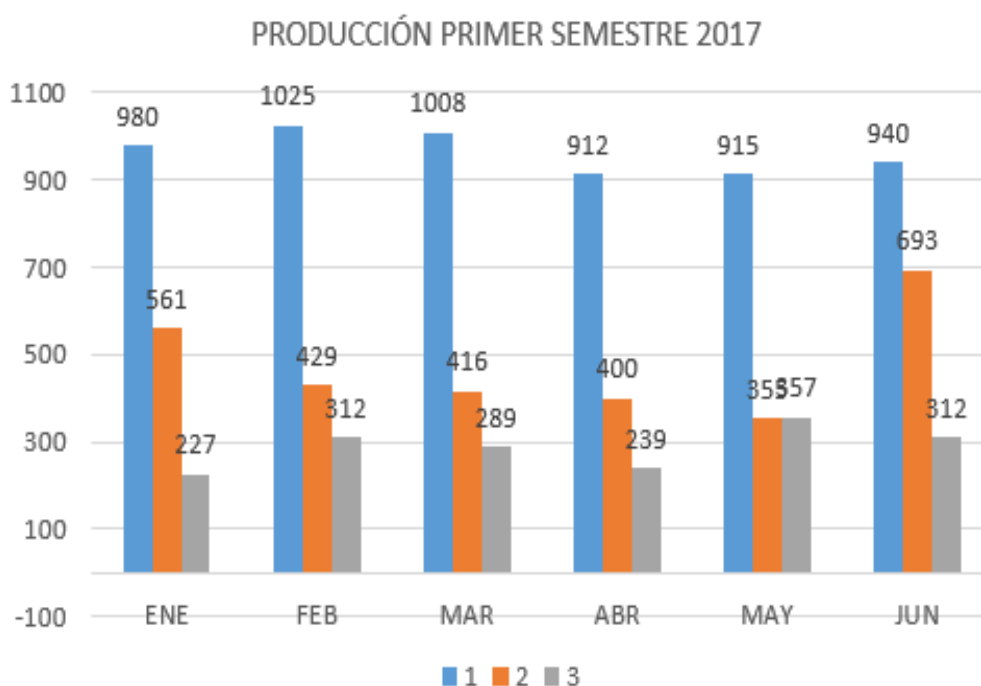
Para empezar con el análisis tomaremos la información del primer semestre de 2017 de producción de vehículos y se los divide en los tres modelos diferentes. En la tabla N° 8 se indica la cantidad producida por mes de cada uno.

**Tabla N° 8: Producción de vehículos primer semestre 2017**

Modelos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Total Modelos
1	980	1025	1008	912	915	940	5780
2	561	429	416	400	355	693	2854
3	227	312	289	239	357	312	1736
Totales	1768	1766	1713	1551	1627	1945	10370

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador



**Figura N° 22: Producción de vehículos primer semestre 2017**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Para lograr el volumen de producción mostrado en la tabla anterior, se utilizaron los recursos mostrados en la tabla N° 9. Las horas por día laborables hacen referencia al objetivo según la primera tabla del capítulo cuatro mostrada en esta investigación.

**Tabla N° 9: Horas y número de personas, producción del primer semestre de 2017.**

Mes	Días laborados (5,16h/d)	Días sábado (6 horas)	Horas normal	Horas extendido	Total horas	Número de personas	Horas Producción
ENE	17	3	92,88	15	120,7	45	7243,2
FEB	18	2	92,88	18	122,88	45	7372,8
MAR	21	3	108,36	20	146,36	45	8781,6
ABR	18	3	92,88	19	129,88	45	7792,8
MAY	20	3	103,2	20	141,2	45	8472
JUN	22	3	113,52	22	153,52	45	9211,2
TOTAL	117	17	603,72	114	814,56	270	48873,6

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

De acuerdo a la tabla de tiempos estándar de la línea de vestidura se obtiene el tiempo promedio de cada modelo que se utiliza para producir un vehículo por cada estación. Con la información mostrada en la tabla N° 10 se puede calcular otros indicadores.

**Tabla N° 10: Promedio tiempos estándar por modelo en minutos**

Modelos	ENE	FEB	MAR	MAY	JUN
1	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
2	3,62	3,62	3,62	3,62	3,62
3	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

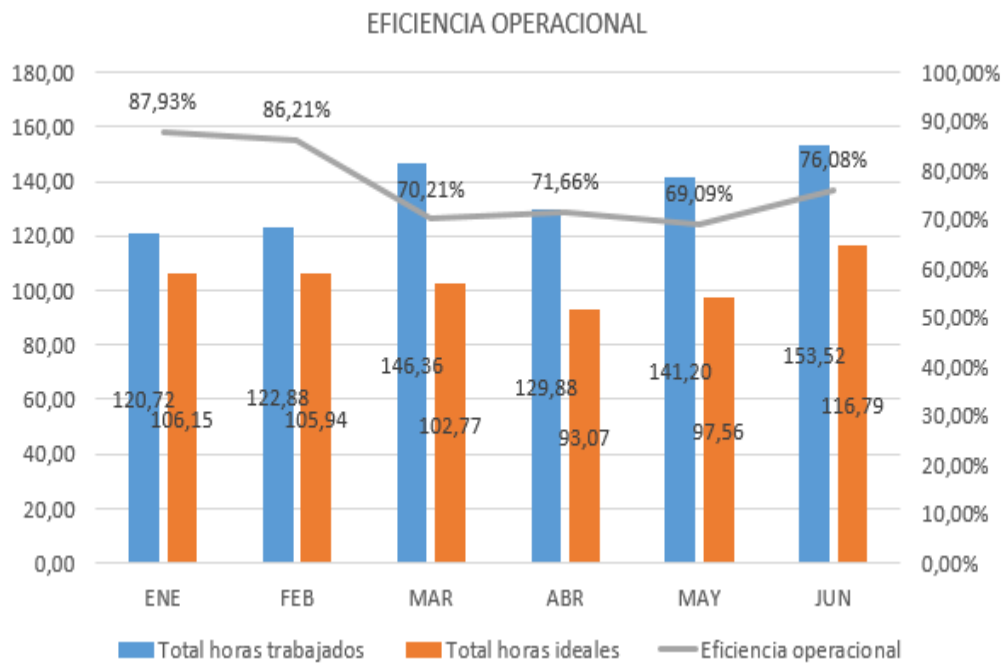
Con la información obtenida del tiempo trabajado real, el tiempo ideal para producción y la cantidad de vehículos mostrados en la tabla N° 6 se obtiene la eficiencia operacional (tabla N° 11.)

**Tabla N° 11: Eficiencia operacional según horas trabajadas**

Cálculo	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Total horas trabajados	120,72	122,88	146,36	129,88	141,20	153,52
Total horas ideales	106,15	105,94	102,77	93,07	97,56	116,79
Eficiencia operacional	87,93%	86,21%	70,21%	71,66%	69,09%	76,08%

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador



**Figura N° 23: Eficiencia operacional según horas trabajadas**

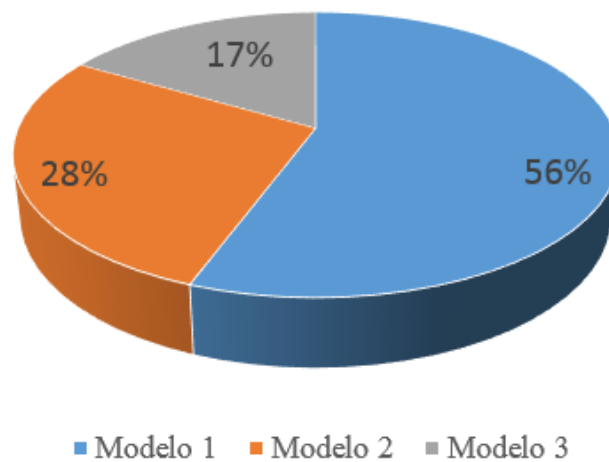
**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

En la figura N° 22 se puede observar de manera gráfica las horas reales trabajadas en comparación con las horas ideales necesarias en las que se pudo producir el mismo número de unidades.

También se calculó la el porcentaje de horas que se utilizaron por modelo para el volumen de vehículos mostrados en la tabla N° 6 y se evidencia que la mayor concentración está en el modelo 1, esto coincide con el análisis que se realizó para obtener la muestra según la cantidad de herramientas manuales de torque. Con esta información se concluye que el enfoque está en el mismo modelo como se observa en la figura N° 20.

Porcentaje de horas utilizadas por modelo



**Figura N° 24: Participación de horas utilizadas por modelo**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

De acuerdo al ANEXO 1 de tiempos estándar de las estaciones en análisis que se obtuvo de la muestra (figura N° 19), se extrae el tiempo por cada operación, lo que permite identificar las estaciones con el tiempo más alto de operación de la

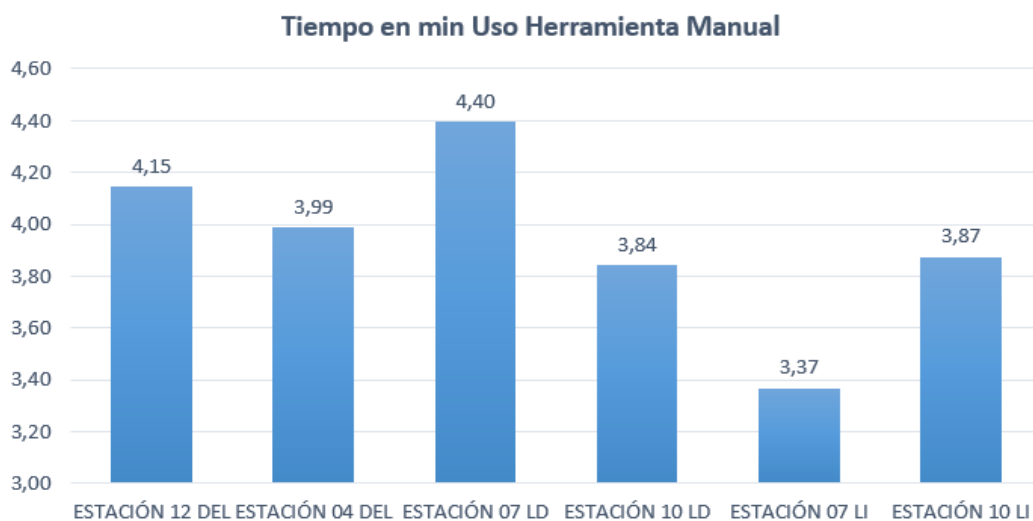
línea de vestidura, lo que confirma una vez más que son el enfoque correcto de la investigación, como se evidencia en la tabla N° 12.

**Tabla N° 12:** Tiempo en minutos uso herramientas manuales de torque

Estación	Uso Herramienta Manual (minutos)
ESTACIÓN 12 DEL	4,15
ESTACIÓN 04 DEL	3,99
ESTACIÓN 07 LD	4,40
ESTACIÓN 10 LD	3,84
ESTACIÓN 07 LI	3,37
ESTACIÓN 10 LI	3,87

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador



**Figura N° 25:** Tiempo en minutos uso herramientas manuales de torque

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

El tiempo mostrado en la figura anterior, permite evidenciar cómo está actualmente cada una de las estaciones en análisis.



Con el tiempo estándar y las horas totales trabajadas también se puede calcular las unidades por hora que se deben producir y después el objetivo de unidades total que se debió cumplir de acuerdo al tiempo estándar promedio (3,94min) de las estaciones en estudio, como se muestra en la tabla N° 13.

**Tabla N° 13: Unidades por hora y objetivo de acuerdo a tiempo estándar**

MES	Horas reales trabajadas	Unidades por hora tiempo estándar actual	Objetivo unidades tiempo estándar actual
ENE	66,91	15,25	1020
FEB	71,32	15,25	1087
MAR	86,12	15,25	1313
ABR	76,37	15,25	1164
MAY	79,41	15,25	1211
JUN	74,19	15,25	1131

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con los datos mostrados hasta ahora se puede evidenciar, el tiempo actual utilizado, la cantidad de unidades producidas por hora, lo que nos da como resultado el objetivo de unidades que se pudieron producir.

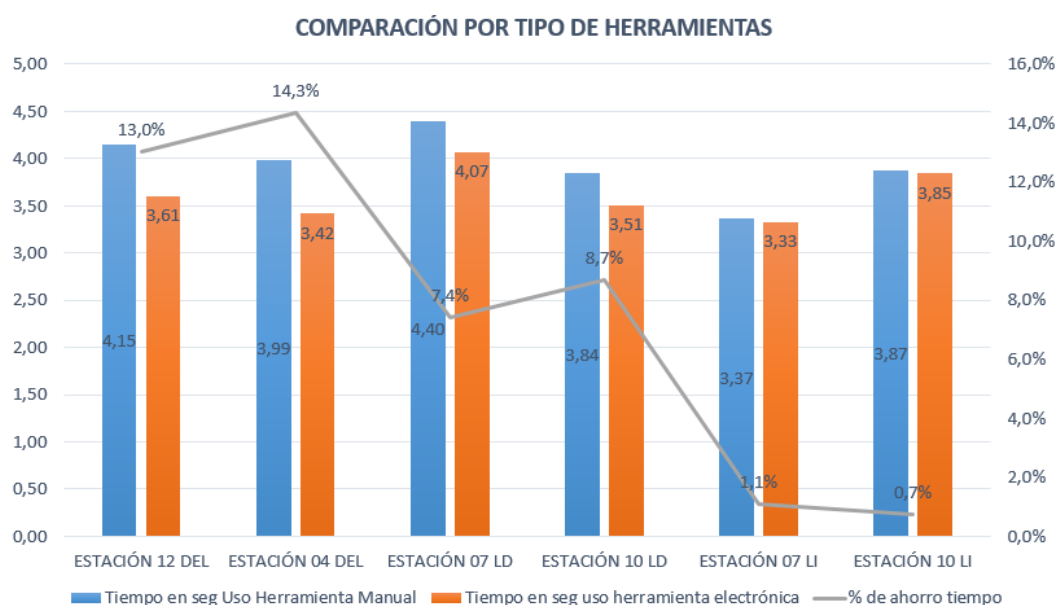
De la base de tiempos estándar, se pudo obtener por estación de trabajo la cantidad en minutos de cada una, utilizando las herramientas manuales de torque, y el tiempo cuando se usa herramientas electrónicas de torque, con esto se puede optimizar en gran medida entre cada uso y el porcentaje es el que se muestra en la tabla N° 14. La evidencia de mejora nos permite continuar con el análisis. Las estaciones que se muestran en la tabla están de acuerdo al análisis de la muestra, como se puede ver en la figura N° 18 y N°19 de esta investigación.

**Tabla N° 14: Tiempo estándar estaciones a estudiar obtenida de la muestra**

Estación	Tiempo en min / Uso Herramienta Manual	Tiempo en min / Uso herramienta electrónica	% de ahorro tiempo
ESTACIÓN 12 DEL	4,15	3,61	13,0%
ESTACIÓN 04 DEL	3,99	3,42	14,3%
ESTACIÓN 07 LD	4,40	4,07	7,4%
ESTACIÓN 10 LD	3,84	3,51	8,7%
ESTACIÓN 07 LI	3,37	3,33	1,1%
ESTACIÓN 10 LI	3,87	3,85	0,7%

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador



**Figura N° 26: Tiempo estándar estaciones a estudiar**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

En la figura anterior se compara el tiempo que se demora un operador en el proceso de ajuste, con el uso de las herramientas manuales, y también electrónicas de torque, lo que permite calcular el porcentaje de ahorro en tiempo que se obtiene entre las dos.

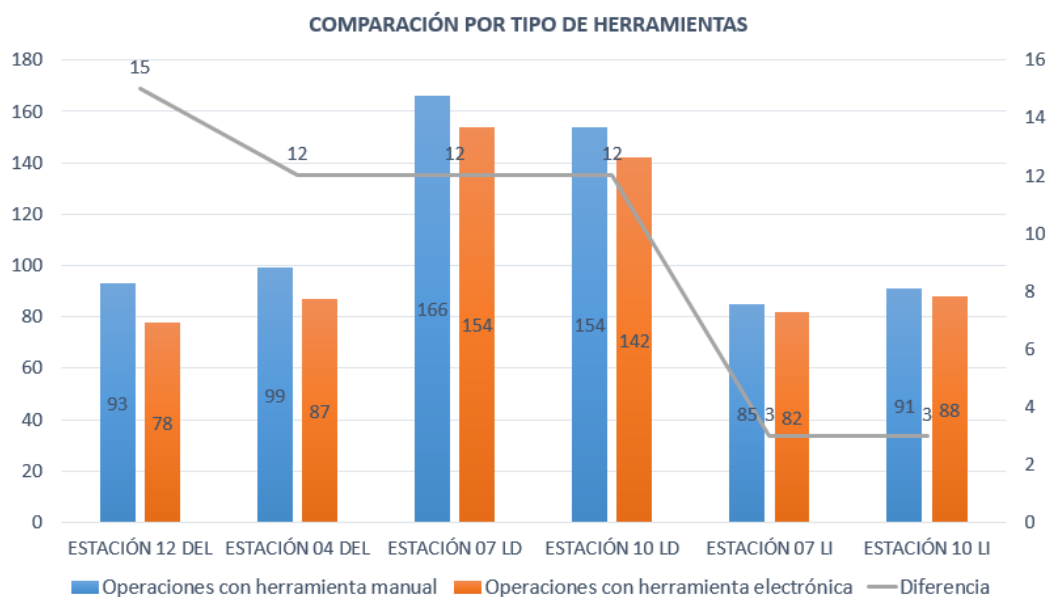
Según la cantidad de operaciones que se tiene en cada una de las estaciones en análisis, se encuentra cuantas se realizan con herramientas manuales de torque y también cuantas se podrían optimizar con el uso de herramientas electrónicas de torque.

**Tabla N° 15: Cantidad de operaciones según el tipo de herramienta**

Estación	Operaciones con herramienta manual	Operaciones con herramienta electrónica	Reducción cantidad operaciones
ESTACIÓN 12 DEL	93	78	15
ESTACIÓN 04 DEL	99	87	12
ESTACIÓN 07 LD	166	154	12
ESTACIÓN 10 LD	154	142	12
ESTACIÓN 07 LI	85	82	3
ESTACIÓN 10 LI	91	88	3

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador



**Figura N° 27: Cantidad de operaciones según el tipo de herramienta**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Aquí se puede encontrar una diferencia notable comparando el uso de los dos tipos de herramientas de torque como se evidencia en la tabla N°15. También se muestra la cantidad de pasos u operaciones que se pueden eliminar, lo que se convierte en tiempo de operación.

Con el número de horas trabajadas, cantidad de personas y el volumen de producción del primer semestre 2017 del modelo 1 se puede determinar las horas por unidad (HPU) que se utilizaron para la producción de este modelo. Estos HPU hacen referencia a la productividad de la línea de vestidura, se muestra en la tabla N° 16.

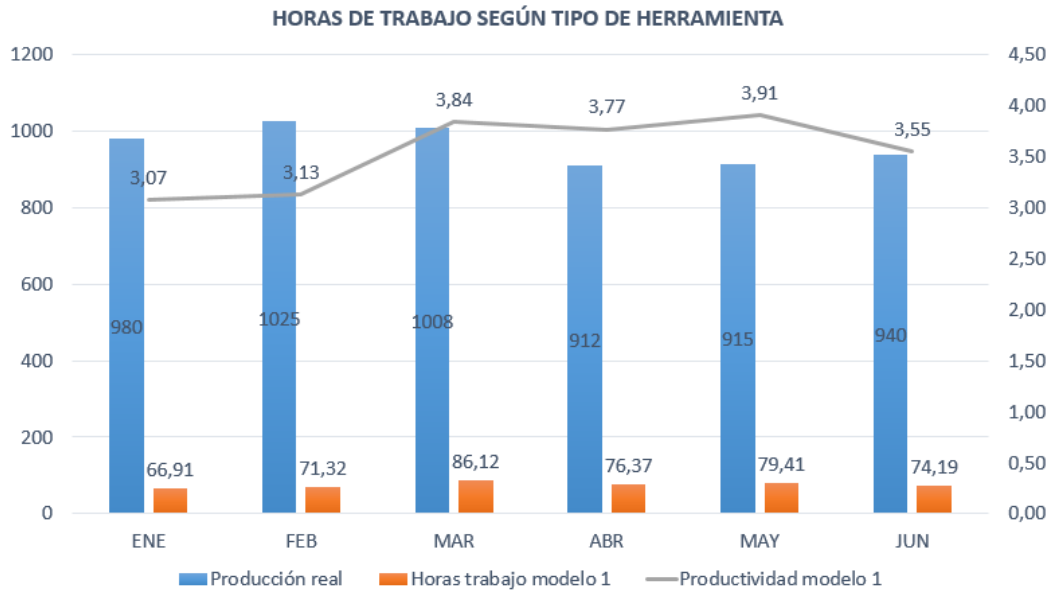
**Tabla N° 16: Horas de trabajo según el tipo de herramienta**

MES	Producción real	Horas trabajo modelo 1	Horas por unidad modelo 1
ENE	980	66,91	3,07
FEB	1025	71,32	3,13
MAR	1008	86,12	3,84
ABR	912	76,37	3,77
MAY	915	79,41	3,91
JUN	940	74,19	3,55

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con esta información se puede pasar a la siguiente etapa de la investigación, en este caso la verificación de la hipótesis.



**Figura N° 28:** Cantidad de operaciones según el tipo de herramienta

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

En la figura anterior se muestra el cálculo de la productividad de la empresa donde se realiza la investigación, las horas ideales que se requieren para producir un máximo de unidades en este tiempo.

### Verificación de la hipótesis

Para comprobar que las variables se correlacionan se demostrará mediante el método de Pearson, con esto se puede definir que si existe una correlación entre sí. A continuación se muestra la fórmula a ser utilizada

$$r = \frac{( xy )}{( x^2 ) ( y^2 )}$$

Para empezar este cálculo se ingresa los datos en la tabla matriz de “x”;“y” para realizar esta correlación, mediante el método de regresión lineal, teniendo el resultado como se muestra en la tabla N° 17.

**Tabla N° 17: Correlación mediante método de Pearson**

MES	(X) Horas trabajadas	(Y) Product	X <sup>2</sup>	X*Y	Yc	(Y-Yc) <sup>2</sup>	(Y-Ym) <sup>2</sup>
ENERO	66,91	2,55	4477,61	170,85	2,597	0,002	0,155
FEBRERO	71,32	2,60	5086,61	185,57	2,772	0,029	0,119
MARZO	86,12	3,20	7417,39	275,17	3,359	0,027	0,062
ABRIL	76,37	3,13	5832,44	239,15	2,972	0,025	0,034
MAYO	79,41	3,25	6305,75	257,70	3,093	0,023	0,089
JUNIO	74,19	2,95	5504,86	218,99	2,886	0,004	0,000
SUMATORIOS	<b>454,33</b>	<b>17,68</b>	<b>34624,66</b>	<b>1347,43</b>	<b>17,68</b>	<b>0,111</b>	<b>0,46</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Aplicando la fórmula se obtiene que, el coeficiente de correlación lineal es muy cercano a 1, lo que permite concluir que la correlación es factible, así se evidencia en la tabla N° 18.

**Tabla N° 18: Cálculo de R método de Pearson**

N = 10	
Media X = 2,9464135	Var X = 0,076427
Media Y = 75,722272	Var Y = 36,91498
	Cov XY = 1,463029
<b>r = 0,871</b>	

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Para concluir con respecto a la verificación de la hipótesis se puede decir que, el coeficiente de correlación lineal es positivo y está muy cerca del 1, lo que permite confirmar que las variables se correlacionan entre sí.

Después con los datos de “x ; “y” se puede crear un gráfico de dispersión donde se puede visualizar la variable dependiente con la variable independiente. Los datos mostrados en rojo hacen referencia al uso de herramientas manuales de torque y los de color verde al uso de herramientas electrónicas de torque.



**Figura N° 29: Diagrama de dispersión variable dependiente vs independiente**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

En el desarrollo del marco teórico se pudo definir la fórmula global para el cálculo de la productividad en una empresa, pero, para el caso en estudio de esta investigación, se utiliza una fórmula definida por la empresa.

Esta fórmula es diferente a la global, esto debido a que mientras más baja la productividad es considerada mejor, esto por la razón que es inversa a la global.

En adelante se indica las dos fórmulas, la global y con la que se desarrolla esta investigación.

$$Productividad\ Global = \frac{Producción\ obtenida}{Factores\ utilizados}$$

Una vez demostrado la relación entre las variables dependiente e independiente con el coeficiente de relación lineal se puede calcular por estación de trabajo los HPU mediante la fórmula descrita a continuación.

$$Productividad = \frac{N^{\circ}\ Personas\ x\ Horas\ Trabajadas}{Volumen\ de\ Producción}$$

Para el cálculo de las horas por vehículo (HPU) de cada estación de trabajo se utiliza el tiempo de operación de la tabla N° 14, el número total de unidades producidas en el primer semestre de 2017 (5780 unidades) y la cantidad de personas del área de vestidura (45), con esta información se puede obtener los datos que se muestran en la tabla N° 19.

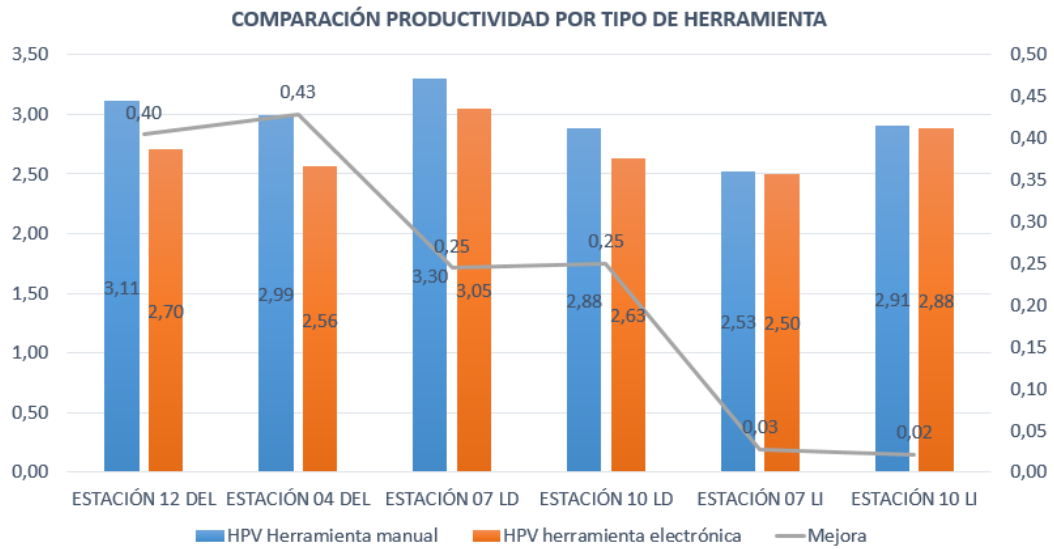
**Tabla N° 19: HPU Horas por unidad según el tipo de herramienta**

Estación	HPU Herramienta manual	HPU herramienta electrónica	Mejora HPU
ESTACIÓN 12 DEL	3,11	2,70	0,40
ESTACIÓN 04 DEL	2,99	2,56	0,43
ESTACIÓN 07 LD	3,30	3,05	0,25
ESTACIÓN 10 LD	2,88	2,63	0,25
ESTACIÓN 07 LI	2,53	2,50	0,03
ESTACIÓN 10 LI	2,91	2,88	0,02

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador





**Figura N° 30: Diagrama de dispersión variable dependiente vs independiente**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Se puede concluir que: con el uso de herramientas manuales de torque, el tiempo de operación es muy alto, lo que influye de manera directa en la productividad de la empresa, esto debido a que mientras más alto el tiempo, se producen menos unidades.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

Durante el desarrollo de la investigación se identificó, que el sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque tiene una base muy compleja, se analizó mediante gráficos estadísticos, se identificó la cantidad de herramientas manuales de torque, se empezó a identificar por cada una de las líneas de producción, como se muestra en la tabla N° 1 y su índice de uso en la figura N° 14, en el cual se demuestra que el 81% es el índice de uso en la línea de pasajeros.

Con esta información, se logró identificar el uso por modelo, el tipo de herramienta y el índice de ocupación de acuerdo al volumen de producción de cada uno, así se concluye que el modelo con mayor índice es el mostrado en la figura N° 17 donde se indica que es del 72%. Una vez identificado el modelo se continúa con el análisis hasta encontrar la mayor cantidad por estación de trabajo, esto se evidencia en la figura N° 18.

Según el estudio realizado podemos concluir que el uso de las herramientas manuales de torque si influyen en la productividad de la empresa, ya que el tiempo estándar actual comparado con el tiempo cuando se usa herramientas electrónicas de torque es más bajo, como se mostró en la tabla N° 14, donde se evidencia por estación de trabajo, es así como la productividad promedio actual es de 2,95 HPU con el uso de las herramientas manuales de torque.

## **Recomendaciones**

Del análisis comparativo de la tabla 14, entre las herramientas manuales de torque con las herramientas electrónicas de torque deja un margen considerable, el cuál debería ser tomado en cuenta para futuros proyectos en la línea de vestidura. De acuerdo con los datos del análisis, se recomienda realizar el cambio de herramientas manuales de torque, por herramientas electrónicas de torque y así mejorar los HPU, al menos en las estaciones donde se realizó el estudio.

Con los datos obtenidos de eficiencia operacional mostrados en la tala N° 10, es recomendable enfocar un estudio adicional que permita identificar los factores que están influyendo en su desempeño, tomando en cuenta indicadores adicionales.

Un estudio adicional que se recomienda con los datos del análisis obtenidos de esta investigación y la cantidad de herramientas según la estación de trabajo como se muestra en la figura N° 18, es calcular el impacto en el mantenimiento de las herramientas manuales de torque, comparando con las herramientas electrónicas de torque, con esto se podría encontrar un ahorro importante en este indicador.

## **CAPÍTULO V**

### **“PROPONER LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS ELECTRÓNICAS DE TORQUE, COMO PARTE DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL EN EL ENSAMBLAJE DE VEHÍCULOS”**

#### **Antecedentes de la Propuesta**

Considerando la recomendación del capítulo IV, sobre la existencia de oportunidades encaminadas a mejorar el sistema de gestión y control de herramientas manuales de torque, debido a que impacta el volumen de producción, por el tiempo que tardan en realizar las operaciones de ajuste en la que las Horas Por Unidad (HPU) se ven afectados cuando se realizó una comparación en el uso de los dos tipos de herramientas, se pudo notar una diferencia entre cada uno. También las unidades a producirse por hora bajo aumenta cuando se utilizan herramientas electrónicas de torque.

Considerando lo expuesto, se procederá a calcular los impactos que se tienen en HPU y costo de la mano de obra.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el uso de herramientas electrónicas de torque, y el impacto en la productividad.

### **Objetivos específicos**

Realizar un estudio de la influencia de las herramientas electrónicas de torque dentro del sistema de gestión y control.

Determinar los niveles de productividad que se pueden obtener con el uso de herramientas electrónicas de torque.

Identificar el costo beneficio con el uso de herramientas electrónicas de torque por la cantidad de vehículos producidos.

### **Justificación de la propuesta**

La tecnología es un instrumento diseñado para mejorar los sistemas de producción y productividad, a través, de inversiones a corto o largo plazo, según el análisis que se realice. Con el propósito de mejorar el tiempo de operación en las estaciones que tienen mayor cantidad de herramientas manuales de torque, se cambia para herramientas electrónicas de torque lo que permitirá mejorar indicadores como se mencionó en los objetivos de esta propuesta.

El volumen de producción y las posibilidades de incrementar la cantidad de unidades por hora, fueron los pilares que impulsaron el desarrollo de esta

investigación y según los datos analizados en el capítulo anterior se justifica el cambio de las herramientas manuales de torque, por herramientas electrónicas de torque ya que mejora las horas por vehículo (HPU) trabajadas, baja el tiempo de operación por vehículo y aumentan las unidades a producirse por hora.

## **Factibilidad**

### **Ingeniería Industrial**

La propuesta es factible desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial, debido a que involucra varios factores como: análisis de tiempos, unidades por hora a producirse, mejora e incrementa de la productividad. Estos factores contribuyen a mejorar los procesos de ensamblaje de vehículos en su desempeño.

### **Factibilidad Legal**

Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador; “Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características”

### **Factibilidad Técnica**

A nivel técnico, el análisis preliminar realizado revela que con una sola herramienta electrónica de torque, se omite el pre ajuste necesario con las herramientas manuales, y se realizan todos los ajustes de pernos y tuercas en una

estación de trabajo, cumpliendo con la demanda esperada e inclusive aumentando las unidades por hora a producirse.

Con las herramientas electrónicas de torque, además, de mejorar el tiempo de operación, también se garantiza el ajuste de pernos y tuercas en calidad y seguridad, esto con la opción que tienen estas herramientas de alertar si el operador se olvidó de ajustar uno o más pernos o tuercas. Con esto se contribuye, además, a mantener estándares de Calidad en un nivel muy alto, y sobre todo en Seguridad, porque se garantiza el cumplimiento de los estándares descritos en el capítulo 2.

### **Factibilidad Económica**

Las herramientas electrónicas de torque no son un recurso nuevo dentro de la línea de ensamblaje de vehículos, en la empresa donde se realiza la investigación ya hay algunas de estas herramientas las cuales fueron adquiridas por requerimientos de seguridad y calidad, lo que indica que los recursos económicos no son un limitante para adquirirlas. Aun así, más adelante en esta investigación, se demostrará cuáles serían los beneficios económicos que se lograrían con el uso de estas herramientas electrónicas de torque.

### **Beneficios de la propuesta**

Las herramientas electrónicas de torque representan una inversión a mediano y largo plazo debido que se optimiza el tiempo de operación de acuerdo al estudio realizado, y como se demostró en la tabla N° 14. Con este tiempo y las horas

reales trabajadas, se puede calcular las unidades por hora a producirse, incluyendo el uso de herramientas electrónicas de torque, y así se calcula también cual hubiese sido el volumen de producción con el tiempo real.

**Tabla N° 20: Unidades por hora a producirse y objetivo con la propuesta**

MES	Horas reales trabajadas	Unidades por hora tiempo estándar actual	Objetivo unidades tiempo estándar actual	Unidades por hora propuesto	Objetivo unidades propuesto
ENE	66,91	15,25	1020	16,53	1106
FEB	71,32	15,25	1087	16,53	1179
MAR	86,12	15,25	1313	16,53	1424
ABR	76,37	15,25	1164	16,53	1263
MAY	79,41	15,25	1211	16,53	1313
JUN	74,19	15,25	1131	16,53	1227

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

El tiempo estándar actual permite producir máximo el número de unidades por mes como se indicó en la tabla anterior, a un costo de producción aproximado dado por la empresa donde se realiza la investigación como se muestra en la tabla N° 21. Tomando como referencia el volumen con el tiempo actual y el costo por unidad se puede calcular el ahorro en dinero que se pudo haber obtenido.

**Tabla N° 21: Estimado ahorro por unidad producida primer semestre año 2017**

Mes	Objetivo unidades tiempo estándar actual	Costo aproximado por unidad (\$)	Unidades tiempo propuesto	Diferencia de unidades	Ahorro total (\$)
ENE	1020,23	150,00	1106,29	86,05	12908,10
FEB	1087,40	140,00	1179,12	91,72	12840,75
MAR	1313,11	130,00	1423,87	110,76	14398,49
ABR	1164,40	120,00	1262,61	98,21	11785,68
MAY	1210,72	110,00	1312,84	102,12	11233,34
JUN	1131,23	100,00	1226,64	95,42	9541,60

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Así como se obtiene ahorro en dinero, también se puede medir en horas por unidad (HPU), como se muestra en la tabla N° 22 con la implementación de las



herramientas electrónicas de torque, debido a que se bajan los tiempos de operación y mejora el índice de productividad. Este cálculo se realiza con el promedio de la productividad con uso de herramientas manuales de torque dividido entre el promedio de la productividad real, y después este valor multiplicado por la productividad real. Así se obtiene valores de acuerdo a los tiempos estándar.

**Tabla N° 22: Comparación productividad actual entre la propuesta**

MES	Producción real	Horas trabajo modelo 1	Uso herramienta manual	Uso herramienta electrónica
ENE	980	66,91	2,56	2,36
FEB	1025	71,32	2,61	2,40
MAR	1008	86,16	2,96	2,73
ABR	912	76,37	3,14	2,89
MAY	915	79,41	3,25	3,00
JUN	940	74,19	3,20	2,95

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Así queda demostrado que las herramientas electrónicas de torque influyen en las horas por unidad de producción (HPU), esto si lo hacemos por estación de trabajo también se puede evidenciar una mejora considerable, como se demuestra en la tabla siguiente N° 23.

**Tabla N° 23: Comparación de HPU según el tipo de herramienta y la mejora**

Estación	HPU Herramienta manual	HPU herramienta electrónica	Mejora
ESTACIÓN 12 DEL	3,11	2,70	0,40
ESTACIÓN 04 DEL	2,99	2,56	0,43
ESTACIÓN 07 LD	3,30	3,05	0,25
ESTACIÓN 10 LD	2,88	2,63	0,25
ESTACIÓN 07 LI	2,53	2,50	0,03
ESTACIÓN 10 LI	2,91	2,88	0,02

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

## Cronograma de actividades

Para implementar la propuesta se realiza un cronograma encaminado a la implementación de las herramientas electrónicas de torque, con tiempo estimado que incluye todo el proceso, desde la aprobación del proyecto hasta la entrega formal a producción y mantenimiento. También se identifican los hitos o puntos críticos del proyecto los mismos que están de color azul en la figura N° 23.

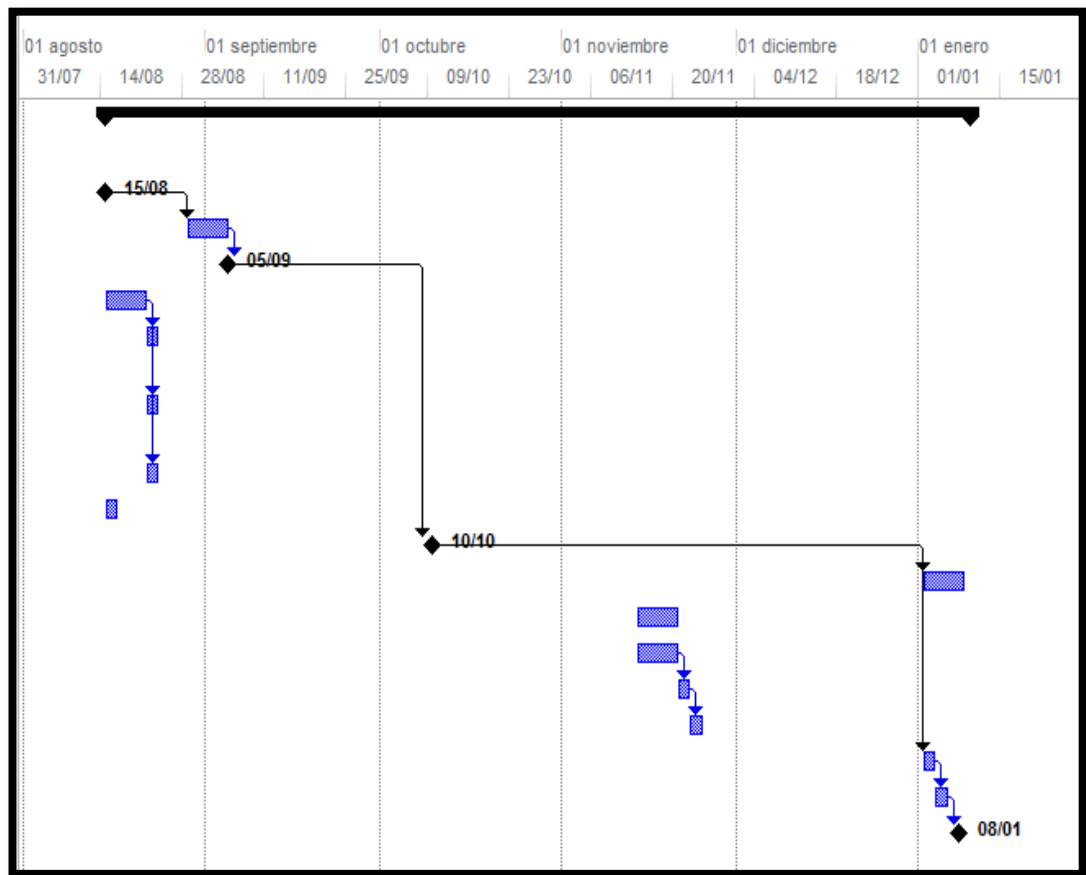
% plet	Masi Dot Stat	Task Name	Duración	Comienzo	Fin	Owner
0%	▬	<b>Herramientas electrónicas de torque</b>	<b>21,2 sem.</b>	<b>mar 15/08/17</b>	<b>mar 09/01/18</b>	
0%	▬	Aprobación de proyecto	2 sem.	mar 15/08/17	lun 28/08/17	Proyectos
0%	○	Emission de lista de operaciones vs herramienta	1 sem	mar 29/08/17	lun 04/09/17	Proyectos
0%	▬	Orden Compra	5 sem.	mar 05/09/17	lun 09/10/17	Compras
0%	○	Modificacion de listado de operaciones	1 sem	mar 15/08/17	lun 21/08/17	Proyectos
0%	○	Orden de programacion de herramientas electrónicas a proveedor	2 días	mar 22/08/17	mié 23/08/17	Proyectos
0%	○	Ordenes verificación de calibración para mantenimiento	2 días	mar 22/08/17	mié 23/08/17	Proyectos
0%	○	Oden de correlaciones y programaciones	2 días	mar 22/08/17	mié 23/08/17	Proyectos
0%	○	Validación seguridad de cada herramienta	2 días	mar 15/08/17	mié 16/08/17	Mantenimiento
0%	▬	Tiempo de entrega	12 sem.	mar 10/10/17	lun 01/01/18	Proveedor
0%	○	Calibración en mantenimiento	1 sem	mar 02/01/18	lun 08/01/18	Mantenimiento
0%	○	Orden de compra soporteria	1 sem	mar 14/11/17	lun 20/11/17	Proyectos
0%	○	Orden de compra eléctrica	1 sem	mar 14/11/17	lun 20/11/17	Proyectos
0%	○	Acometida eléctrica de cargadores de bateria	2 días	mar 21/11/17	mié 22/11/17	Proveedor
0%	○	Instalacion de comprobadores de torque y audito	2 días	jue 23/11/17	vie 24/11/17	Proveedor
0%	○	Programacion de parametros iniciales	2 días	mar 02/01/18	mié 03/01/18	Proyectos
0%	▬	Pruebas de herramientas en linea	2 días	jue 04/01/18	vie 05/01/18	Proyectos
0%	▬	Entrega final de proyecto y formato poka yoke	2 días	lun 08/01/18	mar 09/01/18	Proyectos

**Figura N° 31: Cronograma de actividades**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con estas actividades se puede graficar el diagrama de Gantt, las cuales también incluyen la ruta crítica o hitos que deben cumplirse, de lo contrario las fechas pueden retrasarse.



**Figura N° 32: Diagrama de Gantt**

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

## Modelo operativo

### Desarrollo de la propuesta

En la industria automotriz es muy común encontrar equipos y herramientas especiales que se utilizan para los procesos de manufactura y en especial para el ensamblaje de partes y accesorios, los cuales ayudan a cumplir con los requerimientos de seguridad y calidad. En esta investigación se propone el uso de herramientas electrónicas de torque igual o similar a las ya existentes en planta,

las cuáles cumplen con especificaciones técnicas, definidas y analizadas en proyectos anteriores, por esta razón, se tomará como referencia las herramientas existentes en planta para realizar el análisis de inversión, realizando una selección entre especificaciones técnicas de tres proveedores y marcas diferentes. Para realizar esta selección se utilizan dos métodos de calificación, uno económico y otro de especificaciones técnicas. El económico se muestra en la tabla N° 24.

**Tabla N° 24: Inversión por tipo de herramienta**

Descripción	Cant	UDM	TIPO A	TIPO B	TIPO C
Herramienta electrónica angular 10 - 100 Nm	6	UNI	\$ 112.463,16	\$ 137.575,00	\$ 121.460,21
Acondicionamiento, dispositivos y accesorios	6	UNI	\$ 13.200,00	\$ 15.700,00	\$ 14.256,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 125.663,16</b>	<b>\$ 153.275,00</b>	<b>\$ 135.716,21</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

También se ha creado una matriz de calificación según requerimientos técnicos y especificaciones generales, que deben cumplir las herramientas electrónicas de torque, en la cual se utilizará una calificación porcentual entre 0% y 100% de acuerdo al cumplimiento de cada uno, esto se evidencia en la tabla N° 25. El objetivo mínimo a cumplir es de 85% de satisfacción para la selección de la herramienta correcta.

**Tabla N° 25: Matriz de calificación de las herramientas electrónicas de torque**

Items a evaluar	Ponderación	Tipo A	Tipo B	Tipo C
<b>Requerimientos técnicos</b>	<b>76,00</b>	74,8	68,8	69,8
Peso de la herramienta	10,00	100%	80%	90%
Baja reacción de torque al operador	10,00	100%	100%	100%
Programación de estrategias de ajuste (mediante software)	6,00	100%	100%	100%
Cantidad de secuencias disponibles	8,00	100%	90%	90%
Cantidad de etapas disponible por ajuste	8,00	100%	60%	60%
Requiere licencia para software de control sin costo	6,00	80%	80%	80%
Cable de conexión a computadora.	2,00	100%	100%	100%
Cantidad de ciclos de almacenamiento	8,00	100%	100%	100%
Ayuda visual en la herramienta (luz led)	8,00	100%	100%	100%
Conexión wireless	10,00	100%	100%	100%
<b>Especificaciones generales</b>	<b>8,00</b>	8,00	4,00	2,40
Suministro de la última versión de software	2,00	100%	100%	100%
Disponibilidad de repuestos de alta rotación	2,00	100%	50%	0%
Tiempo de respuesta corta a solución de problemas	4,00	100%	25%	10%
<b>Otros valores agregados</b>	<b>16,00</b>	14,30	11,05	11,05
Tiempo de entrega	7,00	90%	90%	90%
Costo de mantenimiento anual	5,00	80%	75%	75%
Equipo backup en proveedor para entrega rápida	4,00	100%	25%	25%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>97,10</b>	<b>83,85</b>	<b>83,25</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con la información obtenida de la matriz de calificación se selecciona la herramienta electrónica de torque TIPO A, ya que cumple con el mayor porcentaje de especificaciones requeridas para el proceso de ajuste de pernos y tuercas, para esto se debe considerar los resultados económicos de la tabla 24, que apoyan la elección de la herramienta indicada

Ahora con esta información se realiza cotización con el proveedor de las herramientas que se requieren y los accesorios necesarios y el costo de cada uno se muestra en la tabla N° 26.

**Tabla N° 26: Costo de herramientas y accesorios**

DESCRIPCIÓN	CANT	UDM	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Herramienta electrónica angular 10 - 100 Nm	6	UNI	\$ 15.538,00	\$ 93.228,00
Baterías de 44V Li-Ion	12	UNI	\$ 718,62	\$ 8.623,44
Cargador para baterías	6	UNI	\$ 718,62	\$ 4.311,72
Anillo de sujeción herramienta	6	UNI	\$ 350,00	\$ 2.100,00
Instalación y puesta en marcha	6	UNI	\$ 700,00	\$ 4.200,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 112.463,16</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Para la puesta en marcha de las herramientas electrónicas de torque, también es requerida otras adecuaciones en cada estación donde se vayan a instalar. Estos requerimientos se enumeran en la tabla N° 27.

**Tabla N° 27: Costo dispositivos y adecuaciones adicionales**

DESCRIPCIÓN	CANT.	UDM	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Instalación tomas eléctricas	6	UNI	\$ 800,00	\$ 4.800,00
Soportería de herramienta	6	UNI	\$ 650,00	\$ 3.900,00
Comprobadores de torque para validación	6	UNI	\$ 500,00	\$ 3.000,00
Balancin para suspender la herramienta	6	UNI	\$ 250,00	\$ 1.500,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 13.200,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con esta información podemos tener el valor total que se requiere para el reemplazo de las herramientas manuales de torque por las herramientas electrónicas de torque es el siguiente.

$$\text{Total de inversión} = \$ 125.663,16$$

En base al análisis de los datos de la tabla 21 del primer semestre del año 2017, considerando que no habrá incremento en la producción aun cuando las expectativas de la empresa estiman un incremento de las mismas, se realiza una proyección de producción con el tiempo propuesto tomando como datos las 5.16 horas que se trabaja en esta línea, 5 días de la semana y días laborables al mes según calendario, y esto por el 56% aproximado que se trabaja produciendo este modelo 1. Esto permite determinar la diferencia de unidades por hora y por mes y después multiplicar por el costo promedio por unidad que se obtuvieron del primer semestre.

**Tabla N° 28: Proyección para el siguiente año**

MES	Día mes / 5,16 horas	Horas propuestas por mes	Unidades por hora tiempo estándar actual	Unidades por hora tiempo estándar propuesto
JUL	21	60,68	15,25	16,53
AGO	22	63,57	15,25	16,53
SEP	21	60,68	15,25	16,53
OCT	22	63,57	15,25	16,53
NOV	19	54,90	15,25	16,53
DIC	20	57,79	15,25	16,53
ENE	22	63,57	15,25	16,53
FEB	18	52,01	15,25	16,53
MAR	22	63,57	15,25	16,53
ABR	21	60,68	15,25	16,53
MAY	21	60,68	15,25	16,53
JUN	20	57,79	15,25	16,53

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con la información mostrada en la tabla anterior se puede realizar una proyección de unidades a producir por mes durante el próximo año, con el tiempo actual y con el tiempo propuesto, lo que permite identificar en la tabla N° 29 el ahorro que se puede obtener desde Junio del 2017 y el primer semestre de 2018.

Así se evidencia un ahorro muy considerable, lo que más adelante permitirá realizar el cálculo de factibilidad económica utilizando dos herramientas para esto, el cálculo del VAN y TIR.



**Tabla N° 29: Ahorro proyectado por unidades producidas**

MES	Producción tiempo actual	Producción tiempo propuesto	Diferencia unidades	Costo promedio por unidad	Ahorro por unidades producidas
JUL	925	1003	78	125	\$ 9.754,73
AGO	969	1051	82	125	\$ 10.219,24
SEP	925	1003	78	125	\$ 9.754,73
OCT	969	1051	82	125	\$ 10.219,24
NOV	837	908	71	125	\$ 8.825,70
DIC	881	955	74	125	\$ 9.290,22
ENE	969	1051	82	125	\$ 10.219,24
FEB	793	860	67	125	\$ 8.361,19
MAR	969	1051	82	125	\$ 10.219,24
ABR	925	1003	78	125	\$ 9.754,73
MAY	925	1003	78	125	\$ 9.754,73
JUN	881	955	74	125	\$ 9.290,22

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con el estudio de factibilidad económico proyectado a un año de producción desde Julio 2017 a Junio 2018 se puede evidenciar un ahorro importante por mes.

### **Evaluación del impacto financiero**

Para el análisis financiero se utilizará los datos proporcionados por la empresa, tasa mínima anual de retorno que es de 25%, y el plazo máximo de retorno de la inversión es de 2 años. Entonces, se realiza el estudio con los datos de ahorro de la tabla N° 29 que se convierten en flujo neto, así se puede realizar el cálculo del Valor Agregado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

**Tabla N° 30: Tabla de proyección flujo neto de caja para cálculo del VAN y el TIR**

Inversión		-125663,2
Mes		Flujo neto
1	jul-17	9754,73
2	ago-17	10219,24
3	sep-17	9754,73
4	oct-17	10219,24
5	nov-17	8825,70
6	dic-17	9290,22
7	ene-18	10219,24
8	feb-18	8361,19
9	mar-18	10219,24
10	abr-18	9754,73
11	may-18	9754,73
12	jun-18	9290,22
13	jul-18	9754,73
14	ago-18	10219,24
15	sep-18	9754,73
16	oct-18	10219,24
17	nov-18	8825,70
18	dic-18	9290,22
19	ene-19	10219,24
20	feb-19	8361,19
21	mar-19	10219,24
22	abr-19	9754,73
23	may-19	9754,73
24	jun-19	9290,22

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Con la información proyectada se puede realizar el cálculo del VAN y TIR tomando como referencia lo mencionado anteriormente del 25% de tasa de descuento y máximo dos años de retorno, con esto obtenemos la información que se muestra en la tabla N° 31. Aquí se tiene un valor positivo para el VAN y una tasa superior a la requerida en el TIR, lo que indica que la inversión es factible realizar.

**Tabla N° 31: Cálculo VAN y TIR propuesta**

Datos para el análisis						
<b>Inversión</b>	<b>125.663</b>					
		AÑOS				
	inversión	1	2	3	4	5
<b>Flujo de caja (neto anual)</b>	<b>-125.663</b>	<b>115.663</b>	<b>115.663</b>			
Cálculo del V.A.N. y el T.I.R.						
	%					
<b>Tasa de descuento</b>	<b>25,00%</b>					
<b>V.A.N a dos años</b>	<b>\$ 32.713,45</b>	<b>Valor positivo, inversión (factible)</b>				
<b>T.I.R a dos años</b>	<b>52,43%</b>	<b>Valor superior a la tasa, inversión (factible)</b>				

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Si se realiza el cálculo de manera mensual se obtiene que el valor agregado neto (VAN), es factible desde el mes 16, como evidencia en la tabla N° 32. Si se considera los 24 meses, se obtiene un valor mayor el obtenido si se calcula de manera anual.

**Tabla N° 32: Cálculo mensual del VAN y TIR según la proyección**

Cálculo VAN		Comentario
VAN a 15 meses	(\$ 1.844,93)	El VAN se mantiene negativo en los primeros 15 meses
VAN a 15 meses	\$ 5.352,64	El VAN se convierte en positivo a los 16 meses
VAN a 24 meses	\$ 53.967,98	En 24 meses

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** El investigador

Se puede concluir indicando que existe una diferencia cuando se realiza el cálculo del valor agregado neto (VAN) de manera anual a mensual, donde se puede demostrar la cantidad de meses en los que se puede pagar ya el proyecto.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

Después de realizar la propuesta para la implementación de herramientas electrónicas de torque, se puede concluir que, ésta mejora el tiempo de las operaciones de las estaciones en análisis (6), en 7.5% promedio, lo que permite aumentar el número de unidades a producirse por hora y así, el objetivo mensual no se ve restringido, como se evidenció en la tabla N° 20.

Otro punto positivo de este estudio revela que se genera un ahorro considerable por mes, esto se pudo calcular utilizando el costo promedio por unidad del semestre anterior (\$125) multiplicado por el número de unidades que se puede incrementar con el uso de las herramientas electrónicas de torque como se demostró en la tabla N° 21, ahí se evidencia que el ahorro por mes es \$10000.

Como se mencionó al inicio de esta investigación, otro indicador de gestión importante es, las horas por unidad (HPU) que es la productividad, el mismo que se ve mejorado, así se evidenció en la tala N° 22, lo que significa un 0,23 horas por unidad, transformado a porcentaje el 8% de mejora

Dentro del análisis financiero se pudo demostrar que la inversión requerida para la implementación de las herramientas electrónicas de torque es factible, se calculó a dos años y se demostró con el cálculo del Valor Agregado Neto (VAN)

que fue de \$ **32.713,45** y la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue **52,43%**, considerando los requerimientos de la empresa donde se realiza la investigación.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar la implementación de las herramientas electrónicas de torque lo antes posible, debido a que se produce una mejora en la cantidad de unidades a producirse por mes, lo que influiría en reducir el número de horas extras para cumplir el volumen requerido.

Por la experiencia adquirida en esta investigación se recomienda analizar la automatización de otros procesos de la planta

Si en los próximos meses se presenta un incremento en el volumen de producción, se recomienda realizar otros análisis en estaciones de trabajo de otras áreas específicas, y realizar una comparación con el costo de mano de obra.

## BIBLIOGRAFÍA

- A Benjamin W. Niebel. (2009). *Ingeniería Industria, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Alberto Medina León; Dianelys Nogueira Rivera; . (08 de Julio de 2015).  
<http://www.altagestion.com.co>. Obtenido de  
[http://www.altagestion.com.co/boletines/mailling2015/redes\\_sociales/doc/0702\\_DOCUMENTO\\_RelevanciaGPP\\_20150708.pdf](http://www.altagestion.com.co/boletines/mailling2015/redes_sociales/doc/0702_DOCUMENTO_RelevanciaGPP_20150708.pdf)
- Aleman, E. (14 de Noviembre de 2008). Diseño de un plan de mejoramiento continuo, planificación y control de la producción en la empresa PROSISA. En U. T. Tesis de Ingeniería. Quito: Fecha de recuperación: 2013-02-14. Obtenido de  
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5515>
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (31 de Enero de 2017).  
<http://www.aeade.net>. Obtenido de <http://www.aeade.net/wp-content/uploads/2017/02/Sector-en-cifras-5-febrero-2017.pdf>
- Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. (5 de Febrero de 2017).  
<http://www.cinae.org.ec>. Obtenido de  
<http://www.cinae.org.ec/index.php/resumen-estadistico>
- CARLOS IVÁN AGUILERA C. (Diciembre de 2000). <http://www.scielo.org.co>. Obtenido de  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-59232000000400004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232000000400004)

- Delgado, J. (2014). PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE MODELACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES PARA EL DISEÑO DE SIMULADORES. CASO DE ESTUDIO: MÉTODOS DE TRABAJO Y ESTUDIO DE TIEMPOS. En U. T. EQUINOCCIAL. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5575>.
- Garnica, C. (2007). Diseño de un modelo de mejoramiento en los procesos de una microempresa de servicios de gestión bancaria. Caso Aplicado: GARYCORP S.A. En E. P. Proyecto de Ingeniería, <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2093/1/CD-0997.pdf>. Quito.
- Gomez, M. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Córdova: Editorial Brujas.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & del Pilar Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación quinta edición*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INEN; SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (10 de 2014). <http://www.normalizacion.gob.ec>. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/RTE-034-3R-RESOLUCION-14453.pdf>
- Introducción a la Ingeniería Industrial. (2014). <http://editorialpatria.com.mx>. Obtenido de <http://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074383164.pdf>
- Lilian, M. .. (2011). <http://www.uti.edu.ec>. Obtenido de [http://www.uti.edu.ec/documents/LINEAS\\_DE\\_INVESTIGACION\\_2011.pdf](http://www.uti.edu.ec/documents/LINEAS_DE_INVESTIGACION_2011.pdf).



Ministerio de Industrias y Productividad. (16 de Diciembre de 2016).

<http://www.industrias.gob.ec>. Obtenido de

<http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/01/politicaIndustrialweb-16-dic-16-baja.pdf>

MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD. (27 de Enero de 2016).

<http://www.inmetro.gov.br>. Obtenido de

[http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CECU\\_66\\_ADD\\_4.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CECU_66_ADD_4.pdf)

NORMAS ISO. (s.f.). <https://www.iso.org>. Obtenido de

<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso-iec:ts:17021:-2:ed-1:v1:es>

Procesos de Manufactura. (Febrero de 2008).

<http://s3.amazonaws.com/academia.edu>. Obtenido de

[http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/35199790/proceso\\_de\\_manufactura.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1499391841&Signature=J3BE7HkuCdlyZf75Ck47Bo6%2FoW4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DProceso\\_de\\_manufactura](http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/35199790/proceso_de_manufactura.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1499391841&Signature=J3BE7HkuCdlyZf75Ck47Bo6%2FoW4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DProceso_de_manufactura)

Prokopenko, J. (1989). *La Gestion de la Productividad*. Ginebra: , Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211.

REGISTRO OFICIAL, Ó. D. (11 de 2013). <http://www.industrias.gob.ec>.

Obtenido de [http://www.industrias.gob.ec/wp-](http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/ACUERDO_12_392.pdf)

[content/uploads/downloads/2013/11/ACUERDO\\_12\\_392.pdf](http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/ACUERDO_12_392.pdf)

Rosales , O. (1989). *COMPETITIVIDAD, PRODUCTIVIDAD Y POSIBILIDADES DE REINSERCIÓN COMERCIAL EN AMERICA LATINA*. Guatemala: ILPES.

Salazar, J. (2015). IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA EMPRESA IQE DE ECUADOR S.A. SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2008. En I. I. EQUINOCCIAL. Quito:  
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5596>.

SALINAS, A. (2014). “ESTUDIO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA CIMA, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING”. En U. T. EQUINOCCIAL,  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5585/1/58298\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5585/1/58298_1.pdf).

Scotiabank Global Auto Report. (07 de Febrero de 2017).  
<http://www.gbm.scotiabank.com>. Obtenido de  
[http://www.gbm.scotiabank.com/scpt/gbm/scotiaeconomics63/GAR\\_2017-02-07.pdf](http://www.gbm.scotiabank.com/scpt/gbm/scotiaeconomics63/GAR_2017-02-07.pdf)

## **ANEXOS**

Anexo 1: Tabla de tiempos estándar línea de vestidura

Tabla de tiempos estándar modelo 1			
MODELO 1	IZQUIERDO	DERECHO	BÓVEDA
ESTACIÓN 01	207	210,4	224,5
ESTACIÓN 02	215	213,2	
ESTACIÓN 03	228,2	203,5	228,2
ESTACIÓN 04	211,8	217,6	239,2
ESTACIÓN 05	212,5	214	212,5
ESTACIÓN 06	196,8	201,4	
ESTACIÓN 07	230,6	263,7	
ESTACIÓN 08	214,2	214,3	
ESTACIÓN 09	213,3	210,4	214,8
ESTACIÓN 10	232,4	202,1	
ESTACIÓN 11	214,5	214,9	225
ESTACIÓN 12	215	215,2	248,7
ESTACIÓN 13	212,1	212,2	
ESTACIÓN 14	211,4	211,9	
ESTACIÓN 15	206,2	206,2	
ESTACIÓN 16	204,7	199,8	
ESTACIÓN 17	212,3	236,1	
ESTACIÓN 18	202,9	201,2	
ESTACIÓN 19	213,5	215,4	

Tabla de tiempos estándar modelo 2			
MODELO 2	IZQUIERDO	DERECHO	BÓVEDA
ESTACIÓN 01	213,5	214,3	214,6
ESTACIÓN 02	229	226,6	213,9
ESTACIÓN 03	220,2	221,5	213,9
ESTACIÓN 04	217	213,9	220,1
ESTACIÓN 05	215	215	213,2
ESTACIÓN 06	213,7	214,1	
ESTACIÓN 07	212,6	213,9	
ESTACIÓN 08	213,9	213,7	
ESTACIÓN 09	214,4	213,5	214,5
ESTACIÓN 10	205,9	212,1	
ESTACIÓN 11	214,1	207,2	209,7
ESTACIÓN 12	209,7	213,2	208,3
ESTACIÓN 13	212,7	199	
ESTACIÓN 14	202,5	197,5	
ESTACIÓN 15	185,3	213,1	
ESTACIÓN 16	221,6	213,6	
ESTACIÓN 17	213,7	214,1	
ESTACIÓN 18	213,9	214,8	
ESTACIÓN 19	209,8	208,6	

Tabla de tiempos estándar modelo 3			
MODELO 3	IZQUIERDO	DERECHO	BÓVEDA
ESTACIÓN 01	213,9	213,9	213,3
ESTACIÓN 02	216,9	214,6	192,5
ESTACIÓN 03	215,3	215,6	192,5
ESTACIÓN 04	213,2	212,5	215,1
ESTACIÓN 05	215	217	213,2
ESTACIÓN 06	210,5	215	
ESTACIÓN 07	213,4	211,5	
ESTACIÓN 08	214,9	203,2	
ESTACIÓN 09	221,4	213	211,1
ESTACIÓN 10	174,9	183,9	
ESTACIÓN 11	212,3	214,1	213,4
ESTACIÓN 12	211,1	212,2	213,2
ESTACIÓN 13	214,9	210,2	
ESTACIÓN 14	198,3	199	
ESTACIÓN 15	213,7	214,7	
ESTACIÓN 16	195	213,4	
ESTACIÓN 17	213,8	213,9	
ESTACIÓN 18	219,3	213,7	
ESTACIÓN 19	213,4	191,5	