

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

UNIDAD DE TITULACIÓN

**ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
PROCESOS PRODUCTIVOS AUTOMATIZADOS PARA LA
ELIMINACIÓN DE INSPECCIONES REDUNDANTES DE LAS
EMPRESAS AUTOPARTISTAS.**

CASO: TRANSEJES ECUADOR CÍA. LTDA.

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN
OPERACIONES EN SECTORES ESTRATÉGICOS**

ALEJANDRO DANIEL LALVAY ESPINOSA

alejo.le88@gmail.com

Directora: Ing. María Stefanie Vásquez Peñafiel

maria.vasquez@epn.edu.ec

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Como directora del trabajo de titulación ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS AUTOMATIZADOS PARA LA ELIMINACIÓN DE INSPECCIONES REDUNDANTES DE LAS EMPRESAS AUTOPARTISTAS. CASO: TRANSEJES ECUADOR CÍA. LTDA. desarrollado por ALEJANDRO DANIEL LALVAY ESPINOSA, estudiante de la MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN OPERACIONES EN SECTORES ESTRATÉGICOS, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.

Ing. María Stefanie Vásquez Peñafiel

DIRECTORA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, ALEJANDRO DANIEL LALVAY ESPINOSA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alejandro Daniel Lalvay Espinosa

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado lo quiero dedicar a mis padres, quienes han sido las personas que con su apoyo incondicional enrumbaron mi camino para poder ser un buen ser humano y un gran profesional.

A mi esposa Daysi, quien siempre estuvo a mi lado apoyándome sin importar las circunstancias y enseñándome que el esfuerzo y la constancia son virtudes que hacen que las personas buenas se diferencien de las extraordinarias.

A mi hijo Jared, quien es mi fortaleza y motivación para cada día ser mejor y por enseñarme que la felicidad no tiene límites. Gracias Campeón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | i |
| LISTA DE TABLAS | ii |
| LISTA DE ANEXOS | iii |
| RESUMEN | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 1.2. OBJETIVO GENERAL | 4 |
| 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 5 |
| 1.4. ALCANCE | 5 |
| 1.5. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 1.5.1.INDUSTRIA AUTOMOTRIZ..... | 5 |
| 1.5.2.NORMA IATF 16949:2016..... | 6 |
| 1.5.2.1.ANÁLISIS Y EFECTOS DE MODO DE FALLA (FMEA)..... | 8 |
| 1.5.2.2.CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (SPC)..... | 11 |
| 1.5.3.REQUISITOS ESPECIALES DE LOS CLIENTES..... | 13 |
| 1.5.4.FACTIBILIDAD ECONÓMICA..... | 13 |
| 1.5.4.1.COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN..... | 14 |
| 1.5.4.2.COSTOS DE MANTENIMIENTO..... | 15 |
| 1.5.5.DETERMINACIÓN DE PROCESOS AUTOMÁTICOS DE PRODUCCIÓN.. | 16 |
| 1.5.5.1.HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS DE TORQUE CON CONTROLADOR... | 16 |
| 1.5.5.2.HERRAMIENTAS MANUALES DE TORQUE CON CONTROL DIGITAL.. | 17 |
| 1.5.6.IMPACTO SOCIAL DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN..... | 17 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 19 |
| 2.1. NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 2.4. HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 22 |
| 2.5. DISEÑO DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.1.VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 23 |
| 2.6.DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN..... | 23 |
| 2.7.DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA..... | 24 |
| 2.8.MÉTODO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS..... | 26 |
| 2.9.MÉTODO DE SELECCIÓN DE PROPUESTAS DE AUTOMATIZACIÓN | 27 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| 3.1.1.ANÁLISIS FMEA DE CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS..... | 28 |
| 3.1.2.CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (SPC)..... | 29 |
| 3.1.3.SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO..... | 31 |
| 3.1.4.ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA INVERSIÓN..... | 32 |
| 3.1.5.ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN..... | 35 |
| 4. CONCLUSIONES | 58 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 62 |
| ANEXOS | 65 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Sistema de Control del Proceso..... | 2 |
| Figura 2 – Clientes a los cuales Transejes Ecuador Cía. Ltda. suministra sus productos. | 3 |
| Figura 3 - Imágenes referenciales de los productos elaborados en Transejes Ecuador Cía. Ltda..... | 3 |
| Figura 4 - Representación de la estructura de esta Norma Internacional con el ciclo PHVA. | 7 |
| Figura 5 - Gráficas para análisis de Control Estadístico de Procesos..... | 12 |
| Figura 6 - Herramienta de torque controlado marca Stanley. | 16 |
| Figura 7 - Sistema de herramienta manual de torque con control digital..... | 17 |
| Figura 8 - Escala de calificación de criterios..... | 28 |
| Figura 9 - Resultados obtenidos del análisis SPC | 30 |
| Figura 10 - Histórico de tasas de rentabilidad de Transejes Ecuador | 33 |
| Figura 11 - Referencia del valor de tasa equity. | 34 |
| Figura 12 - Valor de tasa anual con financiamiento a través de bancos en Ecuador. | 35 |
| Figura 13 - Cálculo Alfa de Cronbach | 35 |
| Figura 14 - Cálculo final de Alfa de Cronbach | 38 |
| Figura 15 - Resultado estadístico de Pregunta 1 | 39 |
| Figura 16 - Resultado estadístico de Pregunta 2 | 39 |
| Figura 17 - Resultado estadístico de Pregunta 3 | 40 |
| Figura 18 - Resultado estadístico de Pregunta 4 | 40 |
| Figura 19 - Resultado estadístico de Pregunta 5 | 41 |
| Figura 20 - Resultado estadístico de Pregunta 6 | 41 |
| Figura 21 - Resultado estadístico de Pregunta 7 | 42 |
| Figura 22 - Resultado estadístico de Pregunta 8 | 42 |
| Figura 23 - Resultado estadístico de Pregunta 9 | 43 |
| Figura 24 - Resultado estadístico de Pregunta 11 | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 25 - Resultado estadístico de Pregunta 12 | 44 |
| Figura 26 - Resultado estadístico de Pregunta 13 | 44 |
| Figura 27 - Resultado estadístico de Pregunta 14 | 45 |
| Figura 28 - Resultado estadístico de Pregunta 16 | 45 |
| Figura 29 - Resultado estadístico de pregunta 17 | 46 |
| Figura 30 - Resultado estadístico de Pregunta 18 | 46 |
| Figura 31 - Resultado estadístico de Pregunta 19 | 47 |
| Figura 32 - Resultado estadístico de Pregunta 20 | 47 |
| Figura 33 - Resultado estadístico de Pregunta 21 | 48 |
| Figura 34 - Resultado estadístico de Pregunta 22 | 48 |
| Figura 35 - Resultado estadístico de Pregunta 23 | 49 |
| Figura 36 - Resultado estadístico de Pregunta 24 | 49 |
| Figura 37 - Resultado estadístico de Pregunta 26 | 50 |
| Figura 38 - Resultado estadístico de Pregunta 28 | 50 |
| Figura 39 - Resultado estadístico de Pregunta 29 | 51 |
| Figura 40 - Resultado estadístico de Pregunta 30 | 51 |
| Figura 41 - Resultado estadístico de Pregunta 31 | 52 |
| Figura 42 - Resultado estadístico de Pregunta 32 | 52 |
| Figura 43 - Resultado estadístico de Pregunta 33 | 53 |
| Figura 44 - Resultado estadístico de Pregunta 34 | 53 |
| Figura 45 - Resultado estadístico de Pregunta 35 | 54 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 - Criterios Sugeridos de Evaluación de la Severidad para FMEA..... | 9 |
| Tabla 2 - Criterios Sugeridos para Evaluación de Ocurrencia en FMEA. | 9 |
| Tabla 3 - Criterios Sugeridos para Evaluación de Detección en FMEA. | 10 |
| Tabla 4 - Umbrales del indicador NPR..... | 11 |
| Tabla 5 - Datos para el cálculo de la muestra del proceso productivo | 24 |
| Tabla 6 - Datos para el cálculo de la muestra del proceso productivo | 25 |
| Tabla 7 - Resumen FMEA de Características Especiales para la fabricación de Ejes Diferenciales | 28 |
| Tabla 8 - Resumen FMEA de Características Especiales para la fabricación de Cardanes..... | 29 |
| Tabla 9 - Especificaciones de la estación de Torque tuerca espiga. | 30 |
| Tabla 10 - Tabla resumen de selección de opciones de automatización..... | 31 |
| Tabla 11 - Resumen de selección de propuestas de proveedores | 32 |
| Tabla 15 - Estadísticas totales de elemento con 35 preguntas | 36 |
| Tabla 16 - Estadísticas totales de elemento con 34 preguntas | 37 |
| Tabla 17 - Estadísticas totales de elemento con 33 preguntas | 37 |
| Tabla 18 - Estadísticas totales de elemento con 32 preguntas | 38 |
| Tabla 19 - Resumen de resultados globales por pregunta | 55 |
| Tabla 20 - Resumen de resultados globales por dimensión..... | 55 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo I - Listado de Características Críticas para la fabricación de Ejes Diferenciales..... | 65 |
| Anexo II - Listado de Características Críticas para la fabricación de Cardanes. ... | 67 |
| Anexo III - Datos tomados en la estación de torque de tuerca espiga. | 68 |
| Anexo IV - Estudio SPC para el torque de tuerca a espiga..... | 71 |
| Anexo V - Cotización Proveedor AMERQUIP..... | 72 |
| Anexo VI - Cotización Proveedor Castillo Hermanos | 73 |
| Anexo VII - Cotización Proveedor Aimco..... | 74 |
| Anexo VIII – Flujo de Efectivo Proyectado | 75 |
| Anexo IX - Resumen de ventas proyectadas de Transejes Ecuador..... | 76 |
| Anexo X - Resumen de costos y gastos operacionales | 77 |
| Anexo XI - Estado de resultados proyectado..... | 78 |
| Anexo XII - Cuestionario propuesto para la medición del ambiente laboral | 79 |

RESUMEN

Esta tesis de Maestría tiene la intención de evaluar la factibilidad de realizar la inversión en la repotenciación de los procesos productivos considerados como críticos dentro de una empresa ecuatoriana del sector autopartista. La decisión de invertir en este tipo de proyectos debe tener un análisis muy minucioso ya que las empresas automotrices tienen estándares de calidad muy exigentes para poder fabricar sus productos, lo cual conlleva a tener procesos productivos muy especializados, a tal punto que son únicos en el ámbito de la manufactura. Para el análisis se tomará en cuenta la facilidad de acceso a la tecnología necesaria para las mejoras identificadas en un análisis cuantitativo previo, también la inversión necesaria para realizar dicha mejora y por último el impacto social que pueda tener estas mejoras en los trabajadores de este sector. El análisis cuantitativo se lo realizará bajo la norma automotriz IATF 16949:2016, en su apartado relacionado al Control Estadístico de Procesos (SPC). Esta norma se encuentra bajo la aprobación de la Automotive Industry Action Group (AIAG), que es la asociación de ensambladoras automotrices más grande del mundo en donde destacan empresas como Ford, General Motors y Chrysler.

Palabras clave: Control Estadístico de Procesos. Calidad. IATF 16949. Empresas autopartistas.

ABSTRACT

This Master's thesis intends to evaluate the feasibility of making the investment in the repowering of the productive processes considered critical within an Ecuadorian company of the auto parts sector. The decision to invest in this type of projects must have a very thorough analysis because automotive companies have very demanding quality standards to be able to manufacture their products, which leads to highly specialized production processes, to the point that they are unique in the manufacturing field. For the analysis will be taken into account the ease of access to the technology needed for the improvements identified in a previous quantitative analysis, also the investment needed to make such improvement and finally the social impact that these improvements may have on workers in this sector. The quantitative analysis will be carried out under the automotive standard IATF 16949:2016, in its section related to Statistical Process Control (SPC). This standard is under the approval of the Automotive Industry Action Group (AIAG), which is the largest association of automotive assemblers in the world where companies such as Ford, General Motors and Chrysler stand out.

Keywords: Statistical processes control. Quality. IATF 16949. Autoparts companies.

1. INTRODUCCIÓN

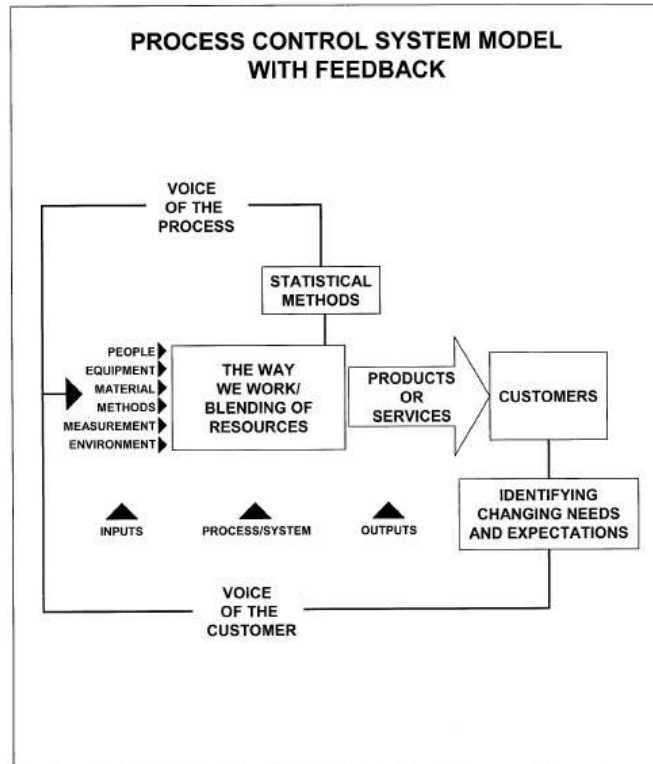
“En el Ecuador se inicia el ensamblaje de vehículos en 1973, con una producción de 144 unidades. El sector genera una importante contribución a la economía del país en aranceles, impuestos y generación de empleo” (Hemisferios, 2016).

Según la página web de Proecuador (Ecuador, 2016), la industria automotriz ecuatoriana ha logrado reconocimientos de altos estándares internacionales, debido a la calidad de sus productos. Las empresas ensambladoras y productoras de autopartes están calificadas con normas internacionales especiales para la industria como Quality System 9000 (QS 9000), International Automotive Task Force 16949:2016 (IATF 16949:2016), International Standardization Organization 14000 (ISO 14000) sobre medio ambiente y la 18000 sobre ergonomía, entre otras.

Estas certificaciones son muy exigentes en cada una de las áreas a las cuales son aplicadas de donde sobresale en especial la norma IATF 16949:2016. “El objetivo de IATF 16949:2016 es el desarrollo de un sistema de gestión de calidad que ofrece mejora continua, haciendo hincapié en la prevención de defectos y la reducción de variaciones y desperdicios en la cadena de suministro automotriz.” (México, 2017)

“La especificación IATF 16949:2016 es aplicable al diseño/desarrollo, producción y si procede, instalación y servicio de productos relacionados con la automoción” (México, 2017). En el pasado, la fabricación de autopartes a menudo dependía de la producción para hacer el producto y realizar el control de calidad para inspeccionar el producto final y así eliminar los elementos que no cumplen con las especificaciones. Actualmente se hace uso de métodos estadísticos que pueden determinar si el proceso de fabricación es lo suficientemente confiable para liberar al área de producción de las inspecciones de control de calidad.

Todos estos datos estadísticos acompañados de los requerimientos de los clientes y los procesos de manufactura conforman un Sistema de Control del Proceso (Figura 1) que se retroalimenta constantemente, y cuyo objetivo principal es que la calidad se pueda fabricar a la primera vez.



**Figura 1 - Sistema de Control del Proceso.
(Daimler Chrysler Corporation F. M., 2005, pág. 8)**

En el Ecuador existen varias empresas dedicadas a la fabricación y manufactura de componentes para el ensamblaje de vehículos, una de ellas es Transejes Ecuador Cía. Ltda. que forma parte de la multinacional autopartista Dana Incorporated que “es un líder global en suministro de tecnologías sofisticadas de transmisión, sellado y gestión térmica que mejoran la eficiencia y el desempeño de vehículos con sistemas motrices convencionales o con energía alternativa.” (Incorporated, 2018). En el Ecuador es la única empresa que fabrica sistemas de transmisión para vehículos ligeros, teniendo como clientes a las ensambladoras locales de vehículos tipo pick up o comúnmente conocidas como camionetas. En la Figura 2 se muestran los clientes a los cuales Transejes Ecuador suministra sus productos.



Figura 2 – Clientes a los cuales Transejes Ecuador Cía. Ltda. suministra sus productos. (Elaboración Propia)

En Transejes Ecuador existen 4 líneas de producción que entregan distintos productos, tubos, ejes diferenciales, cardanes y vestidura de ejes. De la fabricación y ensamble de cada una de estas líneas de producción en la empresa se tiene como producto final Cardanes y Ejes Diferenciales Vestidos (Figura 3). Estos productos se distribuyen aproximadamente entre un 80% y 85% para la ensambladora local General Motors - OBB, el restante se distribuye para los otros clientes locales y extranjeros.



Figura 3 - Imágenes referenciales de los productos elaborados en Transejes Ecuador Cía. Ltda. (Incorporated, 2018)

Los productos manufacturados por Transejes Ecuador son considerados críticos dentro de los vehículos, debido a que ellos actúan directamente sobre la función primaria de los mismos. Es por ello que se debe asegurar los procesos productivos de tal manera que se garantice la calidad de los componentes fabricados. A través de los ya mencionados

métodos estadísticos se puede conocer si un proceso productivo es confiable y garantiza cumplir con las especificaciones requeridas por los clientes.

Según (Troya, 2017), Analista del Sistema de Gestión de Calidad de Transejes Ecuador, menciona que, si no se asegura que un proceso es capaz de funcionar por sí solo se recurre a las inspecciones redundantes, es decir medir al 100% la variable que se debe controlar para asegurarnos de esta manera que la misma se encuentra dentro de las especificaciones que el cliente necesita. Este método requiere de tiempo para poder realizarlo de la manera correcta y asegurar la calidad de nuestros productos, aunque ha habido ocasiones en las cuales hemos tenido problemas de calidad debido a que estas inspecciones son realizadas por los mismos operarios de producción dejando aún latente el error humano.

Es por esta razón que una de las soluciones más viables es la automatización de estos procesos críticos. En la industria automotriz es cada vez más común que los procesos sean automatizados, acorde a lo mencionado por (Isabela, 2016), un proceso de fabricación automatizado en la industria hoy en día significa un producto final de mayor calidad y más competitivo debido a factores tales como la normalización de procesos y productos, la velocidad de producción, programación de la producción, la reducción continua de los residuos y menos probabilidades de equivocarse.

1.1. Pregunta de investigación

Tomando en cuenta el contexto de la parte introductoria que la presente tesis plantea, se propone responder la siguiente pregunta:

¿Es factible en términos económicos, la implementación de un sistema automatizado que reemplace las inspecciones redundantes al 100% de las piezas que se producen en uno de los procesos críticos, como caso de estudio, de Dana Transejes Ecuador?

1.2. Objetivo general

Analizar el costo beneficio de la implementación de procesos automatizados de control y producción dentro de una de las líneas de producción del sector autopartista en el Ecuador.

1.3. Objetivos específicos

- Identificar los procesos críticos de la empresa a través de la herramienta del Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA por sus siglas en ingles).
- Analizar la capacidad el proceso productivo dentro de la empresa a través de la herramienta del Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en ingles).
- Analizar la factibilidad económica de la implementación de un proceso automatizado en la producción.
- Analizar el impacto social dentro de la organización con la implementación de estos procesos automáticos.

1.4. Alcance

El presente trabajo de investigación analiza el caso de la empresa Transejes Ecuador Cía. Ltda. utilizando métodos estadísticos reconocidos y aprobados por la AIAG (Automotive Industry Action Group) a la que es perteneciente la empresa. El análisis se lo realizará específicamente en el área de producción, tomando uno de sus procesos productivos que se haya considerado crítico luego de un análisis cuantitativo.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Industria Automotriz

En el Ecuador, en el año 2016 se vendieron 62.305 vehículos, de los cuales el 50,7%, es decir, 31.563 unidades, fueron producidos localmente. Este nivel de ventas no se había observado en el Ecuador desde el 2004, año en que se vendieron 62.978 vehículos. (Fabara, 2017, pág. 47)

Esto es un indicador de que la industria automotriz ecuatoriana, ya sea en el ensamblaje de vehículos o en la fabricación de autopartes para los mismos tiene un aporte significativo para la economía del Ecuador. Este fuerte aporte económico para la industria nacional puede dar la apertura para que los fabricantes puedan especializar cada vez más sus procesos productivos, haciéndolos más confiables y que otorguen resultados de mayor calidad.

Otro pilar importante en la industria automotriz son las normas bajo las cuales deben realizarse las actividades de ensamblaje y manufactura. En las empresas automotrices

ecuatorianas es común que la normativa usada sea la IATF 16949:2016, la misma establece varios requisitos legales con los que se busca asegurar que las empresas que adopten esta norma siempre entreguen productos de calidad a los clientes. Y esto es comprensible ya que todos los vehículos que salen a la venta en el mercado mundial bajo esta norma deben ofrecer estándares de seguridad elevados a sus usuarios finales.

La exigencia de las normas locales aplicadas y el desarrollo de la industria automotriz, sumado a que este tipo de manufactura es muy especializada, requiere que varios de sus procesos productivos sean continuamente controlados. Es por ello que la inversión para una planta de ensamblaje vehicular es muy elevada, tomando como ejemplo a Ciauto, que es una de las ensambladoras más recientes en el Ecuador ubicada en la ciudad de Ambato, “La inversión inicial de Ciauto, creada el año 2015, fue de USD 25 millones, con proyección a 50 millones en los siguientes cinco años” (Orozco, 2018).

En el Ecuador no existen empresas automotrices que tengan procesos de fabricación o ensamble altamente especializados, todas las actividades que se realizan aún requieren de un alto grado de intervención humana, lo cual aumenta el riesgo de cometer errores en las mismas. Aunque la adquisición de tecnología de punta para asegurar una producción sin fallas es muy lejana aún en nuestro medio si existe la posibilidad de desarrollar localmente metodologías que puedan realizar controles para mitigar los errores humanos y de esta manera brindar productos de calidad y seguros a los usuarios finales.

1.5.2. Norma IATF 16949:2016

La Especificación Técnica ISO/TS 16949 (primera edición) fue desarrollada originalmente en 1999 por el International Automotive Task Force (IATF) con el fin de armonizar las diferentes evaluaciones y sistemas de certificación en la cadena de suministro global del sector automotriz. Otras actualizaciones fueron desarrolladas (segunda edición en 2002 y tercera edición en 2009), según fue necesario, ya sea por el fortalecimiento del sector automotriz o por actualizaciones a ISO 9001. (AIAG, Norma del Sistema de la Calidad Automotriz IATF 16949, 2016, pág. 7)

El objetivo de esta Norma del Sistema de Gestión de Calidad Automotriz (SGC Automotriz) es el desarrollo de un sistema de gestión de la calidad que tenga en cuenta la mejora continua, poniendo énfasis en la prevención de defectos y en la

reducción de la variación y de los desperdicios en la cadena de suministro. (AIAG, Norma del Sistema de la Calidad Automotriz IATF 16949, 2016, pág. 7)

Esta norma es un suplemento de la norma ISO 9001:2015, la cual utiliza el ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) para lograr los objetivos mencionados (Figura 4).

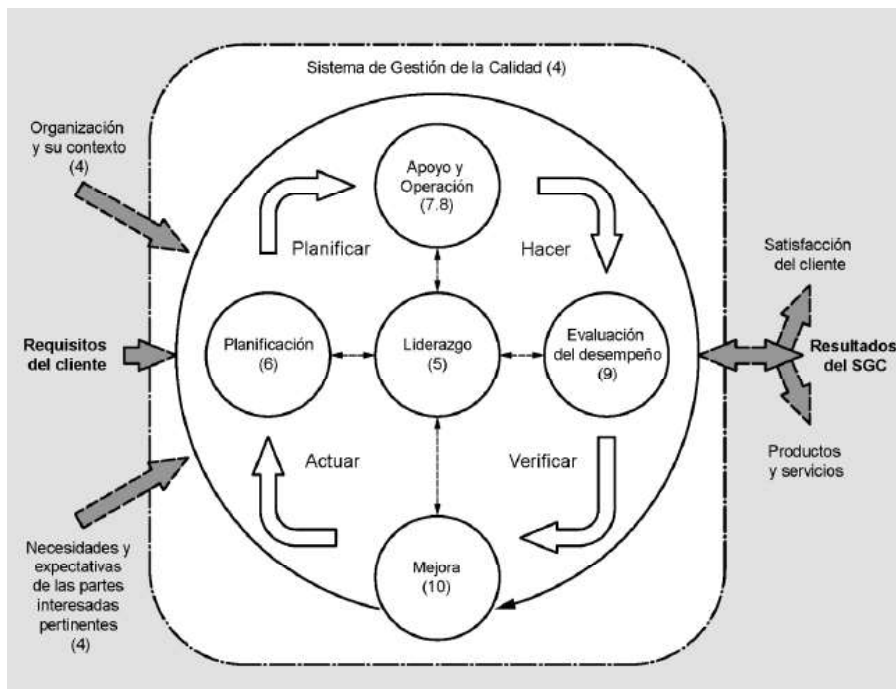


Figura 4 - Representación de la estructura de esta Norma Internacional con el ciclo PHVA. (ISO, 2015, pág. 12)

Debido a todos los requisitos que son necesarios cumplir para que una empresa automotriz obtenga la certificación IATF 16949:2016 es necesario el uso de varias herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo para poder tener los procesos productivos bajo control. Estas herramientas son de gran utilidad para identificar cuáles son los procesos en los que las empresas deben enfocar sus recursos humanos y materiales para fortalecerlos.

Estas herramientas se conocen como Core Tools y “es un conjunto de herramientas principalmente usadas en el sector automotriz también conocidas como Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP por sus siglas en inglés), Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP por sus siglas en inglés), Análisis y Efectos de Modos de Falla (FMEA por sus siglas en inglés), Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en inglés) y Análisis del Sistema de Medición (MSA por sus siglas en inglés).” (Group, 2012)

Todas estas herramientas han ido evolucionando con desde su creación hasta consolidarse en una metodología sólida para la producción con calidad. Según lo mencionado por (Group, 2012), estas herramientas son procesos desarrollados conjuntamente por Chrysler, Ford y General Motors para diseñar, desarrollar, prevenir, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Estas herramientas son un requisito de la especificación técnica IATF 16949:2016.

De las herramientas antes mencionadas las que se relacionan directamente con el proceso productivo son el FMEA, SPC y MSA. El PPAP y APQP son herramientas que se encargan de cumplir los requisitos legales y técnicos iniciales de los clientes antes de empezar el proceso productivo.

1.5.2.1. Análisis y Efectos de Modo de Falla (FMEA)

El FMEA es un documento que se actualiza constantemente en el área de producción, su función principal es analizar cuáles son los posibles riesgos que se pueden presentar en la fabricación o manufactura y que puedan desencadenar en la salida de productos que no estén conformes a las especificaciones deseadas por los clientes. En este documento se analiza cada una de las estaciones de trabajo por las cuales la materia prima debe pasar para transformarse en un producto final, se analiza cuáles son las posibles fallas que se pueden presentar en cada estación y se colocan planes de acción de mejora para controlar la ocurrencia de esas fallas o en el mejor de los casos eliminarla. Este análisis lo realiza un equipo multidisciplinario basándose en tres criterios:

1. Severidad

Se califica que tan severa puede ser la ocurrencia de una falla en el proceso y si la misma puede llegar al cliente final. En la Tabla 1 se puede observar los criterios de calificación para la severidad de los modos de falla.

Tabla 1 - Criterios Sugeridos de Evaluación de la Severidad para FMEA.

| Efecto | Criterios: Severidad del Efecto en el Producto (Efecto en el Cliente) | Rango | Efecto | Criterios: Severidad del Efecto en el Proceso (Efecto en la Manufactura/ Ensamble) |
|---|---|-------|---|---|
| Falla en el Cumplimiento con Requerimientos de Seguridad y/o Regulatorios | Modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o involucra algún incumplimiento con regulaciones gubernamentales sin advertencia | 10 | Falla en el Cumplimiento con Requerimientos de Seguridad y/o Regulatorios | Puede poner en peligro al operador (equipo ó ensamble) sin advertencia |
| | Modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o involucra algún incumplimiento con regulaciones gubernamentales con advertencia | 9 | | Puede poner en peligro al operador (equipo ó ensamble) con advertencia |
| Pérdida ó Degradamiento de alguna Función Primaria | Pérdida de alguna función primaria (vehículo inoperable, no afecta la operación segura del vehículo) | 8 | Interrupción Mayor | Puede ser que el 100% del producto se deseche. Paro de línea ó paro de envíos |
| | Degradamiento de alguna función primaria (vehículo operable, pero con un nivel de desempeño reducido) | 7 | Interrupción Significativa | Puede ser que una proporción de la corrida de producción se deseche. Desviación del proceso primario incluyendo un decremento en la velocidad de la línea ó adición de mano de obra |
| Pérdida ó Degradamiento de alguna Función Secundaria | Pérdida de alguna función secundaria (vehículo operable, pero con funciones de confort/conveniencia inoperables) | 6 | Interrupción Moderada | Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada |
| | Degradamiento de alguna función secundaria (vehículo operable, pero con funciones de confort/conveniencia con un nivel de desempeño reducido) | 5 | | Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada |
| Molestia ó Incomodidad | Apariencia ó Ruido Audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por la mayoría de los clientes (> 75%) | 4 | Interrupción Moderada | Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación, antes de ser procesada |
| | Apariencia ó Ruido Audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por muchos clientes (50%) | 3 | | Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación, antes de ser procesada |
| | Apariencia ó Ruido Audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por un mínimo de clientes (< 25%) | 2 | Interrupción Menor | Leve ó ligera inconveniencia al proceso, operación u operador |
| Sin Efecto | Sin efecto discernible | 1 | Sin Efecto | Sin efecto discernible |

(AIAG, Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales, 2008, pág. 88)

2. Ocurrencia

Califica cuántas veces a ocurrido el modo de falla analizado y de acuerdo con su ocurrencia se le asigna un valor de acuerdo con la Tabla 2.

Tabla 2 - Criterios Sugeridos para Evaluación de Ocurrencia en FMEA.

| Probabilidad de Falla | Criterios: Ocurrencia de las Causas - AMEFPs (Incidentes por ítems/vehículos) | Rango |
|-----------------------|--|-------|
| Muy Alta | ≥ 100 por mil ≥ 1 en 10 | 10 |
| Alta | 50 por mil 1 en 20 | 9 |
| | 20 por mil 1 en 50 | 8 |
| | 10 por mil 1 en 100 | 7 |
| Moderada | 2 por mil 1 en 500 | 6 |
| | .5 por mil 1 en 2,000 | 5 |
| | .1 por mil 1 en 10,000 | 4 |
| Baja | .01 por mil 1 en 100,000 | 3 |
| | $\leq .001$ por mil 1 en 1,000,000 | 2 |
| Muy Baja | La falla es eliminada a través de controles preventivos | 1 |

(AIAG, Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales, 2008, pág. 93)

3. Detección

Analiza los métodos de detección existentes en las estaciones de trabajo que puedan prevenir o alertar una falla en el sistema de producción. Su calificación es acorde a la Tabla 3.

Tabla 3 - Criterios Sugeridos para Evaluación de Detección en FMEA.

| Oportunidad para Detección | Criterios: Probabilidad de Detección por Controles del Proceso | Rango | Probabilidad de Detección |
|---|--|-------|---------------------------|
| Oportunidad de No Detección | Sin control de proceso actual; No Puede detectarse ó no es analizado. | 10 | Casi Imposible |
| Sin probabilidad de detección en ninguna etapa | (Causa) del Modo de la Falla y/o Error no es fácilmente detectado (ej., auditorias aleatorias). | 9 | Muy Remota |
| Detección del Problema Posterior al Procesamiento | Detección del Modo de la Falla posterior al procesamiento por el operador a través de medios visuales/táctiles/audibles. | 8 | Remota |
| Detección del Problema en la Fuente | Detección del Modo de la Falla en la estación por el operador a través de medios visuales/táctiles/ audibles ó posterior al procesamiento con el uso de gages de atributos (pasa/no pasa, chequeo manual del torque/Llave con clic, etc.). | 7 | Muy Baja |
| Detección del Problema Posterior al Procesamiento | Detección del Modo de la Falla posterior al procesamiento por el operador con el uso de gages de variables ó en la estación por el operador con el uso de gages de atributos (pasa/no pasa, chequeo manual del torque/Llave con clic, etc.). | 6 | Baja |
| Detección del Problema en la Fuente | Detección (de las Causas) del Modo de la Falla ó Error en la estación por el operador a través del uso de gages de variables ó por controles automatizados en la estación que detecten la parte discrepante y notifiquen al operador (luz, timbre). Chequeo se ejecuta en los ajustes y en el chequeo de la primera pieza (para causas de ajuste solamente). | 5 | Moderada |
| Detección del Problema Posterior al Procesamiento | Detección del Modo de la Falla posterior al procesamiento por controles automatizados que detectan la parte discrepante y aseguran la parte para prevenir algún procesamiento posterior. | 4 | Altamente Moderada |
| Detección del Problema en la Fuente | Detección del Modo de la Falla en la estación por controles automatizados que detectan la parte discrepante y aseguran automáticamente la parte en la estación para prevenir algún procesamiento posterior. | 3 | Alta |
| Detección del Error y/o Prevención del Problema | Detección (de las Causas) del Error en la estación por controles automatizados que detectan el error y previenen que la parte discrepante sea hecha. | 2 | Muy Alta |
| Detección no aplica; Prevención de Errores | Prevención (de las Causas) del Error como resultado del diseño de un dispositivo, diseño de la máquina ó diseño de la parte. Partes discrepantes no pueden hacerse porque el ítem/ artículo se ha hecho a prueba de errores por el diseño del producto/proceso. | 1 | Casi Cierta |

(AIAG, Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales, 2008, pág. 100)

Luego de realizar la calificación de las tres métricas se las multiplica para obtener el valor del Número de Prioridad en Riesgos (NPR) con el cual se prioriza cuáles son los procesos que requieren un mayor enfoque para aplicar acciones de mejora y de esta manera disminuir su valor ya que mientras más alto es el valor del NPR significa que el proceso bajo análisis tiene una alta probabilidad de fallar. El NPR es un valor que puede ir desde 1 hasta 1000 y los umbrales tolerables para saber si un proceso requiere de mejora o no los

establece la empresa fabricante junto a sus clientes. En Transejes Ecuador los umbrales para el indicador NPR están establecidos como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4 - Umbrales del indicador NPR

| Valor NPR | Significado |
|----------------------------|---|
| $1 \leq \text{NPR} < 40$ | Proceso estable con variación controlada dentro de los límites de control |
| $40 \leq \text{NPR} < 100$ | Proceso inestable con variaciones dentro de especificación |
| $\text{NPR} \geq 100$ | Proceso fuera de control con riesgo inminente de producir partes fuera de especificación. |

(Elaboración Propia)

El FMEA es una herramienta que obligatoriamente debe ser aplicada en todos los procesos productivos de una empresa y si su resultado en el indicador NPR es mayor a 100 puntos se debe aplicar el Control Estadístico de Procesos (SPC) para determinar la causa raíz de la inestabilidad del proceso productivo.

Otro criterio para la aplicación del Control Estadístico de Procesos (SPC) es a través de las Características Críticas designadas por el cliente para los productos. Todas las características críticas deben ser analizadas con el SPC para asegurar que se cumplan las especificaciones dentro de los límites de control.

1.5.2.2. Control Estadístico de Procesos (SPC)

El Control Estadístico de Procesos (SPC), es una herramienta a través de la cual se pueden medir las variaciones de los procesos productivos haciendo uso de métodos estadísticos, un proceso que tiene mucha variación tiene la posibilidad de entregar productos no conformes a las especificaciones de los clientes. El SPC tiene la ventaja de que puede medir la estabilidad de un proceso en el cual se tomen datos variables, como por ejemplo medir la longitud de una pieza, o medir la variación de un proceso en el cual se evalúe un atributo que como resultado sea una cualidad del producto como por ejemplo el tono de color de una pieza pintada.

Cuando se discute sobre capacidad de Proceso, dos conceptos un tanto contrastantes necesitan ser considerados:

- Capacidad del Proceso
- Desempeño del Proceso

La Capacidad del Proceso es determinada por la variación que proviene de causas comunes. Generalmente representa el mejor desempeño del proceso mismo. Esto se demuestra cuando el proceso ha sido operado en un estado de control estadístico independientemente de las especificaciones.

Los clientes, internos y externos, sin embargo, están típicamente más preocupados por el Desempeño del Proceso; esto es, el resultado global del proceso y como se relaciona con sus requerimientos (definidos por especificaciones), independientemente de la variación del proceso mismo.

Para poder analizar los datos de un proceso existen distintas gráficas de control, las cuales dependiendo el tipo de dato si es variable o por atributos grafican el comportamiento del proceso. Las gráficas disponibles dentro del SPC son las que se muestran en la Figura 5.

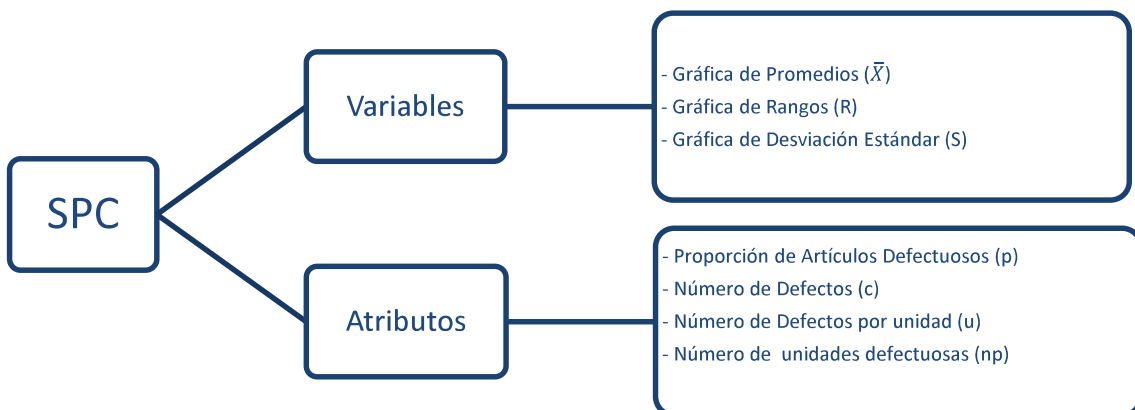


Figura 5 - Gráficas para análisis de Control Estadístico de Procesos
(Elaboración Propia)

Estos datos obtenidos a través de una Hoja de Verificación y expresados en las gráficas de control permiten de una manera muy visual determinar el comportamiento estadístico del proceso, en donde se puede analizar si el mismo está o no bajo control. En los cálculos

estadísticos propios de las gráficas también se determinan dos índices muy importantes para este estudio que son conocidos como índices de capacidad (C_p) y habilidad del proceso (C_{pk}), los cuales en conjunto con el análisis de las gráficas estadísticas nos dan como resultado si un proceso de fabricación es capaz de alcanzar las especificaciones de los clientes con satisfacción o no.

1.5.3.Requisitos especiales de los clientes

En el desarrollo de nuevos proyectos para el ensamblaje de un vehículo existe un listado de Características Especiales, que son aquellos parámetros críticos dentro de la fabricación de un componente que requieren un control estadístico y una supervisión de todas las partes que se producen dentro de la fábrica. Este documento puede ser entregado por las empresas ensambladoras de autos a sus distintos proveedores y dependiendo del producto se establecen especificaciones para llevar un control minucioso de las mismas a través de las herramientas de la sección 1.5.2.

Este documento de Características Especiales puede ser complementado con características adicionales consideradas como importantes para el proveedor de acuerdo a la experiencia del mismo en la fabricación de los componentes que suministra. Todas las características consideradas dentro de este listado tienen la particularidad de cumplir con requisitos gubernamentales o de seguridad que se deben garantizar al 100% dentro de un proceso productivo, esto debido a que su incumplimiento puede incurrir en graves accidentes o fatalidades con el usuario final del vehículo. Su control y supervisión es obligatorio por parte de las empresas automotrices y se lo debe revisar periódicamente para asegurar la calidad de los productos entregados.

1.5.4.Factibilidad Económica

“Cualquier proyecto de inversión es una moneda al aire cuando no se conoce el costo real ni los beneficios que se tienen a raíz de los riesgos que debemos correr y cuales podemos evitar” (Solutions, 2016).

Es por ello que, antes de poder tomar una decisión acerca de una inversión en un negocio es necesario valerse de herramientas que puedan de alguna manera pronosticar la rentabilidad del proyecto ya que de no obtener los resultados deseados puede tener consecuencias graves para el negocio.

Para poder conocer estos pronósticos una de las métricas más utilizadas es el cálculo de los indicadores de Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) las cuales forman parte del análisis costo-beneficio el cual es el resultante de dos análisis, uno del costo de inversión y el segundo del beneficio que se espera con la inversión realizada. “Esta relación costo-beneficio-riesgo refleja el impacto monetario y en tiempo de cada opción a evaluar, para que de esta forma podamos tomar la decisión que asegure el futuro de la empresa.” (Solutions, 2016)

Otro indicador financiero utilizado para validar la rentabilidad en la inversión de nuevos proyectos es el Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC por sus siglas en inglés), el cual cuando se lo analiza desde el punto de vista de las inversiones muestra el retorno esperado al invertir en deuda o patrimonio validando también de esta manera la rentabilidad calculada con el TIR y el VAN.

1.5.4.1. Costo total de la Inversión

El primer paso en la evaluación ACB privado es la estimación del costo total de inversión. “Para ello es necesario definir inicialmente el horizonte temporal de la inversión, el cual representa el número máximo de años para los cuales se van a determinar los flujos de costos e ingresos.” (Roche, 2016, pág. 01)

Una vez definido el horizonte temporal del ACB, los costos de inversión se clasifican en:

- Inversión directa

La inversión directa es en la mayoría de los casos el componente más importante del costo. La fuente de información del costo de inversión directa son los estudios de prefactibilidad y corresponden a los gastos incrementales para la adquisición de los activos fijos: compra de tierra, construcción o adquisición de edificios y compra de equipamiento. Estos gastos serán “calendarizados” de acuerdo a la información técnica. El valor residual de estos activos fijos será incorporado en el flujo de costos de inversión directa al final del periodo de análisis con signo negativo, ya que representa un flujo de entrada. (Roche, 2016, pág. 01)

- Costos de start-up y otros gastos iniciales

Los costos de start-up según (Roche, 2016) son considerados como: los estudios preparatorios (estudios de factibilidad), otros costos de la fase de implementación

como algunos servicios de consultorías, gastos de capacitación y entrenamiento, gastos en I&D o en compra de patentes, etc.

- Modificación del capital de trabajo durante todo el horizonte temporal del Proyecto.

En algunos casos, particularmente en proyectos de inversión en el sector productivo o servicios, resulta posible determinar los requerimientos de inversión inicial en capital de trabajo. “La estimación depende del análisis de demanda, del sistema de gestión de inventarios que se implementará y de las previsiones futuras de requerimientos de caja.” (Roche, 2016, pág. 02)

1.5.4.2. Costos de Mantenimiento

“Son los gastos causados por las acciones ejecutadas para conservar los equipos o maquinas en buen estado y funcionamiento, o restáuralos a un estado específico de funcionalidad” (Riquelme, 2018).

En su libro “Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control”, (Mora L. , 2009) señala que es posible identificar cuatro tipos de costos de mantenimiento:

- Directos: están relacionados con las inspecciones, revisiones, controles y reparaciones que requieren los equipos de la empresa. Por lo tanto, son menores en la medida en que los equipos están en mejor condición.
- Indirectos: son aquellos que no se pueden vincular directamente con un proceso específico de la empresa. Es el caso, por ejemplo, de los gastos que representa un taller, o el almacenamiento de repuestos. En este caso, lo aconsejable es prorratear estos costos para determinar cuáles son los procesos y equipos que demandan más mantenimiento (medido en horas/hombre).
- Costos generales: son aquellos en los que incurre una empresa para sostener áreas de apoyo y otras no directamente productivas. Por ejemplo, los costos de administración relacionados con las acciones de mantenimiento.

- Costos de tiempos perdidos: los costos derivados de los fallos de un equipamiento, la pérdida de efectividad, paradas en la producción, demoras en el cumplimiento de un trabajo, etc.

1.5.5. Determinación de procesos automáticos de producción

Para determinar la alternativa más viable para la automatización del proceso de ajuste de tuerca se debe buscar las aplicaciones de torque existentes en el mercado, la industria automotriz tiene opciones específicas para este tipo de operaciones. Estas opciones se pueden clasificar en las siguientes:

- Herramientas eléctricas de torque con controlador inteligente.
- Herramientas manuales de torque con control digital.

1.5.5.1. Herramientas eléctricas de torque con controlador

Las herramientas eléctricas de torque controlado son dispositivos que tienen una gran flexibilidad para distintas aplicaciones de apriete de tuercas (Figura 6). Trabajan en un amplio rango de valores de torque y dependiendo de las distintas marcas disponibles en el mercado brindan varias opciones de control para los procesos productivos. El factor común de estas herramientas independientemente del fabricante es que ofrecen una precisión de 0,5% y un error de linealidad de 0,25% del valor final y además la posibilidad de automáticamente realizar los cálculos de capacidad del proceso entre muchas más opciones.



**Figura 6 - Herramienta de torque controlado marca Stanley.
(Decker, 2018)**

El uso de estas herramientas para los procesos productivos también tiene la ventaja de que tiene un mínimo de intervención de la mano humana, y no depende en absoluto de la habilidad del operario para realizar los ajustes requeridos.

1.5.5.2. Herramientas manuales de torque con control digital

Las herramientas manuales de torque que se observan en la Figura 7 son una opción que no requiere una alta inversión para su implementación. Ofrecen a los usuarios la ventaja de llevar un control al 100% sobre el trabajo que realizan ya que registran con valores de torque en un controlador remoto. Este sistema consta de una herramienta de torque manual que envía los datos de manera inalámbrica y se registran para poder realizar estudios de capacidad del proceso.



Figura 7 - Sistema de herramienta manual de torque con control digital.
(Decker, 2018)

Con esta configuración la única posible desventaja es que la aplicación de torque para ajustar la tuerca depende del operario, aunque este sistema es capaz de detectar cuando no se ha aplicado el torque configurado, y con un dispositivo adicional se podría bloquear la pieza en producción si la misma no cumple las especificaciones, de esta manera se aseguraría la calidad de los productos.

1.5.6. Impacto Social dentro de la Organización

El Impacto Social en la organización tiene una estrecha relación con el Clima Organizacional que se podría dar en una empresa cuando empiezan a haber cambios. Según (García, 2009, pág. 45), el concepto de Clima Organizacional se ha desarrollado recientemente, pues fue introducido por primera vez en psicología industrial/organizacional

por Gellerman en 1960. Y es tal vez por esa juventud que de su estudio no existe una unificación de definiciones y metodologías que permitan elaborar una clara definición y distinción.

El clima organizacional de acuerdo con (Méndez, 2006) ocupa un lugar destacado en la gestión de las personas y en los últimos años ha tomado un rol protagónico como objeto de estudio en organizaciones de diferentes sectores y tamaños que buscan identificarlo y utilizan para su medición las técnicas, el análisis y la interpretación de metodologías particulares que realizan consultores del área de gestión humana o desarrollo organizacional de la empresa.

“Según García y Bedoya (1997) dentro de una organización existen tres estrategias para medir el clima organizacional; la primera es observar el comportamiento y desarrollo de sus trabajadores; la segunda, es hacer entrevistas directas a los trabajadores; y la tercera y más utilizada, es realizar una encuesta a todos los trabajadores a través de uno de los cuestionarios diseñados para ello.” (García, 2009, pág. 48)

De acuerdo con Brunet (1987) para medir el clima organizacional se utiliza principalmente el cuestionario escrito, en el cual se hacen preguntas que describen hechos particulares de la organización. Estos cuestionarios se utilizan en los cuadros de investigación que se basan en la percepción de las prácticas y procedimientos organizacionales y sobre el desarrollo de las percepciones individuales de la organización.

Litwin y Stringer (citados por Méndez,2006) desarrollaron un cuestionario de carácter experimental con el fin de identificar las percepciones (subjetivas) de los individuos y su comportamiento en el ámbito de la organización fundamentado en la teoría de la motivación de McClelland y Atkinson. El cuestionario tiene 50 ítems, con escala de rangos que va desde "completamente de acuerdo" hasta "completamente en desacuerdo".

Friedlander y Margulies (citados por Méndez, 2006) consideran el clima como un fenómeno de carácter social e interpersonal, donde el factor social influye en el proceso y desempeño de tareas por parte de los individuos. Proponen ocho dimensiones para ser valoradas a través de un cuestionario de 64 ítems en una escala que va desde "completamente de acuerdo" hasta "completamente en desacuerdo".

Además, la medición del grado de aceptación que tendrá la implementación de procesos automáticos para la eliminación de las inspecciones redundantes según (Reinoso & Araneda, 2008, pág. 44) se puede identificar 7 dimensiones en base a las cuales se puede evaluar el ambiente laboral de la siguiente manera:

- Autonomía: Evalúa el grado en que se deposita confianza en el trabajador, se le asignan normas generales y se alienta su responsabilidad y libertad para implementar su trabajo.
- Estructura: Indica el sentimiento de los empleados respecto de las restricciones y controles que existen en la organización, incluyendo la percepción respecto a la definición de las tareas, la organización de estas y la planificación del trabajo.
- Aspectos Físicos: Evalúa el sentimiento de los trabajadores respecto de los elementos físicos que conforman su ambiente de trabajo. Se recogen percepciones y expectativas respecto de los espacios físicos y los implementos de trabajo.
- Recompensa: Corresponde a la percepción y expectativas de los niveles de reconocimiento por el grupo y la medida en que la organización enfatiza el premio o castigo. Se pone énfasis en la utilización de refuerzo adecuado y oportuno frente al trabajo bien realizado, lo que aumenta en nivel de motivación de los trabajadores.
- Consideración: Esta dimensión representa la percepción y expectativas de los trabajadores respecto al grado de participación en los procesos de decisión que se desarrollan en la organización. Se evalúa además el grado en que los trabajadores se sienten formando parte de la compañía.
- Calidez: Esta dimensión representa la percepción por parte de los trabajadores de la existencia de una buena confraternidad al interior del grupo. Se da énfasis en la presencia de un ambiente de amistad, de grupos sociales informales y de preocupación por el bienestar entre compañeros.
- Apoyo: Esta dimensión representa el sentimiento del grupo respecto a la existencia de cooperación y ayuda entre los miembros de la organización. Pone énfasis en el apoyo mutuo para resolver problemas.

2. METODOLOGÍA

El presente apartado muestra el desarrollo de la investigación haciendo uso de las herramientas y definiciones mencionadas en el capítulo 1, partiendo de la definición de la investigación y su estructuración para realizar un correcto análisis de la misma. Luego se

aplicarán las herramientas de la IATF-16949 en donde de acuerdo a las definiciones estadísticas se deberá definir la muestra para la toma de datos cualitativos.

Para el Análisis Costo Beneficio de la inversión en la automatización del proceso seleccionado se tomarán en cuenta todas las variables que puedan influir en la toma de la decisión que apliquen al sector automotriz bajo las condiciones que en el Ecuador se presenten para este tipo de proyectos.

Finalmente se analizará el impacto social dentro de la organización midiendo el clima organizacional que los operarios de producción perciben, esta medición se la realizará a través de la aplicación de una encuesta que previamente deberá ser validada por expertos que avalen la objetividad de la misma y que su uso pueda en realidad medir la variable deseada.

2.1. Naturaleza de la Investigación

Esta investigación plantea realizar un análisis cuantitativo y cualitativo, el primero se lo realiza a través de una recolección de datos variables del proceso productivo seleccionado para realizar la mejora con una Hoja de Verificación y que posteriormente serán procesadas a través de las herramientas estadísticas aplicables en el sector automotor; para la recolección de estos datos se seleccionarán los lotes de producción recientes a la fecha de análisis para y se realizará una recolección del 100% de los datos de todo el lote. Para el análisis costo beneficio de la mejora que se plantee se usaran de igual manera herramientas estadísticas y económicas para determinar la factibilidad de la inversión, así como el tiempo de retorno de la misma, todo esto tomando en cuenta el tipo de industria en la cual se realiza esta investigación y las condiciones de inversión que en el Ecuador existen al momento.

Finalmente, para el análisis cualitativo se realizará una encuesta que será aplicada al personal operativo de la empresa para determinar el impacto social debido al cambio que generaría la implementación de procesos productivos automatizados y de esta manera conocer la aceptación de los empleados con respecto a la eliminación de procesos manuales en la línea de producción.

2.2. Tipo de Investigación

Para esta investigación y tomando en cuenta los criterios establecidos según (Hernandez, Carlos, & Pilar, 2010, pág. 79) en los cuales menciona que: Los estudios exploratorios se

realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. En base a esta definición se ha decidido catalogarla como un estudio exploratorio.

A pesar de que se hace uso de herramientas de análisis estadísticas aplicables en varios casos, como lo son el control estadístico, el análisis costo beneficio y la medición de clima laboral, en este caso en específico son aplicables al sector automotriz bajo las condiciones de mercado ecuatoriano en el cual se da la necesidad de tener procesos productivos más especializados para poder desarrollar esta industria en el país.

2.3. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación en sí permite establecer la metodología con la cual se obtendrá la información deseada para cumplir con los objetivos planteados para esta investigación. “Si el diseño está concebido cuidadosamente, el producto final de un estudio tendrá mayores posibilidades de éxito para generar conocimiento. Puesto que no es lo mismo seleccionar un tipo de diseño que otro: cada uno tiene sus características propias” (Hernandez, Carlos, & Pilar, 2010, pág. 120).

Según lo planteado por (Hernandez, Carlos, & Pilar, 2010) en donde divide los tipos de investigación en dos grupos con subdivisiones acorde al análisis que se quiere realizar y además plantea un correcto diseño y tomando en cuenta los conceptos de cada una de sus categorías se determina que esta es una investigación no experimental de un diseño transeccional exploratorio.

El propósito de los diseños transeccionales exploratorios es comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables, una comunidad, un contexto, un evento, una situación. se trata de una exploración inicial en un momento específico. por lo general, se aplican a problemas de investigación nuevos o poco conocidos, además constituyen el preámbulo de otros diseños (no experimentales y experimentales). (Hernandez, Carlos, & Pilar, 2010, pág. 152)

2.4. Herramientas de Recolección de Datos

Para los datos cualitativos de la variable del proceso que fue seleccionado a través de la herramienta FMEA, que permitirán conocer la criticidad del mismo, se utilizará una Hoja de Verificación para recolectar los datos numéricos, la recolección de estos datos la realizará el operario encargado de la estación de trabajo sobre un lote de producción de un mismo modelo.

Para el análisis financiero los datos serán obtenidos a través de las cotizaciones de proveedores de los equipos seleccionados, también se obtendrá información de las hojas de proceso de la estación para poder conocer los tiempos de producción actuales y como mejorarían con la implementación propuesta para calcular el beneficio del mismo.

Finalmente, para conocer el impacto de la propuesta de automatización del proceso se usará un cuestionario con el cual se pueda medir el ambiente laboral de la organización con respecto a los cambios que implicarían la implementación de estaciones automatizadas de producción. Este cuestionario estará dirigido al personal operativo de la planta de producción.

2.5. Diseño del instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos cuantitativos del proceso se hará uso de la Hoja de Verificación, la cual como se puede observar en el Anexo III, únicamente registrará la fecha en la cual se tomó el dato, el dato de la variable y el operario encargado de realizar la operación.

Para medir el grado de aceptación de la implementación de este tipo de proyectos en el área productiva el cuestionario a aplicar deberá estar compuesto por preguntas cerradas usando la escala de Likert para delimitar adecuadamente el alcance de la investigación y obtener respuestas concretas a los objetivos planteados inicialmente. “Las preguntas cerradas contienen categorías u opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas. Es decir, se presentan las posibilidades de respuesta a los participantes, quienes deben acotarse a éstas.” (Hernandez, Carlos, & Pilar, 2010, pág. 217).

Además la medición del grado de aceptación se dividirá en las 7 dimensiones que se establecieron en la sección 1.5.6 las cuales según (Reinoso & Araneda, 2008) se usan

para la medición del ambiente laboral con respecto a los cambios dentro de las organizaciones.

2.5.1. Validación del instrumento de recolección de datos

“La validez responde a la pregunta ¿con qué fidelidad corresponde el universo o población al atributo que se va a medir? La validez de un instrumento consiste en que mida lo que tiene que medir (autenticidad)” (Corral, 2009, pág. 230).

De acuerdo a (Corral, 2009, pág. 230) existen tres tipos de validez, la Validez de Contenido, la Validez de Constructo y la Validez Predictiva, de las cuales la presente investigación se ajusta a la Validez de Contenido la cual se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico del contenido de lo que se quiere medir.

El cuestionario propuesto y que se muestra en el Anexo XII será previamente validado de manera cualitativa por expertos en el tema y posterior a eso se realizará una validación cuantitativa a través del cálculo del Alfa de Cronbach, con lo cual se determinará la confiabilidad del instrumento de medición del ambiente laboral.

2.6. Determinación de la Población

A pesar de que el presente estudio es aplicado a un caso específico de una empresa del sector automotriz ecuatoriano es importante delimitar la población para poder determinar más adelante una adecuada muestra para la recolección de datos cuantitativos que nos permita a través de métodos estadísticos asegurarlos de la validez de los datos tomados y que la cantidad de los mismos es la adecuada.

Para esta investigación la población para el caso de del proceso que se plantea automatizar se lo tomará como el total de los productos que se fabrican diariamente en la empresa. Esto quiere decir que para el área de cardanes el total de productos es de 90 cardanes, mientras que para el área de ejes diferenciales el total de producción diaria es de 65 unidades. Dependiendo del resultado de la selección del proceso se determinará si se usa el valor correspondiente a la línea de cardanes o a la línea de ejes diferenciales.

Por otro lado, para determinar la población del cuestionario a aplicarse se tomará en cuenta a todo el personal de mano de obra directa de Transejes Ecuador que hasta el 16 de abril de 2019 en nómina constan 39 personas. El personal de mano de obra directa lo integran

todos los operarios de la planta de producción incluyendo el personal de almacén y de calidad.

2.7. Determinación de la Muestra

Para la delimitación adecuada de una muestra en este caso de estudio se usará el Muestreo Aleatorio Simple, que según (Cantoni, 2009) “Se utiliza cuando se conocen todos los elementos que conforman la población. Cada elemento de la población tiene la misma posibilidad de ser elegido para formar parte de la muestra”.

Para la determinación de la muestra se usó la fórmula propuesta por (Cantoni, 2009) para el muestreo proporcional, donde:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Ecuación 1 - Determinación del tamaño de la muestra

n = tamaño necesario de la muestra

Z = margen de confiabilidad

P = probabilidad de que el evento ocurra

Q = probabilidad de que el evento no ocurra

e = error de estimación

N = tamaño de la población

Para el cálculo del tamaño de la muestra de los datos variables del proceso productivo seleccionado a automatizar se usarán las variables mostradas en la Tabla 5, tomando en consideración una población de 180 que es la máxima cantidad de unidades que se pueden fabricar de un solo modelo en dos días de producción continua y un error de estimación de 5% que se considera aceptable en el Muestreo Aleatorio Simple.

Tabla 5 - Datos para el cálculo de la muestra del proceso productivo

| VARIABLES | DATO |
|---|-------|
| Margen de confiabilidad al 90% (Z) | 1,645 |
| Probabilidad de que el evento ocurra (P) | 0,5 |
| Probabilidad de que le evento no ocurra (Q) | 0,5 |
| Error de estimación (e) | 0,05 |
| Tamaño de la población (N) | 180 |

(Elaboración Propia)

De los datos mostrados en la Tabla 5 a continuación se los reemplaza en Ecuación 1:

$$n = \frac{(1,645)^2 * 0,5 * 0,5 * 180}{(0,05)^2 * (180 - 1) + (1,645)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 108,33$$

Por lo cual la muestra recomendada es de 109 datos, pero para este caso la metodología del Control Estadístico de Procesos determina que para datos variables la muestra mínima debe ser de 125 datos para tener un análisis confiable, por lo cual se tomará este dato como tamaño de la muestra para calcular el error de estimación tomando también en consideración que el tamaño de población será de 180.

Tabla 6 - Datos para el cálculo de la muestra del proceso productivo

| VARIABLES | DATO |
|---|-------|
| Margen de confiabilidad al 90% (Z) | 1,645 |
| Probabilidad de que el evento ocurra (P) | 0,5 |
| Probabilidad de que le evento no ocurra (Q) | 0,5 |
| Tamaño necesario de la muestra (n) | 125 |
| Tamaño de la población (N) | 180 |

(Elaboración Propia)

De los datos mostrados en la Tabla 6 a continuación se los reemplaza en Ecuación 1:

$$125 = \frac{(1,645)^2 * 0,5 * 0,5 * 180}{e^2 * (180 - 1) + (1,645)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$e = 0,04$$

Por lo tanto, el error de estimación para una muestra de 125 datos es de 4% que es menor al 5% recomendado por el Muestreo Aleatorio Simple.

De acuerdo con el Manual de Control Estadístico de Procesos (SPC) (Daimler Chrysler Corporation F. M., 2005) para el análisis de estabilidad se deben recolectar datos de un mismo modelo de producto sin realizar cambio alguno en la línea de producción. Esto se traduce en que no se debe realizar ningún cambio a la máquina o proceso que se quiere estudiar para poder tener un análisis certero de su capacidad.

Tomando en consideración las condiciones previamente establecidas se programó con el área de Producción de Transejes Ecuador un cronograma de producción especial en el cual se producirá durante dos días un mismo modelo de producto con un lote de tamaño de 125 unidades para realizar este estudio.

Por otra parte, para aplicar el cuestionario al personal de la organización no se realizará el cálculo de la muestra debido a que se tendrá la facilidad de aplicar el cuestionario a las 39 personas que trabajan en el área de producción que sería en este caso el total de la población sobre la cual se está realizando este estudio en particular.

2.8. Método para el Análisis de Datos

Para analizar los datos cuantitativos se hará uso del formato de la gráfica \bar{x} vs R que se usa en Transejes Ecuador y que ha sido validado acorde a los criterios del Manual de Control Estadístico de Procesos, 2da. Edición por la propia empresa. Este formato se lo puede visualizar en el Anexo IV. La gráfica \bar{x} vs R necesita de un mínimo de 125 datos para poder analizar la capacidad de un proceso, además otro de los requisitos es que los datos a tomar deben ser sobre un mismo modelo y realizado por la misma persona. Con estos requisitos en el Anexo III se muestran los datos tomados para esta variable dentro de un periodo de tiempo establecido entre el 20 de marzo y el 5 de abril de 2018 en donde se obtuvieron los 125 datos con las características antes mencionadas. Estos datos se agrupan en grupos de 5 para trazar los puntos de las gráficas de medias y rangos, estas gráficas se muestran en el Anexo IV junto con el estudio SPC. De acuerdo con las políticas de Transejes Ecuador un proceso se considera capaz cuando sus índices de capacidad están sobre el valor de 1,6.

En cuanto al análisis costo beneficio se realizará un análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) para poder determinar si la inversión en un proyecto de automatización es rentable para la empresa. Los valores de estos indicadores financieros se los validará también calculando el indicador WACC con lo cual nos aseguraremos de que financieramente la inversión es rentable. Finalmente, para el análisis cualitativo se hará uso de la estadística descriptiva para presentar los resultados a través de tablas y gráficos haciendo uso del software Microsoft Excel.

2.9. Método de selección de Propuestas de Automatización

Para poder determinar cuál es la mejor opción para implementar dentro de la línea de producción se definirán cuáles son los criterios con mayor relevancia para la organización y en base a los cuales se calificará cada una de las opciones. Estos criterios han sido determinados por el área Técnica y de Calidad de Transejes Ecuador tomando en cuenta la seguridad de los operarios, la calidad del producto a obtener y el aumento en la productividad de la línea de producción. A continuación, se describen los criterios seleccionados:

- **Costo de implementación:** El costo de la implementación del proyecto es un factor muy importante ya que el retorno de la inversión realizada versus los beneficios debe justificar el valor que representa cada una de las opciones. En el Anexo V, Anexo VI y Anexo VII se pueden observar las cotizaciones obtenidas de cada una de las opciones planteadas para conocer el costo de la implementación de estos equipos.
- **Tiempo de implementación:** El tiempo de implementación es un factor importante ya que este tipo de equipos no son comunes en el país así que se debe tomar en cuenta tiempos de importación y también de puesta en marcha para el funcionamiento correcto de los mismos.
- **Nivel de intervención humana:** El nivel de intervención humana es un factor muy determinante debido a que eliminar el error humano es el objetivo de la implementación de estas herramientas y la que ofrezca una mayor independencia de la intervención de los operarios cumple con el objetivo de aseguramiento de la calidad.
- **Nivel de detección de errores:** La detección de errores asegura de igual manera la calidad de los productos fabricados, además de que evita que sucedan cualquier modo de falla en el sistema de producción.
- **Nivel de precisión:** La precisión asegura que los análisis de capacidad de proceso que se deben realizar en esta estación siempre tengan resultados satisfactorios y se encuentren por sobre el rango de 1.6 establecido por la empresa.
- **Ahorro de tiempo en proceso:** El tiempo de proceso es un factor que afecta directamente a la productividad. Si este nuevo sistema es capaz de reducir los tiempos de producción eso se puede traducir en una mayor disponibilidad de operarios para realizar otras tareas y en un incremento de producción en esa estación.

Definidos los criterios de calificación por último se debe definir la escala de este. Esta escala se realizará en base a los tres dígitos 1,3 y 5 (Figura 8), en donde el número 1 significará una desventaja del criterio calificado y el número 5 una ventaja, quedando el número 3 como punto neutral entre ambas calificaciones. La opción que tenga un puntaje mayor será la elegida para la propuesta de implementación.

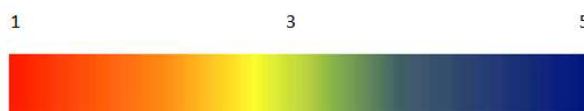


Figura 8 - Escala de calificación de criterios.
(Elaboración Propia)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS

Después de la recolección de los datos cualitativos y cuantitativos se aplicaron las técnicas de análisis descritas en el capítulo 2, de los cuales a continuación se muestran los siguientes resultados:

3.1.1. Análisis FMEA de Características Críticas

Mediante el análisis FMEA de las características críticas se determinó cual de todas las estaciones de producción que controlan estas características es la más propensa a generar productos fuera de especificación. En la Tabla 7 se muestra un resumen del documento FMEA para la fabricación de ejes diferenciales y en la Tabla 8 se muestra el resumen FMEA para la fabricación de cardanes.

Tabla 7 - Resumen FMEA de Características Especiales para la fabricación de Ejes Diferenciales

| REQUERIMIENTO | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
|-------------------------------------|-----------|------------|-----------|-----|
| Soldadura tubing-bocín | 9 | 2 | 5 | 90 |
| Soldadura soportes ballesta | 9 | 2 | 5 | 90 |
| Torque tornillo corona | 9 | 3 | 3 | 81 |
| Precarga piñón (PTR) | 9 | 2 | 4 | 72 |
| Torque tornillo abrazaderas carcasa | 9 | 2 | 3 | 54 |
| Torque tornillos tapa Carrier | 9 | 2 | 3 | 54 |
| Soldadura carcasa-tubos | 9 | 2 | 5 | 90 |

| | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|----|
| Torque tuerca plato freno | 5 | 3 | 6 | 90 |
| Torque perno manguera | 9 | 2 | 4 | 72 |
| Torque racor cañería | 9 | 2 | 4 | 72 |
| Torque tornillo ABS | 4 | 3 | 4 | 48 |
| Torque tornillo cable freno | 4 | 3 | 4 | 48 |
| Torque tapón de aceite | 9 | 2 | 4 | 72 |
| Contaminación ABS | 4 | 3 | 4 | 48 |

(Elaboración Propia)

Tabla 8 - Resumen FMEA de Características Especiales para la fabricación de Cardanes

| REQUERIMIENTO | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------|
| Longitud guardapolvo yugo deslizante | 9 | 2 | 3 | 54 |
| Longitud de prensado | 7 | 2 | 5 | 70 |
| Penetración de la soldadura | 9 | 2 | 5 | 90 |
| Torque tuerca espiga | 9 | 3 | 5 | 135 |
| Máximo desbalanceo | 9 | 2 | 5 | 90 |

(Elaboración Propia)

Revisando los valores de NPR de la Tabla 7 y Tabla 8 se determina que el valor más alto se encuentra en la fabricación de cardanes, en la estación encargada de dar Torque a la tuerca espiga con un NPR de 135.

3.1.2. Control Estadístico de Procesos (SPC)

Se aplicó el SPC de datos variables a los datos que se obtuvieron de la estación de Torque a la tuerca espiga y que se muestran en el Anexo III, la especificación para este proceso se muestra a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9 - Especificaciones de la estación de Torque tuerca espiga.

| Descripción | Especificación | Herramienta o Instrumento de Ensamble | Instrumento de Verificación | Esquema |
|----------------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| Torque tuerca espiga | 157 – 176 [Nm] | Torquímetro de clic | Torquímetro digital |  |

(Elaboración Propia)

Del análisis SPC se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 9, con lo cual se determina que el proceso no es capaz. Los índices de capacidad de proceso con valores Cp y Cpk tienen los valores de 0 y -1,05 respectivamente, que se encuentran muy por debajo de 1,67 que es el valor establecido por Transejes Ecuador como el ideal para un proceso controlado.

A pesar de que el proceso varía demasiado dentro de los límites de control se mantiene dentro de los límites de especificación, pero aun así es necesaria la inspección redundante para asegurar esta condición.

| Nombre del equipo de medición | Código: | Característica que controla: | |
|-------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| Torquímetro digital | TOR-EE-009 | Torque de tuerca espiga | |
| Nombre del Operador Custodio: | Ubicación en línea: | Frecuencia de uso | Patrón: |
| | OP 070 | Diario | Transductor de par torsional |

| Especificación | Sup = | 9,5 | Tamaño del Subgrupo | Frecuencia | | | |
|----------------------------|--------|------|---------------------|-------------|--------|--------|------|
| Nominal= 166,5 | Inf = | 9,5 | 5 | Diariamente | | | |
| Promedio del Proceso : X = | 170,38 | USL= | 176 | UCLX = | 172,78 | UCLR = | 8,79 |
| Rango Promedio : R = | 4,16 | LSL= | 157 | LCLX= | 167,98 | LCLR = | 0,00 |

| CAPACIDAD DEL PROCESO | | | | | | | |
|-----------------------|-------|----|-------|------------------|------|------|-------|
| CONCLUSION: | | | | PROCESO NO CAPAZ | | | |
| A2 | D4 | D3 | d2 | Cp1: | 1,05 | Cpk: | -1,05 |
| 0,577 | 2,114 | 0 | 2,326 | Cp2: | -1,0 | Cp: | 0,00 |

Figura 9 - Resultados obtenidos del análisis SPC
(Elaboración Propia)

El análisis SPC completo de la estación de trabajo seleccionada se lo puede observar en el Anexo IV.

3.1.3. Selección de Equipos para la Automatización del Proceso

En la Tabla 10 se muestra el resultado de selección de los equipos para la automatización de la estación de ajuste de la tuerca espiga en la línea de cardanes.

Tabla 10 - Tabla resumen de selección de opciones de automatización.

| MATRIZ DE SELECCIÓN | | |
|-------------------------------|--|---|
| CRITERIOS DE SELECCIÓN | <i>Herramienta eléctrica de torque con controlador</i> | <i>Herramienta manual de torque con control digital</i> |
| Costo de implementación | 1 | 5 |
| Tiempo de implementación | 1 | 3 |
| Nivel de intervención humana | 5 | 1 |
| Nivel de detección de errores | 5 | 5 |
| Nivel de precisión | 5 | 1 |
| Ahorro de tiempo en proceso | 5 | 3 |
| TOTAL | 22 | 18 |

(Elaboración Propia)

Dentro de las propuestas presentadas por los proveedores Amerquip (Anexo V), Castillo Hermanos (Anexo VI) y la empresa Aimco (Anexo VII) las cuales son empresas validadas y aprobadas por Transejes Ecuador, se realizó un análisis de cada una de ellas a través de un equipo multidisciplinario conformado por las áreas de Ingeniería, Calidad, Procesos, Manufactura, Mantenimiento, Seguridad Industrial y Compras. Un resumen de este análisis se lo puede observar en la Tabla 11, en donde se han considerado las principales condiciones de negociación con los proveedores para la selección.

Tabla 11 - Resumen de selección de propuestas de proveedores

| | Precio [USD] | Garantía [meses] | Tiempo de importación [semanas] | Tiempo de implementación [días] | Crédito [días] |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------|--|--|---------------------------|
| Amerquip | \$20.198,00 | 12 | 4 | 2 | 45 |
| Castillo Hermanos | \$27.597,86 | 12 | 0 | 2 | 30 |
| Aimco | \$24.471,60 | 12 | 10 | 3 | 30 |

(Elaboración Propia)

Este análisis dio como resultado que de implementarse este proyecto de automatización la mejor opción sería la propuesta presentada por la empresa Amerquip, representante de Stanley para el Ecuador debido a que esta propuesta financieramente es menos costosa.

3.1.4. Análisis Costo Beneficio de la Inversión

Para el análisis financiero se tomará el año 2019 como el año de inversión del proyecto y a partir de ese año se plantea un horizonte temporal de 6 años empezando desde el año 2020, durante los cuales se reflejarán los flujos de caja relacionados a la implementación de los equipos seleccionados. También se tomará como costo de inversión el monto ofertado por el proveedor Amerquip, que en la sección 3.1.3 fue seleccionado como la mejor propuesta.

Adicionalmente, como valor de tasa de referencia con la cual se realizará la comparación de la rentabilidad del proyecto se planteará el valor de Tmar igual a 6%, el cual proviene del valor máximo de los históricos de tasas de rentabilidad de la empresa disponibles desde mayo de 2016. En la Figura 10 se muestra el histórico de las tasas de rentabilidad proporcionadas por el área Financiera de Transejes Ecuador.

| FECHA | VALOR |
|--------------------|--------|
| Abril-30-2018 | 4.99 % |
| Marzo-31-2018 | 4.96 % |
| Febrero-28-2018 | 5.06 % |
| Enero-31-2018 | 4.98 % |
| Diciembre-31-2017 | 4.95 % |
| Noviembre-30-2017 | 4.91 % |
| Octubre-31-2017 | 4.80 % |
| Septiembre-30-2017 | 4.97 % |
| Agosto-31-2017 | 4.96 % |
| Julio-31-2017 | 4.84 % |
| Junio-30-2017 | 4.80 % |
| Mayo-31-2017 | 4.82 % |
| Abril-30-2017 | 4.81 % |
| Marzo-31-2017 | 4.89 % |
| Febrero-28-2017 | 5.07 % |
| Enero-31-2017 | 5.08 % |
| Diciembre-31-2016 | 5.12 % |
| Noviembre-30-2016 | 5.51 % |
| Octubre-31-2016 | 5.75 % |
| Septiembre-30-2016 | 5.78 % |
| Agosto-31-2016 | 5.91 % |
| Julio-31-2016 | 6.01 % |
| Junio-30-2016 | 6.00 % |
| Mayo-31-2016 | 5.47 % |

Figura 10 - Histórico de tasas de rentabilidad de Transejes Ecuador (Transejes Ecuador Cía. Ltda)

Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se realizó la proyección de los flujos de efectivo de la empresa durante el periodo de 6 años, esta proyección se muestra en el Anexo VIII para la cual se tomaron en consideración la proyección de las ventas durante el mismo periodo de años en el Anexo IX y los costos y gastos operacionales en el Anexo X.

Aplicando la Ecuación 2 se calcula el VAN en base a la proyección de flujos de efectivo teniendo como resultado un valor de USD 1.270.363,48 que indica que la inversión en la automatización de la estación seleccionada traerá beneficios financieros a la empresa.

$$VAN = \frac{\sum flujos}{(1 + Tmar)^n}$$

Ecuación 2 - Ecuación para el cálculo del VAN

En segunda instancia para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) se aplicará la Ecuación 3 la cual también toma en cuenta el cálculo del VAN con la tasa de inversión más baja (VAN_{tm}) y el VAN con la tasa de inversión más alta (VAN_{TM}). Estas tasas de inversión fueron tomadas de la Figura 10 en el periodo 2018 de donde la tasa de inversión más baja (tm) fue igual a 4,96% y la tasa de inversión más alta (TM) fue de 5,06%.

$$TIR = tm + \frac{VAN_{tm}}{VAN_{tm} - VAN_{TM}} * (TM - tm)$$

Ecuación 3 - Ecuación para el cálculo del TIR

Como resultado de este cálculo el valor de TIR es de 16,94% siendo mayor al Tmar indicando que el proyecto es rentable en términos financieros.

Finalmente, para el cálculo del WACC se usará la Ecuación 4 de donde los parámetros para su cálculo, así como su significado se obtienen como se describe a continuación.

$$R_{WACC} = ke * \frac{E}{E + D} + kd * \frac{D}{E + D} * (1 - T)$$

Ecuación 4 - Ecuación para el cálculo del WACC

ke = Costo de Equity o tasa que se paga a los inversionistas o acreedores

$\frac{E}{E + D}$ = *Porcentaje de Equity según la estructura del capital*

kd = Costo de la deuda o tasa que se paga a los bancos o financieras

$\frac{D}{E + D}$ = *Porcentaje de deuda según la estructura del capital*

$(1 - T)$ = *Escudo fiscal generado por la deuda*

El valor de costo de equity se tomará como referencia en base a la última tasa que Dana Incorporated cobró a Transejes Ecuador en un préstamo de inversión de capital que se muestra en la Figura 11 y que corresponde a un valor de 7,25%.

| Principal: | | Principal + Interest | | Interest: | | | | Rate: | |
|----------------|------------|----------------------|----------------------|------------------------------|------------|------|-----------|--------------------|------------|
| From | To | Principal | Principal + Interest | From | To | Days | Day Basis | TOTAL USD Interest | FIXED RATE |
| 29.11.2017 | 30.11.2017 | USD 1.500.000,00 | USD 1.500.893,84 | 29.11.2017 | 30.11.2017 | 3 | 365 | USD 893,84 | 7,25000% |
| 01.12.2017 | 31.12.2017 | USD 1.500.000,00 | USD 1.510.130,14 | 01.12.2017 | 31.12.2017 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.01.2018 | 31.01.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.519.366,44 | 01.01.2018 | 31.01.2018 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.02.2018 | 28.02.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.527.708,90 | 01.02.2018 | 28.02.2018 | 28 | 365 | USD 8.342,47 | 7,25000% |
| 01.03.2018 | 31.03.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.536.945,21 | 01.03.2018 | 31.03.2018 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.04.2018 | 30.04.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.545.883,58 | 01.04.2018 | 30.04.2018 | 30 | 365 | USD 8.938,98 | 7,25000% |
| 01.05.2018 | 31.05.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.555.119,86 | 01.05.2018 | 31.05.2018 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.06.2018 | 30.06.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.564.058,22 | 01.06.2018 | 30.06.2018 | 30 | 365 | USD 8.938,98 | 7,25000% |
| 01.07.2018 | 31.07.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.573.294,52 | 01.07.2018 | 31.07.2018 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.08.2018 | 31.08.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.582.530,82 | 01.08.2018 | 31.08.2018 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.09.2018 | 30.09.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.591.469,18 | 01.09.2018 | 30.09.2018 | 30 | 365 | USD 8.938,98 | 7,25000% |
| 01.10.2018 | 31.10.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.600.705,48 | 01.10.2018 | 31.10.2018 | 31 | 365 | USD 9.236,30 | 7,25000% |
| 01.11.2018 | 06.11.2018 | USD 1.500.000,00 | USD 1.601.897,26 | 01.11.2018 | 06.11.2018 | 4 | 366 | USD 1.101,78 | 7,25000% |
| O/S Principal: | | USD 1.500.000,00 | USD 1.601.897,26 | Accrued and Unpaid Interest: | | | | USD 101.897,26 | |

Figura 11 - Referencia del valor de tasa equity.
(Transejes Ecuador Cía. Ltda)

En el caso de que la inversión a realizar en el proyecto fuese financiada por una entidad bancaria en Ecuador la tasa máxima que se debe pagar es de 9,33%, misma que se muestra en la Figura 12 y que corresponde al valor de costo de la deuda.

| Tasas de Interés | | | |
|--|---------|---|---------|
| julio - 2019 | | | |
| 1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES PARA EL SECTOR FINANCIERO PRIVADO, PÚBLICO Y, POPULAR Y SOLIDARIO | | | |
| Tasas Referenciales | | Tasas Máximas | |
| Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento: | % anual | Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento: | % anual |
| Productivo Corporativo | 9.00 | Productivo Corporativo | 9.33 |
| Productivo Empresarial | 9.91 | Productivo Empresarial | 10.21 |
| Productivo PYMES | 10.90 | Productivo PYMES | 11.83 |
| Productivo Agrícola y Ganadero** | 8.51 | Productivo Agrícola y Ganadero** | 8.53 |
| Comercial Ordinario | 9.29 | Comercial Ordinario | 11.83 |
| Comercial Prioritario Corporativo | 8.26 | Comercial Prioritario Corporativo | 9.33 |
| Comercial Prioritario Empresarial | 9.88 | Comercial Prioritario Empresarial | 10.21 |
| Comercial Prioritario PYMES | 11.16 | Comercial Prioritario PYMES | 11.83 |
| Consumo Ordinario | 16.32 | Consumo Ordinario | 17.30 |
| Consumo Prioritario | 16.74 | Consumo Prioritario | 17.30 |
| Educativo | 9.49 | Educativo | 9.50 |
| Vivienda de Interés Público | 4.80 | Vivienda de Interés Público | 4.99 |
| Inmobiliario | 10.11 | Inmobiliario | 11.33 |
| Microcrédito Agrícola y Ganadero** | 19.67 | Microcrédito Agrícola y Ganadero** | 20.97 |

Figura 12 - Valor de tasa anual con financiamiento a través de bancos en Ecuador. (Banco Central del Ecuador)

La estructura del capital en este caso se considerará que la inversión a realizar en el proyecto será financiada en su totalidad por la empresa, por lo cual el 100% corresponderá al porcentaje de equity quedando con un 0% de financiamiento externo. Finalmente, el escudo fiscal generado por la deuda o más bien conocido como impuesto a la renta para la empresa actualmente se encuentra fijado en un valor de 25%.

Con estos valores y reemplazando en la Ecuación 4 se obtiene que el valor de WACC es del 7% lo cual nos indica que para este caso es rentable la inversión en el proyecto con los recursos propios de la empresa.

3.1.5. Análisis del Impacto Social dentro de la Organización

En esta sección con los resultados obtenidos de cuestionario aplicado a los 39 trabajadores de la organización inicialmente se realizó el cálculo del Alfa de Cronbach a través del software SPSS en donde se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 13.

| Estadísticas de fiabilidad | |
|----------------------------|----------------|
| Alfa de Cronbach | N de elementos |
| ,778 | 35 |

Figura 13 - Cálculo Alfa de Cronbach (IBM SPSS Statistics V23)

El resultado inicial nos muestra un valor de 0,778 para el Alfa de Cronbach, pero para considerar un cuestionario confiable este indicador debe ser mayor o igual a 0,8, por lo cual a través del software SPSS se suprimieron varias preguntas para elevar el indicador a un valor superior a 0,8. Se eliminaron una a una las preguntas que tienen la correlación más baja hasta obtener un valor de Alfa de Cronbach mayor o igual a 0,8. En la Tabla 12 Tabla 12 se puede observar que en primera instancia se debe eliminar la Pregunta 10 para obtener un Alfa de Cronbach de 0,786.

Tabla 12 - Estadísticas totales de elemento con 35 preguntas

| Estadísticas de total de elemento | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--|---|
| | Media de escala si el elemento se ha suprimido | Varianza de escala si el elemento se ha suprimido | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
| Pregunta 1 | 101,821 | 272,309 | ,221 | ,774 |
| Pregunta 2 | 103,128 | 262,167 | ,360 | ,768 |
| Pregunta 3 | 103,000 | 271,368 | ,143 | ,778 |
| Pregunta 4 | 102,795 | 270,957 | ,151 | ,778 |
| Pregunta 5 | 102,718 | 271,787 | ,144 | ,778 |
| Pregunta 6 | 103,308 | 271,219 | ,189 | ,775 |
| Pregunta 7 | 102,590 | 273,196 | ,133 | ,778 |
| Pregunta 8 | 102,821 | 265,362 | ,292 | ,771 |
| Pregunta 9 | 103,026 | 263,026 | ,331 | ,770 |
| Pregunta 10 | 103,000 | 278,579 | -,012 | ,786 |
| Pregunta 11 | 102,692 | 254,482 | ,535 | ,760 |
| Pregunta 12 | 102,487 | 270,730 | ,193 | ,775 |
| Pregunta 13 | 102,846 | 269,660 | ,219 | ,774 |
| Pregunta 14 | 102,718 | 266,629 | ,257 | ,773 |
| Pregunta 15 | 102,872 | 277,641 | ,017 | ,783 |
| Pregunta 16 | 102,718 | 253,366 | ,497 | ,761 |
| Pregunta 17 | 103,103 | 255,621 | ,577 | ,760 |
| Pregunta 18 | 103,000 | 262,211 | ,357 | ,768 |

(IBM SPSS Statistics V23)

Luego de la eliminación de la Pregunta 10 se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 13 donde la siguiente pregunta a eliminar es la Pregunta 15 para tener un valor de Alfa de Cronbach de 0,793.

Tabla 13 - Estadísticas totales de elemento con 34 preguntas

| Estadísticas de total de elemento | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--|---|
| | Media de escala si el elemento se ha suprimido | Varianza de escala si el elemento se ha suprimido | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
| Pregunta 1 | 98,949 | 270,155 | ,226 | ,783 |
| Pregunta 2 | 100,256 | 260,775 | ,348 | ,778 |
| Pregunta 3 | 100,128 | 269,430 | ,142 | ,787 |
| Pregunta 4 | 99,923 | 271,020 | ,108 | ,789 |
| Pregunta 5 | 99,846 | 269,555 | ,150 | ,787 |
| Pregunta 6 | 100,436 | 268,779 | ,200 | ,784 |
| Pregunta 7 | 99,718 | 269,682 | ,169 | ,785 |
| Pregunta 8 | 99,949 | 264,682 | ,263 | ,782 |
| Pregunta 9 | 100,154 | 260,765 | ,338 | ,779 |
| Pregunta 11 | 99,821 | 252,414 | ,539 | ,770 |
| Pregunta 12 | 99,615 | 268,032 | ,210 | ,784 |
| Pregunta 13 | 99,974 | 267,447 | ,225 | ,783 |
| Pregunta 14 | 99,846 | 264,291 | ,265 | ,782 |
| Pregunta 15 | 100,000 | 275,895 | ,012 | ,793 |
| Pregunta 16 | 99,846 | 252,397 | ,477 | ,772 |
| Pregunta 17 | 100,231 | 254,393 | ,559 | ,770 |
| Pregunta 18 | 100,128 | 260,009 | ,362 | ,778 |

(IBM SPSS Statistics V23)

Luego de la eliminación de la Pregunta 15 se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 14 donde la siguiente pregunta a eliminar es la Pregunta 25 para tener un valor de Alfa de Cronbach de 0,799.

Tabla 14 - Estadísticas totales de elemento con 33 preguntas

| Estadísticas de total de elemento | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--|---|
| | Media de escala si el elemento se ha suprimido | Varianza de escala si el elemento se ha suprimido | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
| Pregunta 1 | 95,949 | 266,629 | ,254 | ,789 |
| Pregunta 2 | 97,256 | 257,617 | ,360 | ,784 |
| Pregunta 3 | 97,128 | 266,904 | ,139 | ,794 |
| Pregunta 4 | 96,923 | 268,494 | ,106 | ,795 |
| Pregunta 5 | 96,846 | 265,449 | ,181 | ,792 |
| Pregunta 6 | 97,436 | 266,410 | ,194 | ,791 |
| Pregunta 7 | 96,718 | 266,629 | ,179 | ,792 |
| Pregunta 8 | 96,949 | 262,366 | ,256 | ,789 |
| Pregunta 9 | 97,154 | 258,028 | ,341 | ,785 |
| Pregunta 11 | 96,821 | 250,835 | ,516 | ,778 |
| Pregunta 12 | 96,615 | 265,085 | ,218 | ,790 |
| Pregunta 13 | 96,974 | 264,868 | ,224 | ,790 |
| Pregunta 14 | 96,846 | 261,028 | ,279 | ,788 |
| Pregunta 16 | 96,846 | 249,239 | ,490 | ,778 |
| Pregunta 17 | 97,231 | 251,182 | ,576 | ,776 |
| Pregunta 18 | 97,128 | 256,694 | ,378 | ,784 |
| Pregunta 19 | 97,385 | 255,927 | ,387 | ,783 |
| Pregunta 20 | 97,051 | 254,208 | ,411 | ,782 |
| Pregunta 21 | 96,744 | 252,669 | ,460 | ,780 |
| Pregunta 22 | 97,179 | 263,046 | ,290 | ,787 |
| Pregunta 23 | 96,923 | 261,704 | ,302 | ,787 |
| Pregunta 24 | 96,795 | 263,852 | ,226 | ,790 |
| Pregunta 25 | 97,000 | 275,474 | -,027 | ,799 |

(IBM SPSS Statistics V23)

Luego de la eliminación de la Pregunta 25 se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 15 donde la siguiente pregunta a eliminar es la Pregunta 27 para tener un valor de Alfa de Cronbach de 0,803 con lo cual el cuestionario sería cuantitativamente confiable.

Tabla 15 - Estadísticas totales de elemento con 32 preguntas
Estadísticas de total de elemento

| | Media de escala si el elemento se ha suprimido | Varianza de escala si el elemento se ha suprimido | Correlación total de elementos corregida | Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido |
|-------------|--|--|--|--|
| Pregunta 20 | 94,051 | 253,155 | ,425 | ,788 |
| Pregunta 21 | 93,744 | 252,090 | ,464 | ,786 |
| Pregunta 22 | 94,179 | 262,783 | ,286 | ,794 |
| Pregunta 23 | 93,923 | 261,126 | ,306 | ,793 |
| Pregunta 24 | 93,795 | 262,378 | ,250 | ,795 |
| Pregunta 26 | 94,590 | 254,827 | ,429 | ,788 |
| Pregunta 27 | 94,359 | 270,605 | ,061 | ,803 |
| Pregunta 28 | 94,051 | 260,155 | ,269 | ,795 |
| Pregunta 29 | 93,949 | 262,787 | ,188 | ,799 |
| Pregunta 30 | 93,795 | 262,325 | ,277 | ,794 |
| Pregunta 31 | 93,897 | 263,673 | ,227 | ,796 |
| Pregu+ 32 | 93,615 | 248,664 | ,577 | ,782 |

(IBM SPSS Statistics V23)

Los resultados finales del cálculo del Alfa de Cronbach con 32 preguntas se muestran en la Figura 14.

Estadísticas de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|---------------------|-------------------|
| ,803 | 31 |

Figura 14 - Cálculo final de Alfa de Cronbach
 (IBM SPSS Statistics V23)

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por cada una de las preguntas aplicadas en el cuestionario sin tomar en consideración las preguntas 10, 15, 25 y 27 previamente eliminadas.

Pregunta 1:

¿Considera usted que las estaciones de producción automatizadas le dan mayor autonomía al operario para determinar cuándo un producto se encuentra dentro de la especificación deseada?

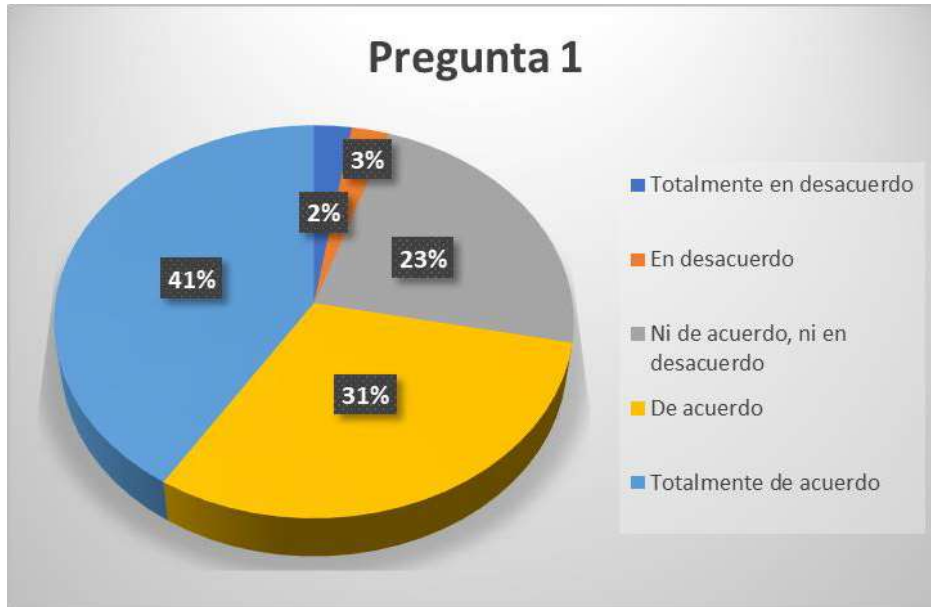


Figura 15 - Resultado estadístico de Pregunta 1
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 2:

¿Considera usted que una estación automatizada le quitaría autonomía al operario para poder realizar sus actividades de diferentes maneras?

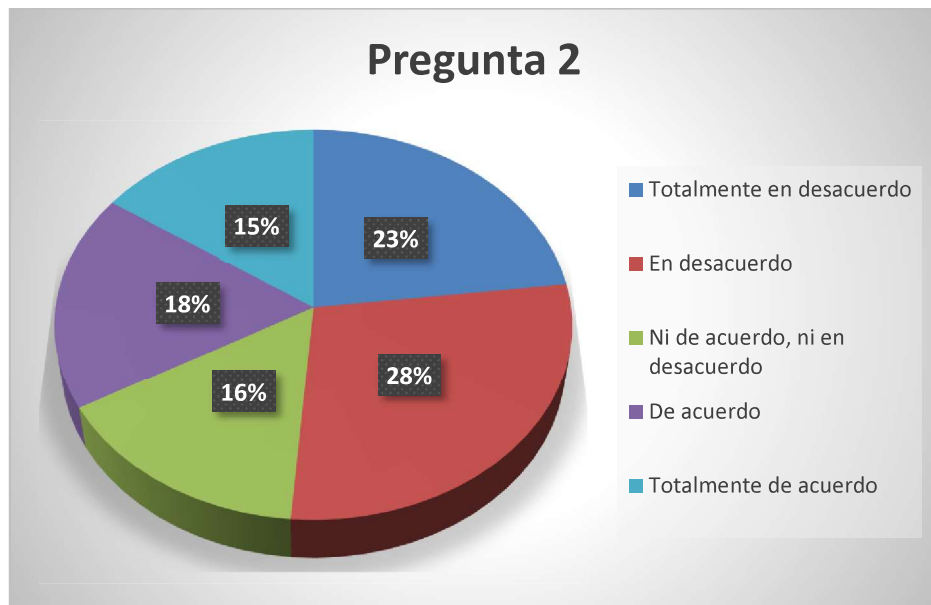


Figura 16 - Resultado estadístico de Pregunta 2
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 3:

¿Considera usted que las estaciones de producción automatizadas no le dan la autonomía suficiente al operario para realizar mejoras sobre su proceso (KAIZEN)?

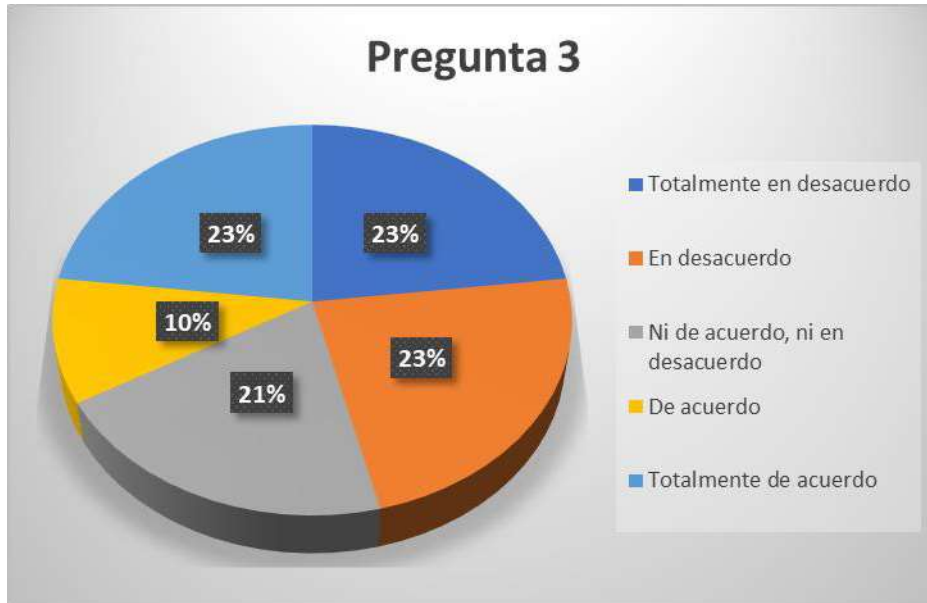


Figura 17 - Resultado estadístico de Pregunta 3
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 4:

¿Considera usted que en las estaciones de producción automatizadas no existe autonomía para que el operario pueda mejorar los tiempos de producción?

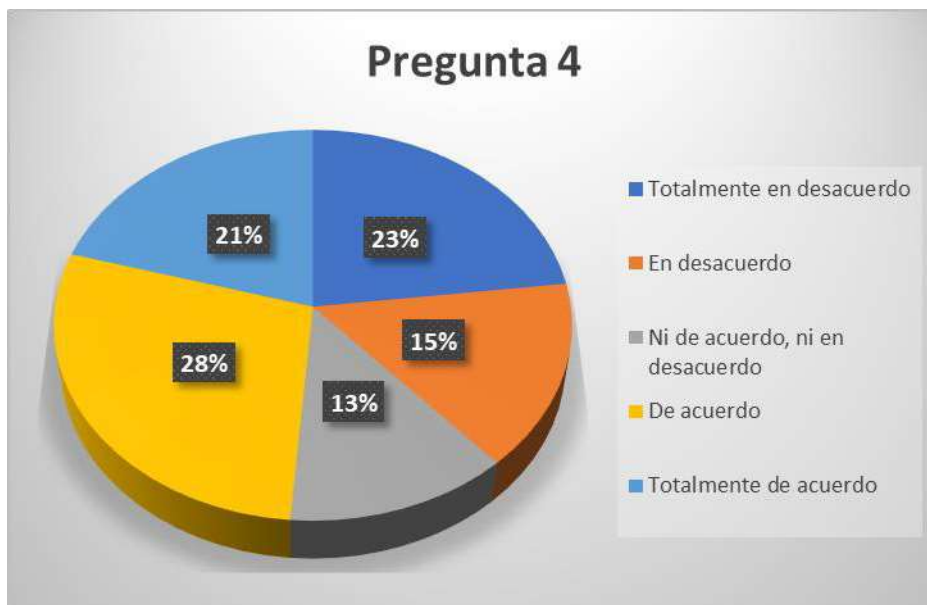


Figura 18 - Resultado estadístico de Pregunta 4
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 5:

¿Considera usted que la autonomía que tiene actualmente en su puesto de trabajo se vería afectada negativamente de alguna manera si se implementan controles automáticos de producción?

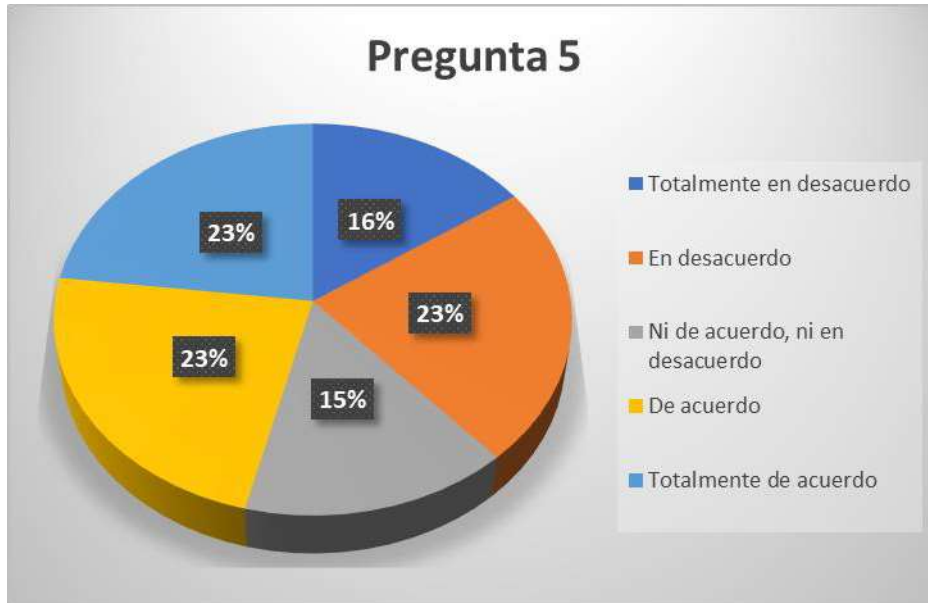


Figura 19 - Resultado estadístico de Pregunta 5
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 6:

¿Considera usted que la implementación de estaciones de trabajo automáticas influiría en tener un espacio físico más agradable para los operarios de producción?

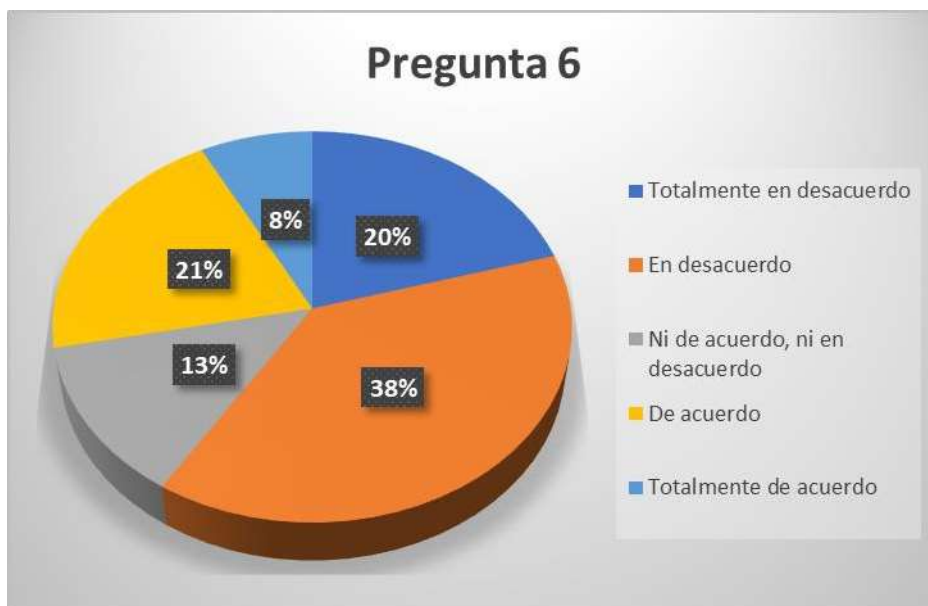


Figura 20 - Resultado estadístico de Pregunta 6
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 7:

¿Considera usted que la implementación de estaciones de trabajo automatizadas aporta a la optimización del espacio físico dentro de la línea de producción?

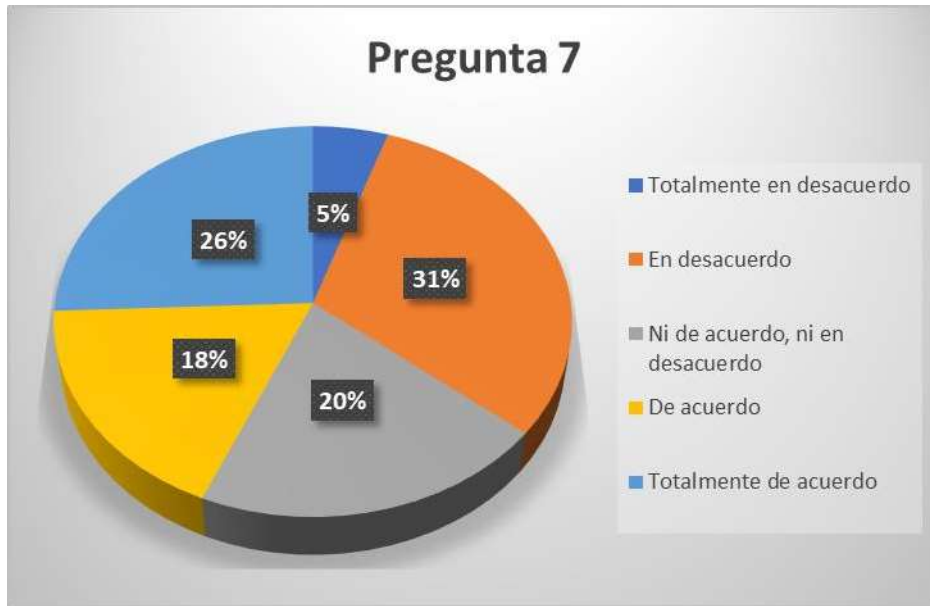


Figura 21 - Resultado estadístico de Pregunta 7
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 8:

¿Considera usted que la cantidad de implementos de trabajo (dispositivos) de estaciones de trabajo automatizadas disminuyen a comparación de una estación con procesos manuales?

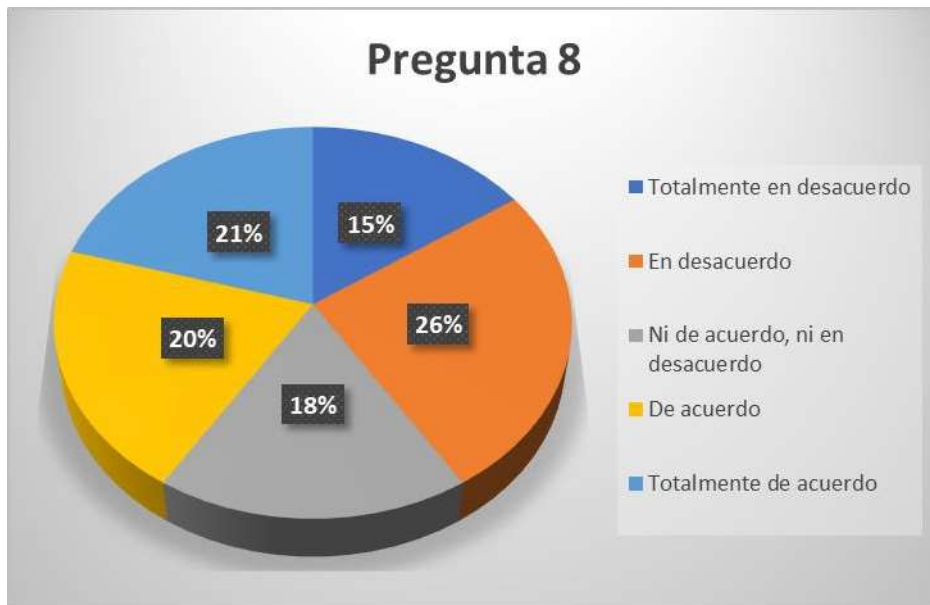


Figura 22 - Resultado estadístico de Pregunta 8
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 9:

¿Considera usted que el espacio físico en la empresa es suficiente y adecuado para la implementación de procesos de producción automáticos?

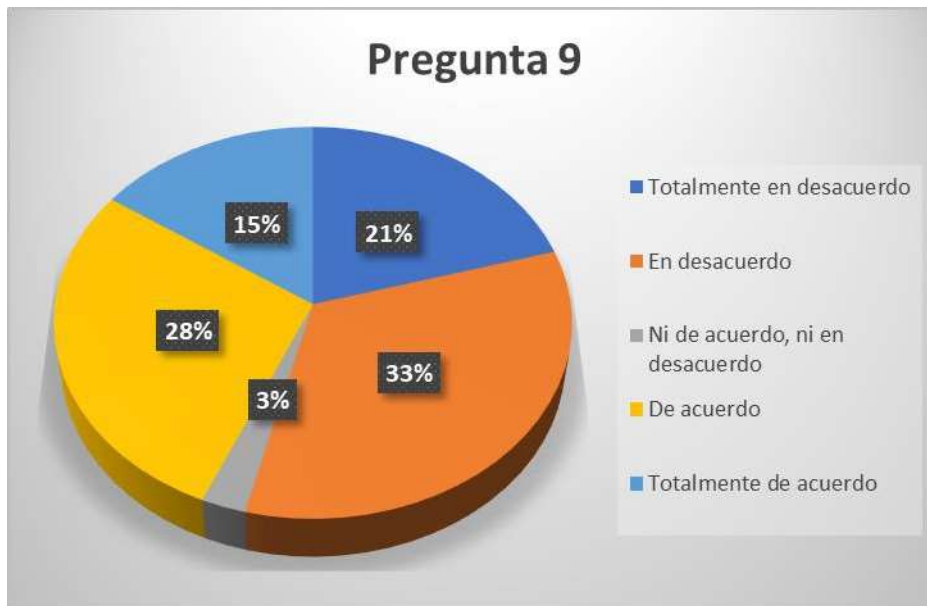


Figura 23 - Resultado estadístico de Pregunta 9
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 11:

¿Considera usted que la automatización de estaciones de trabajo es una manera de apoyo mutuo entre la organización y el trabajador en donde existe beneficio para ambas partes?

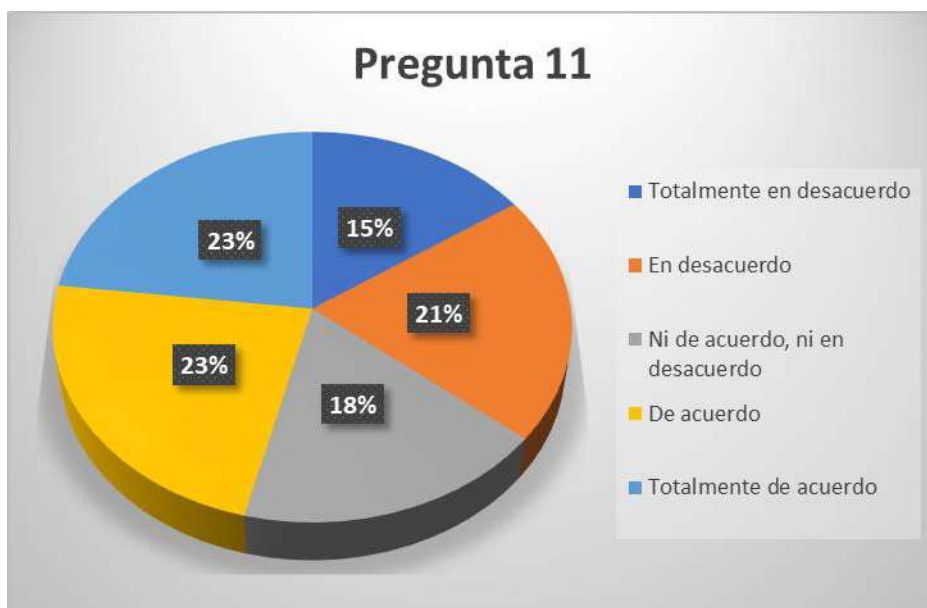


Figura 24 - Resultado estadístico de Pregunta 11
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 12:

¿Considera usted que la implementación de estaciones de producción automatizadas apoya a la filosofía de mejora continua de la empresa?

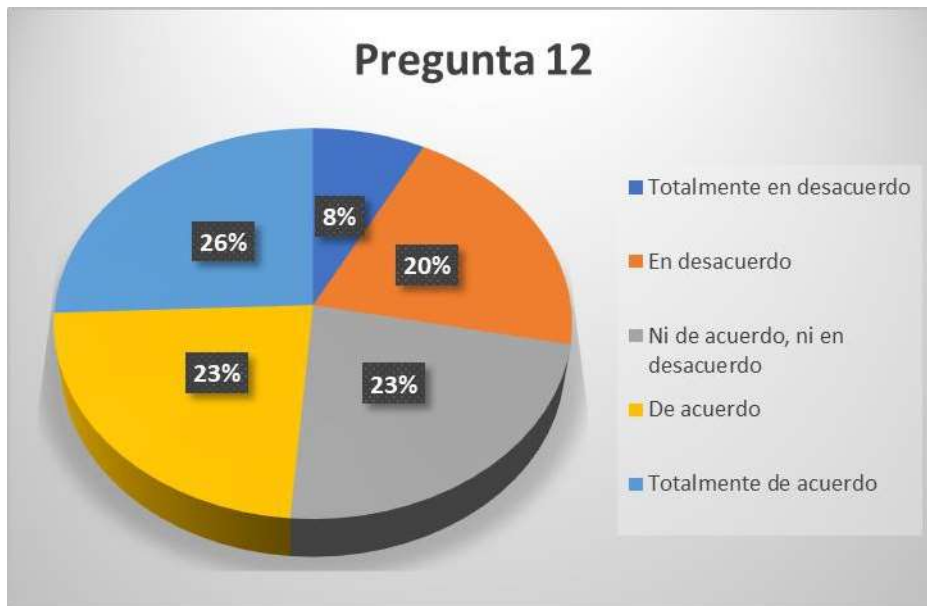


Figura 25 - Resultado estadístico de Pregunta 12
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 13:

¿Considera usted que con la implementación de estaciones de trabajo automatizadas se brinda apoyo al operador para mejorar su desempeño y que no cometa errores?

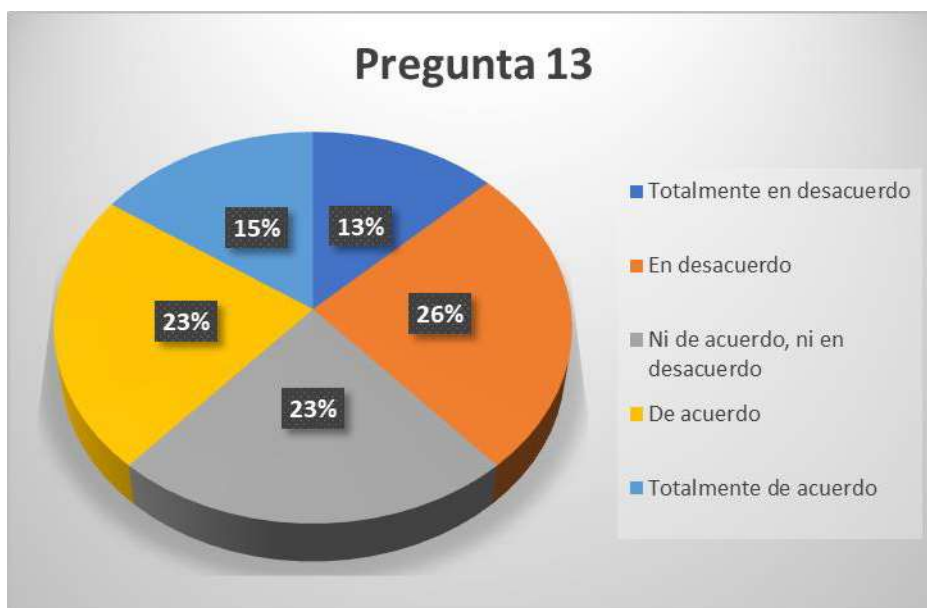


Figura 26 - Resultado estadístico de Pregunta 13
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 14:

¿Considera usted que a través de la automatización de estaciones de producción el operario recibe el apoyo suficiente para mejorar sus competencias?

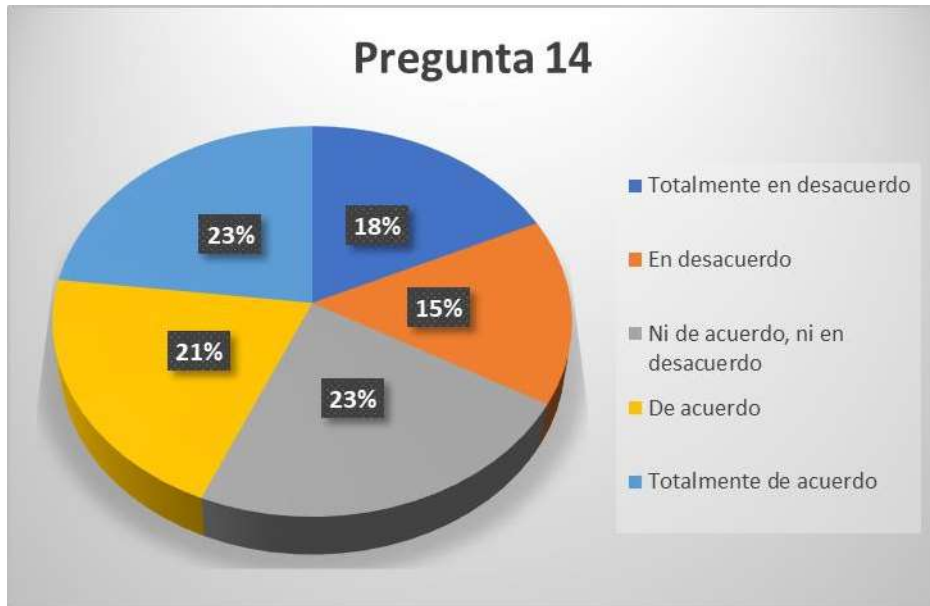


Figura 27 - Resultado estadístico de Pregunta 14
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 16:

¿Considera usted que existe una participación activa de los operarios antes, durante y después de la automatización de una estación de trabajo?

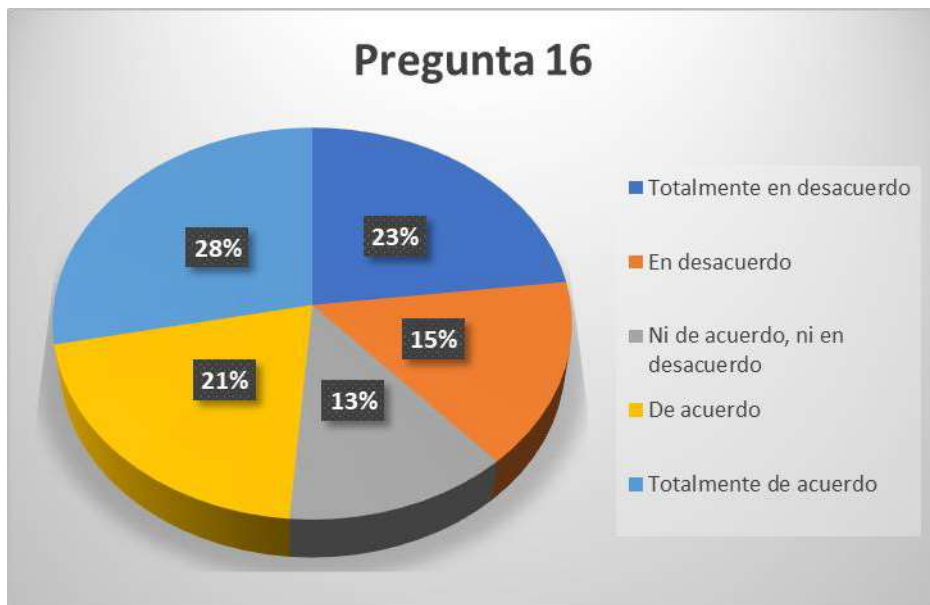


Figura 28 - Resultado estadístico de Pregunta 16
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 17:

¿Considera usted que la implementación de estaciones de trabajo automáticas se lo realiza tomando en cuenta los errores cometidos anteriormente en procesos manuales antes que las sugerencias que se podrían presentar?

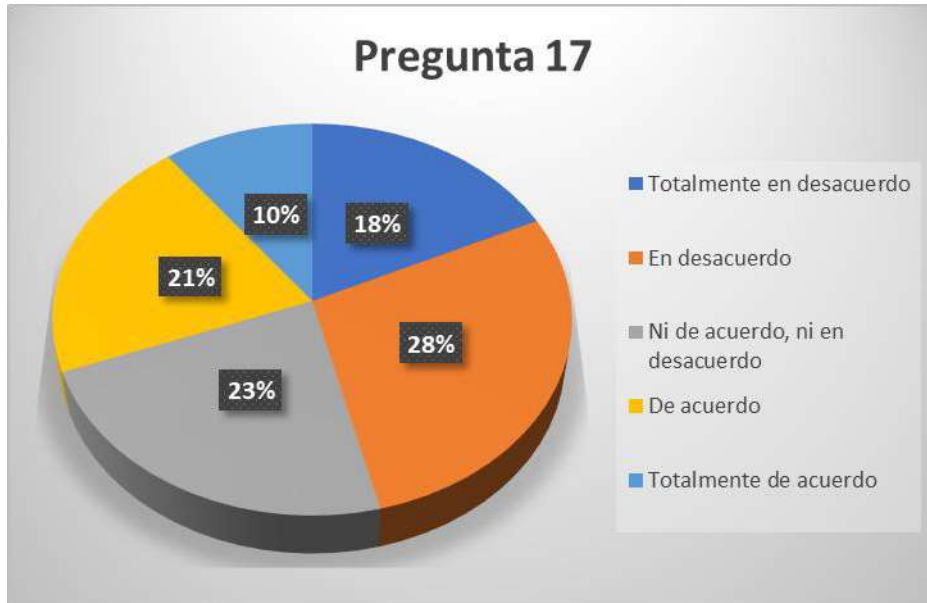


Figura 29 - Resultado estadístico de pregunta 17
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 18:

¿Considera usted que los líderes de la empresa participan de igual manera que los operarios en el proceso de automatización de las estaciones de trabajo?

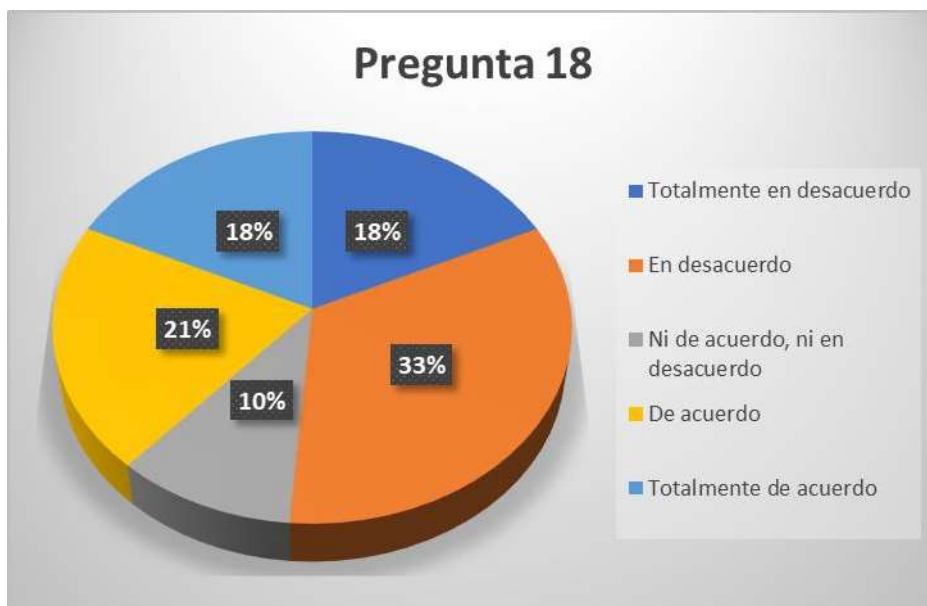


Figura 30 - Resultado estadístico de Pregunta 18
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 19:

¿Considera usted que la implementación de estaciones de producción automáticas implica o tiene alguna relación con la disminución de personal?

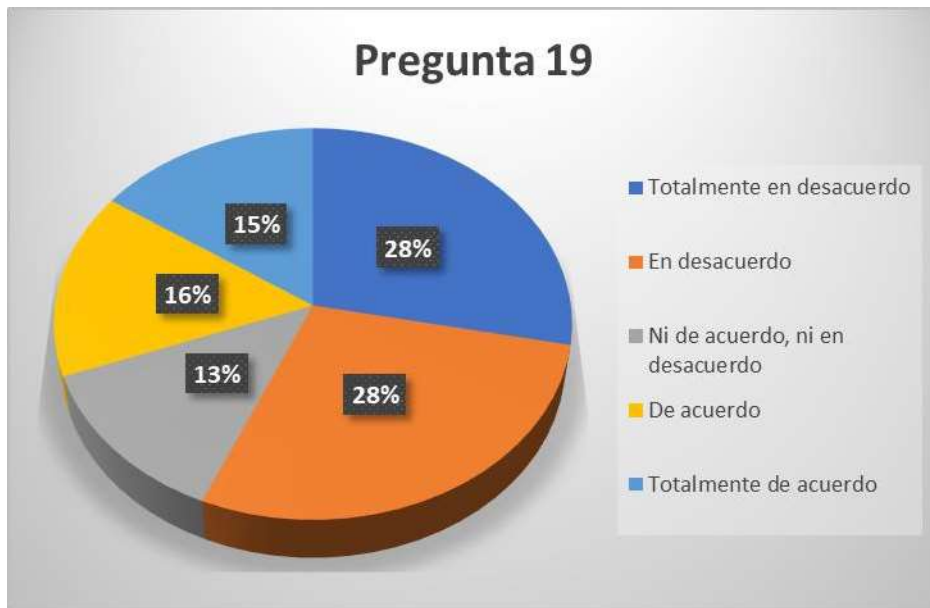


Figura 31 - Resultado estadístico de Pregunta 19
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 20:

¿Considera usted que los operarios de producción tienen un alto grado de participación durante la implementación de estaciones de trabajo automáticas?

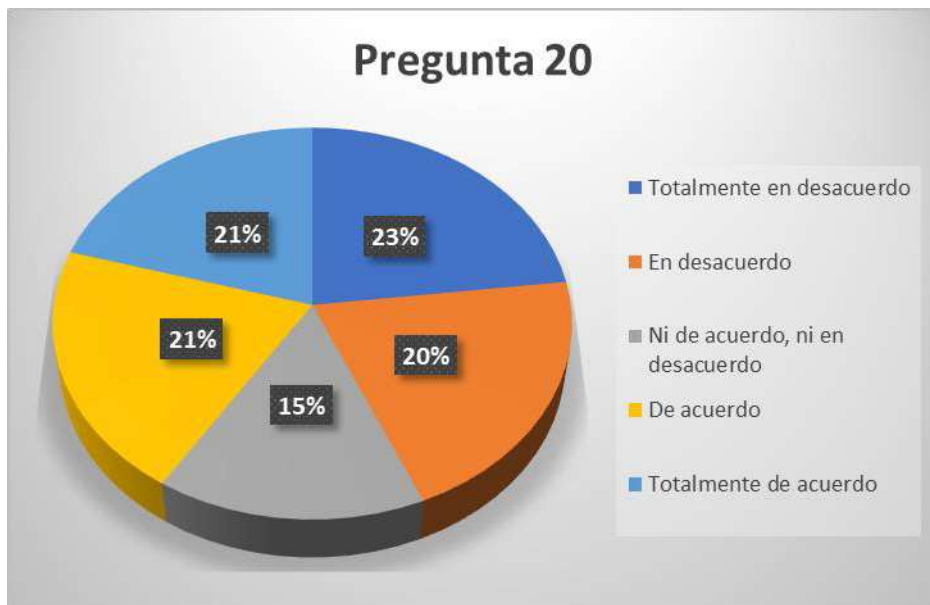


Figura 32 - Resultado estadístico de Pregunta 20
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 21:

¿Considera usted que a través de la implementación de estaciones de trabajo automatizadas se busca el bienestar de los operarios de producción?

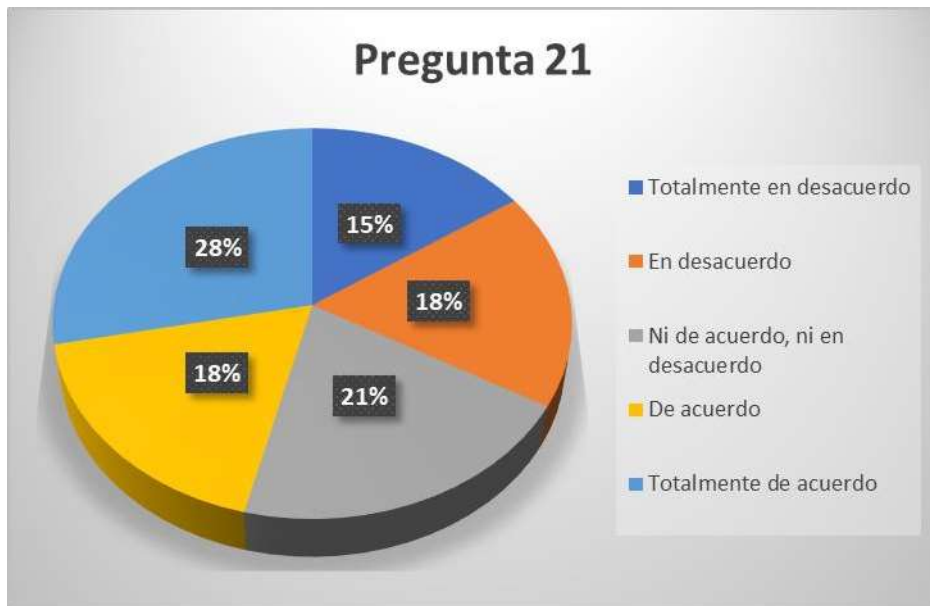


Figura 33 - Resultado estadístico de Pregunta 21
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 22:

¿Considera usted que al aportar ideas para la automatización de procesos pueda generar mejores vínculos de amistad con los integrantes de su grupo de trabajo?

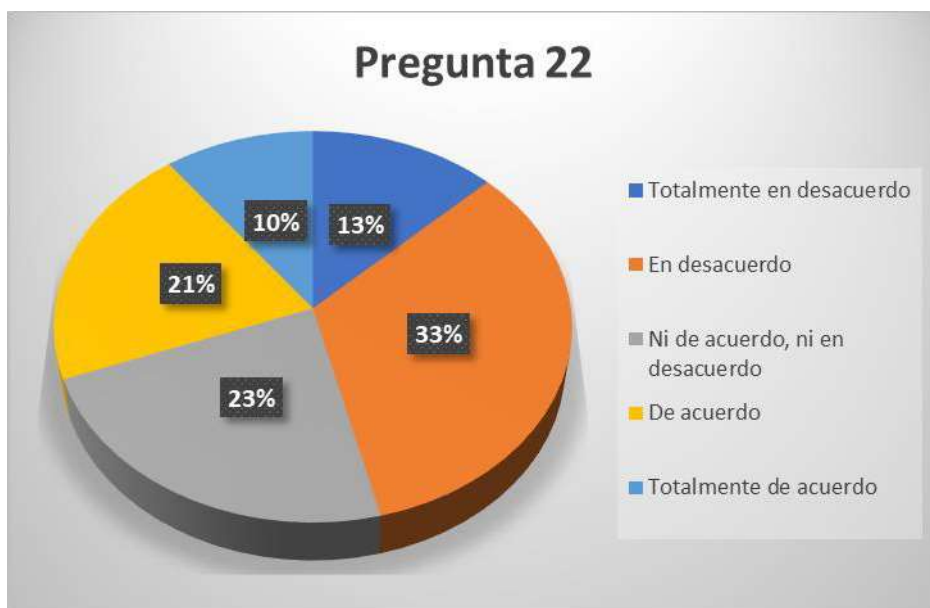


Figura 34 - Resultado estadístico de Pregunta 22
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 23:

¿Considera usted que los grupos de trabajo que se forman para desarrollar los proyectos de automatización pueden convertirse en equipos de trabajo para otro tipo de actividades?

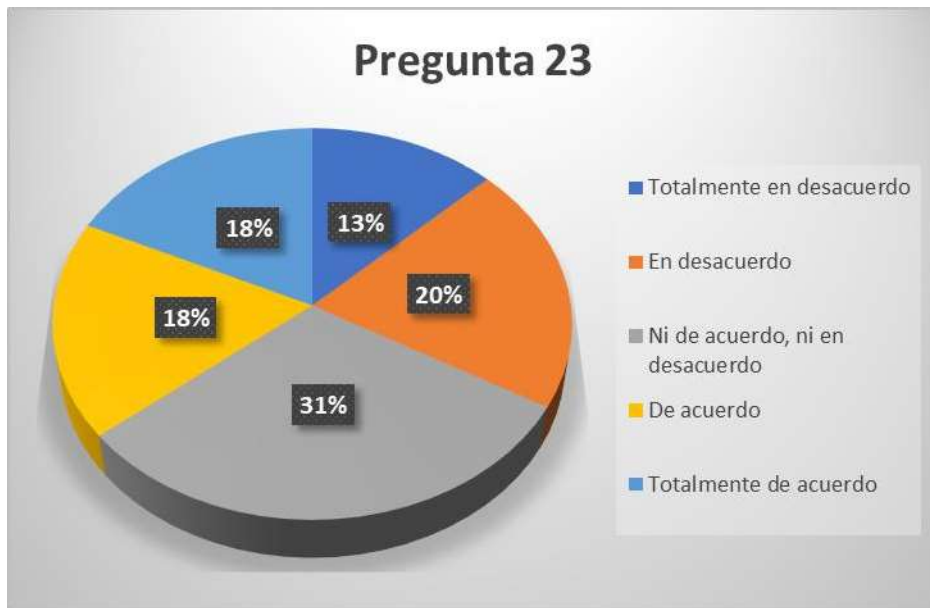


Figura 35 - Resultado estadístico de Pregunta 23
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 24:

¿Considera usted que el desarrollo de actividades de automatización ha fomentado el trabajo en grupo?

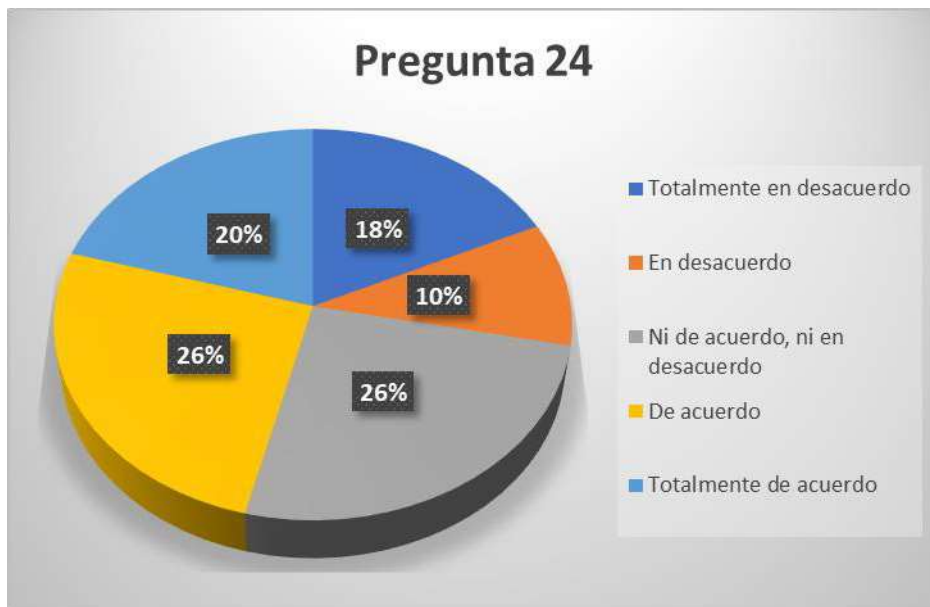


Figura 36 - Resultado estadístico de Pregunta 24
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 26:

¿Considera usted que el nivel de motivación de los operarios aumentaría al tener estaciones de producción automatizadas?

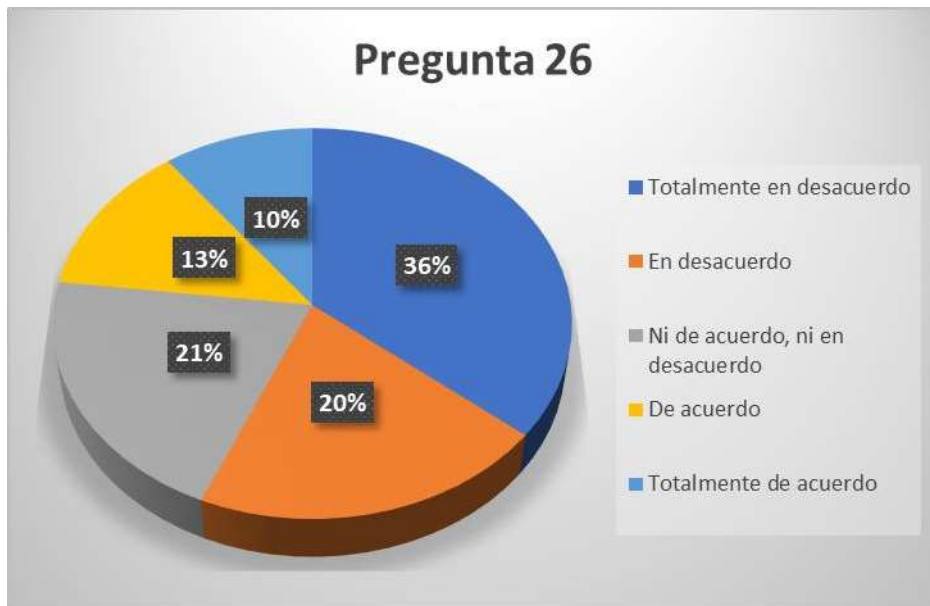


Figura 37 - Resultado estadístico de Pregunta 26
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 28:

¿Considera usted que la inversión de la empresa en estaciones de trabajo automatizadas es parte del reconocimiento del esfuerzo de los trabajadores?



Figura 38 - Resultado estadístico de Pregunta 28
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 29:

¿Considera usted que el trabajo bien realizado en una estación de ensamble manual merece mejoras orientadas hacia la automatización?

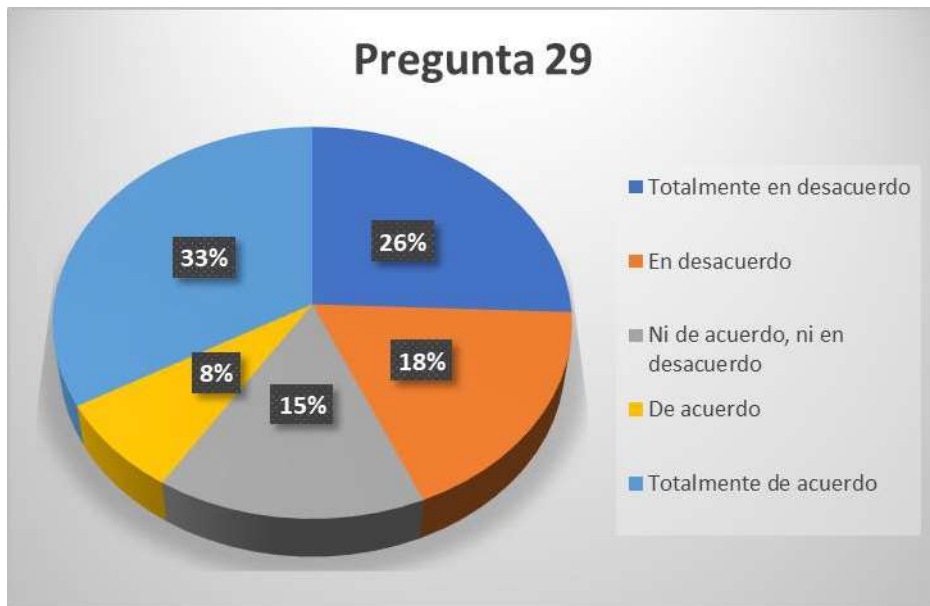


Figura 39 - Resultado estadístico de Pregunta 29
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 30:

¿Considera usted que a través de la implementación de estaciones de producción automáticas se castiga la falta de competencias del operario de producción?

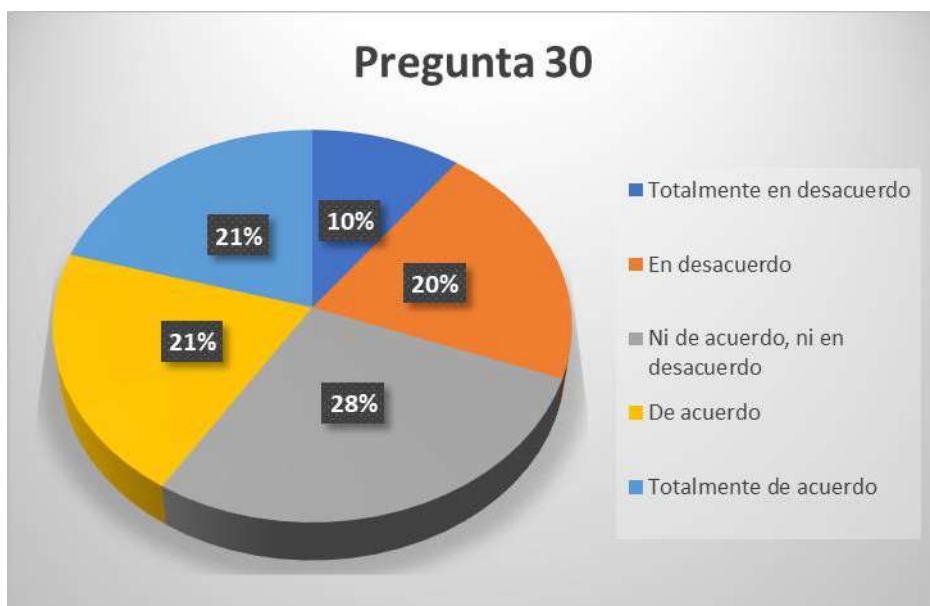


Figura 40 - Resultado estadístico de Pregunta 30
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 31:

¿Considera usted que a través de estaciones de trabajo automatizadas se puede tener un mayor control sobre las actividades que realiza un operario de producción?

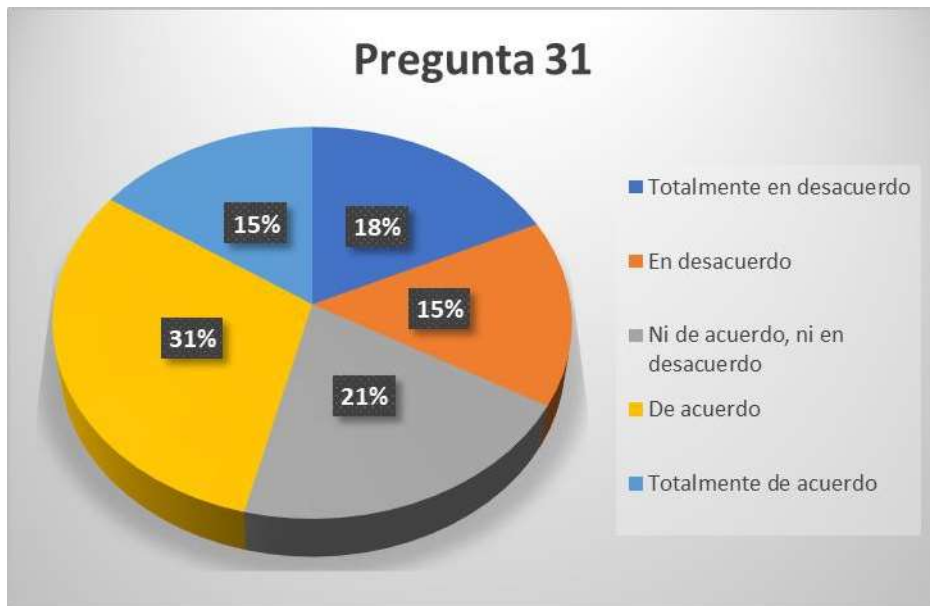


Figura 41 - Resultado estadístico de Pregunta 31
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 32:

¿Considera usted que teniendo estaciones de trabajo automatizadas es más sencillo organizar las tareas diarias dentro de la línea de producción?

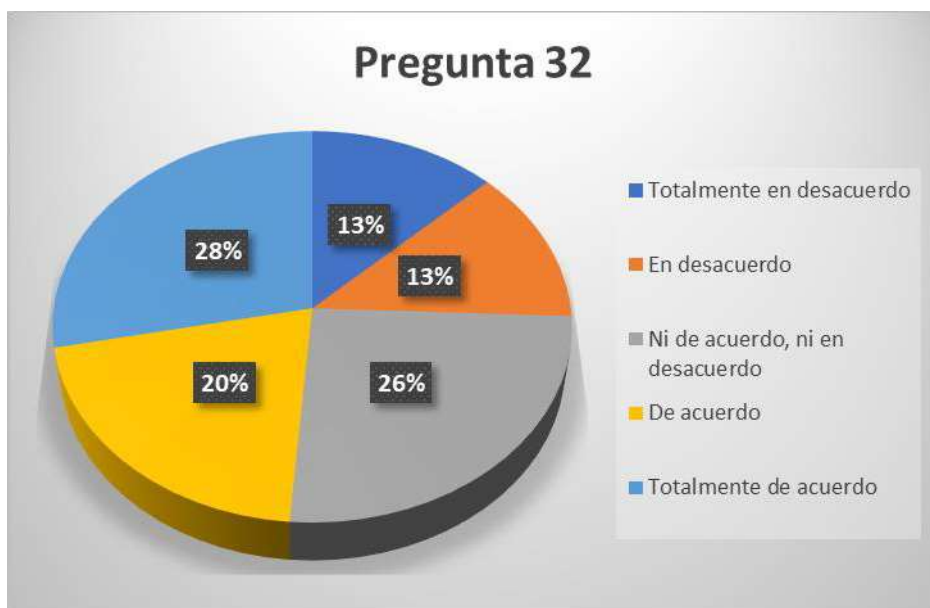


Figura 42 - Resultado estadístico de Pregunta 32
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 33:

¿Considera usted que a través de las estaciones de producción automatizadas se restringe la polivalencia de los operarios para asignarles nuevas tareas?

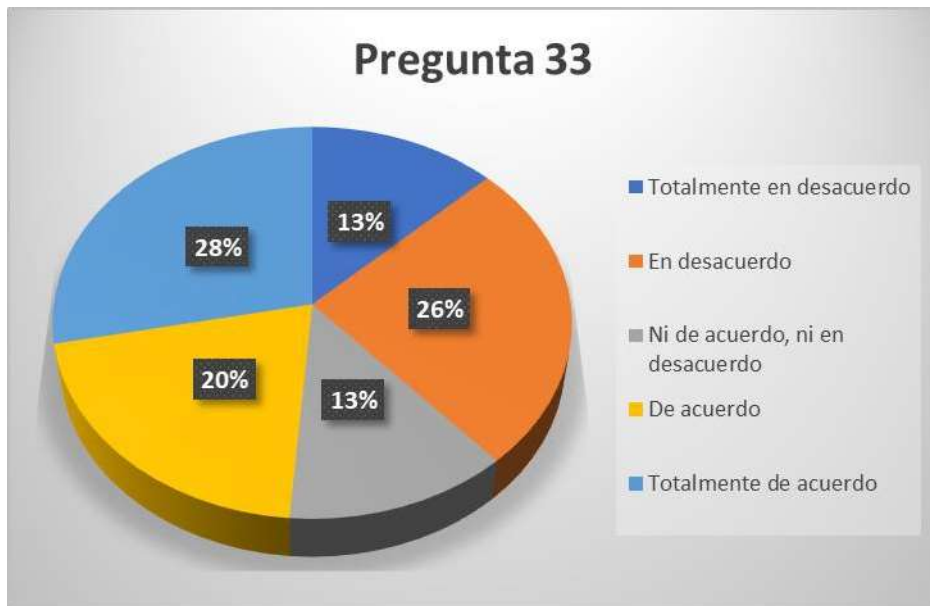


Figura 43 - Resultado estadístico de Pregunta 33
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 34:

¿Considera usted que las actividades de producción estarían más restringidas en una estación de producción automatizada comparándola con una estación de producción manual?

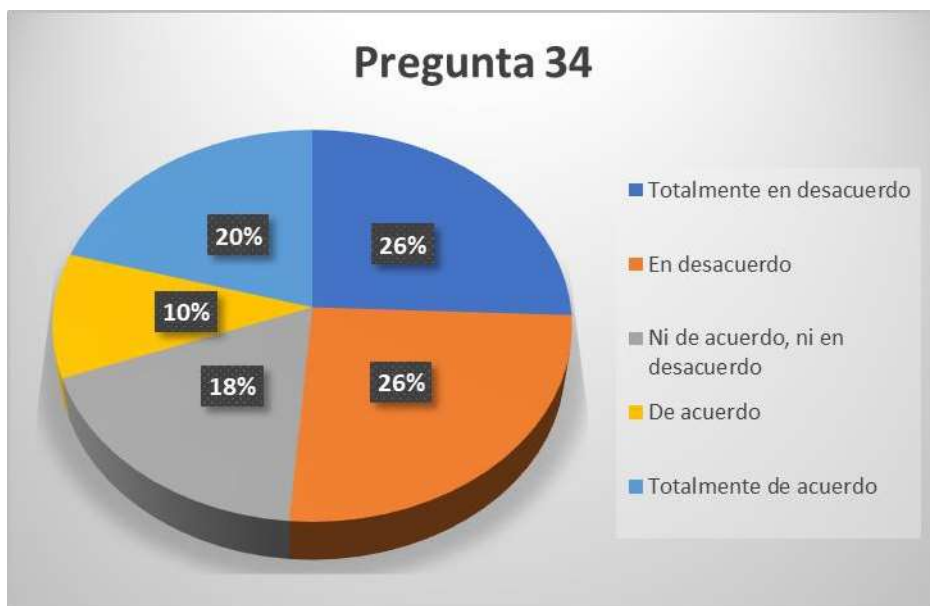


Figura 44 - Resultado estadístico de Pregunta 34
(Fuente: Elaboración propia)

Pregunta 35:

¿Considera usted que al tener una línea de producción automatizada ayuda a una planificación más precisa de las actividades de programación de la producción?

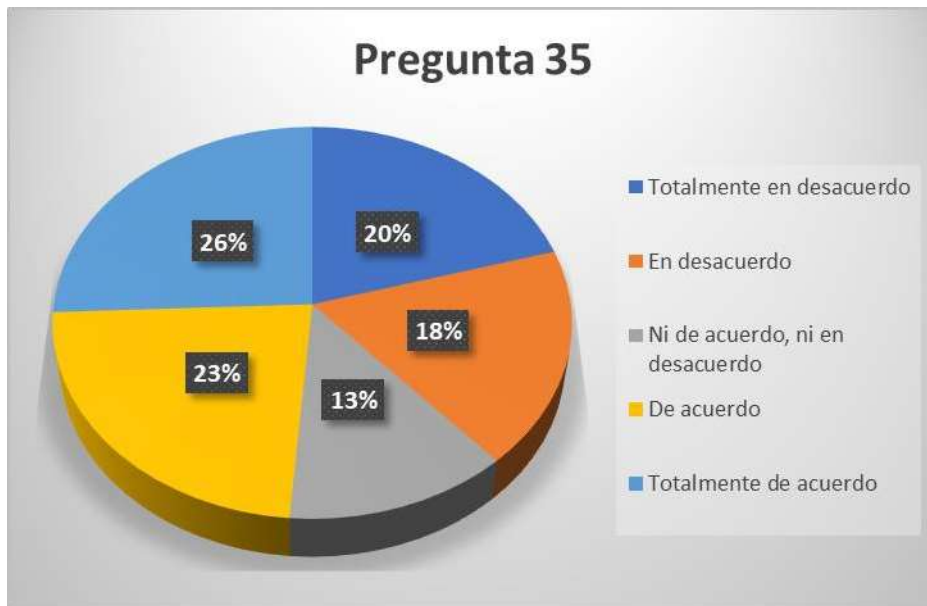


Figura 45 - Resultado estadístico de Pregunta 35
(Fuente: Elaboración propia)

Como parte de los resultados del cuestionario también se realizó un análisis resumen de todas las preguntas en general en el cual se las cataloga dentro de tres categorías como positiva, neutral y negativa. Esto para determinar cómo fue la percepción global de los trabajadores de Transejes Ecuador con cada una de las preguntas. En la Tabla 16 se puede observar lo obtenido para cada una de las preguntas clasificadas de acuerdo a su puntaje.

Tabla 16 - Resumen de resultados globales por pregunta

| | Puntaje Total | Negativo (0 - 78) | Neutral (79 - 117) | Positivo (118 - 195) |
|-------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Pregunta 1 | 158 | | | x |
| Pregunta 2 | 107 | | x | |
| Pregunta 3 | 112 | | x | |
| Pregunta 4 | 120 | | | x |
| Pregunta 5 | 123 | | | x |
| Pregunta 6 | 100 | | x | |
| Pregunta 7 | 128 | | | x |
| Pregunta 8 | 119 | | | x |
| Pregunta 9 | 111 | | x | |
| Pregunta 11 | 124 | | | x |
| Pregunta 12 | 132 | | | x |
| Pregunta 13 | 118 | | | x |
| Pregunta 14 | 123 | | | x |
| Pregunta 16 | 123 | | | x |
| Pregunta 17 | 108 | | x | |
| Pregunta 18 | 112 | | x | |
| Pregunta 19 | 102 | | x | |
| Pregunta 20 | 115 | | x | |
| Pregunta 21 | 127 | | | x |
| Pregunta 22 | 110 | | x | |
| Pregunta 23 | 120 | | | x |
| Pregunta 24 | 125 | | | x |
| Pregunta 26 | 94 | | x | |
| Pregunta 28 | 115 | | x | |
| Pregunta 29 | 119 | | | x |
| Pregunta 30 | 125 | | | x |
| Pregunta 31 | 121 | | | x |
| Pregunta 32 | 132 | | | x |
| Pregunta 33 | 127 | | | x |
| Pregunta 34 | 107 | | x | |
| Pregunta 35 | 123 | | | x |

(Elaboración Propia)

Finalmente, en la Tabla 17 se analiza cada una de las 7 dimensiones clasificándolas de igual manera como positiva, neutral o negativa dependiendo del puntaje total obtenido. En este resumen se puede apreciar que en general los operarios de Transejes Ecuador no consideran negativa la implementación de estaciones de producción automáticas.

Tabla 17 - Resumen de resultados globales por dimensión

| | Puntaje Total | Negativo (0 - 390) | Neutral (391 - 585) | Positivo (586 - 975) |
|----------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Autonomía | 620 | | | x |
| Aspecto Físico | 458 | | x | |
| Apoyo | 497 | | x | |
| Consideración | 452 | | x | |
| Calidez | 482 | | x | |
| Recompensa | 453 | | x | |
| Estructura | 610 | | | x |

(Elaboración Propia)

3.2. DISCUSIÓN

En la presente investigación el objetivo fundamental es obtener un criterio válido de las ventajas de implementar estaciones de producción automáticas en los procesos productivos del sector automotriz, en especial tomando en cuenta las exigencias que este tipo de industria tiene para los proveedores de las ensambladoras de autos. Si bien es cierto la industria automotriz en el Ecuador es aún muy joven y se enfrenta ante necesidades de sus clientes que ahora no sólo se enfocan en la calidad de los productos, sino también en la seguridad y eficiencia que tienen sus procesos de producción.

Una de las principales limitantes para la industria automotriz ecuatoriana y que se la pudo evidenciar en la presente investigación fue la falta de oferta de la tecnología requerida para poder cumplir con los requisitos de los clientes. En la presente investigación únicamente se pudo encontrar a dos proveedores en el Ecuador que pueden brindar la asesoría necesaria para la compra de equipos especializados de torque para la industria automotriz. Sin embargo, estos mismos proveedores muy difícilmente tienen disponibilidad inmediata de estos equipos.

Este fenómeno de la ausencia de proveedores tecnológicos podría deberse a las pocas empresas nacionales que se dedican al mercado de la fabricación de autopartes, y en sí, pocas empresas son las que pueden cumplir con todos los requisitos exigidos por las ensambladoras en la norma IATF 16949:2015. Se podría tomar como tema de investigación las principales limitantes que tiene las empresas ecuatorianas para poder ingresar como proveedores de ensambladoras de vehículos.

Los organismos de control internacionales de este sector trabajan en asegurar que cada empresa autopartista del mundo trabaje con sistemas de gestión integrados en los cuales se pueda medir la calidad no solo en los productos sino también en los procesos tanto administrativos como productivos. Además, el control y supervisión constante de sus procesos de producción exigen a que los mismos tengan cada vez menos participación del factor humano para la toma de decisiones en producción, delegando únicamente tareas de abastecimiento y supervisión al personal operativo.

Es así que se buscan varias alternativas orientadas a la tecnología que permitan obtener ventajas productivas a las empresas que las implementan. Como lo menciona (Córdova, 2006) "La experiencia industrial nacional e internacional denota varias consideraciones que

direccionan cómo acometer el proyecto de automatización, destacándose algunas pautas como el mejoramiento de estándares de calidad, la reducción de pérdidas en producción, el incremento de la repetibilidad y la estabilidad de los procesos de manufactura, la reducción del trabajo físico y repetitivo, obtención de mayor continuidad de la producción en días feriados, mejoramiento de la relación costo-beneficio, el predominio de visión abierta para dimensionar la necesidad, y selección de la oferta técnica y económica más viable en términos de tecnología de automatización.”

Financieramente también se encontraron dificultades para conocer cuáles son las normativas de Transejes Ecuador con respecto a la inversión en proyectos. Las dificultades surgieron y debido a que la organización tiene varios procedimientos a seguir dependiendo del monto que se deba invertir en un proyecto. De esta manera, existen diferentes directivos en la organización que tienen la información necesaria acorde a la cantidad de inversión que se requiera.

En la medición del ambiente laboral con respecto a los cambios se pudo evidenciar que las percepciones de los trabajadores no tienen tendencias negativas, esto se podría dar debido a la influencia de la cultura de trabajo extranjera por parte de Transejes Ecuador con la influencia de la cultura de trabajo ecuatoriana. En base a esto también se podría plantear la investigación de los resultados que se obtienen de la mezcla de culturas laborales extranjeras con las culturas ecuatorianas.

Además, los resultados de las dimensiones del cuestionario aplicado reflejaron que las personas no tienen temor por ser reemplazados por procesos automáticos. En este caso en específico se puede evidenciar que los operadores ven este tipo de implementaciones como una oportunidad para poder mejorar su productividad.

Esta investigación exploratoria hace uso de herramientas de análisis validadas en el sector automotriz para justificar la implementación de procesos de producción automáticos, con lo cual se puede tener una base que sirva para verificar la factibilidad de la inversión que requiere la implementación de este tipo de proyectos sin dejar de lado el impacto en el ambiente laboral que puede generar.

4. CONCLUSIONES

- La identificación de procesos críticos en la organización es un punto clave para poder determinar las áreas o procesos productivos en los cuáles se debe destinar mayores recursos y que además debe tener una supervisión constante para determinar su variación en el tiempo. Tener bajo control la variación de un proceso ayuda a estandarizar los productos para garantizar la calidad de estos.
- A través de la herramienta de FMEA se determinó que el proceso más crítico de Transejes Ecuador Cía. Ltda. es la estación de ajuste de tuerca espiga en la línea de producción de cardanes con un NPR de 135. Esto se debe a que dentro de los parámetros de evaluación el ítem de Ocurrencia tiene un valor de 3 ya que según los registros internos de la empresa han existido varios casos en los cuáles el torque de este componente ha estado fuera de especificación.
- En el análisis de FMEA de las características críticas de Transejes Ecuador se pudo verificar durante la evaluación del NPR el 73,68% de las estaciones analizadas tienen un nivel de Detección moderada, esto quiere decir que en esas estaciones aún existe mucha intervención de los operarios de producción por lo cual el riesgo de que se pueda fabricar producto no conforme es alto al depender del juicio humano para validar un componente de la línea de producción.
- En base al análisis AMEF del listado de características críticas de la empresa el 57,89% son estaciones donde se debe aplicar torque y apenas el 27,27% de esas estaciones se realizan con una herramienta de torque controlado. Esto es un margen muy pequeño para la criticidad que significa los procesos que Transejes Ecuador realiza que se deja a criterio de los operarios la validación de las piezas de producción. Además, los costos de producción en esas estaciones se incrementan al tener un operario que realiza la actividad y otro que la verifica.
- El análisis de la Capacidad del Proceso a través de la herramienta de SPC demostró que la estación de ajuste de la tuerca de espiga no tiene la capacidad que el cliente requiere al tener valores de C_p y C_{pk} de 0 y -1,05 respectivamente. Es por esta razón que la empresa tomó la decisión de tener una inspección redundante que pueda garantizar que los productos salgan dentro de los límites de especificación a pesar de que no estén dentro de los límites de control del proceso.

- El índice Cpk calculado indica que no existe garantía de que el proceso de producción actual pueda tener la posibilidad de mejora bajo las actuales condiciones, la variación presentada por la herramienta que se utiliza actualmente es natural de la misma, razón por la cual si se desea mejorar y poner bajo control el proceso se debe necesariamente pensar en otro proceso con más control.
- A pesar de que la herramienta manual que se utiliza en el proceso de ajuste de la tuerca de la espiga se encuentra calibrada y en constante control por el área de Metrología de Transejes Ecuador se puede demostrar con el estudio de la capacidad del proceso que el error humano es significativo para este tipo de aplicaciones y que necesariamente se debe hacer uso de la tecnología para obtener los resultados requeridos por el cliente.
- Como resultado del análisis de capacidad del proceso se evidencia que es necesario el cambio de proceso de producción a una opción tecnológicamente más confiable. Con la necesidad planteada y en base al análisis de las opciones existentes en el mercado se determinó que financieramente es viable realizar la inversión en la compra de equipos automáticos para producción ya que para un periodo de inversión de 5 años el retorno de la inversión se hará en los 3 primeros años, teniendo para los 2 años restantes ganancias por la implementación de una estación de producción automática.
- Dentro del análisis financiero se obtuvo un VAN con un valor de USD 1.270.363,48 lo cual indica que la inversión realizada producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida. De igual manera el cálculo del TIR con un valor de 16,49% nos indica que el costo de la oportunidad de inversión supera la rentabilidad mínima requerida de 6% que fue el dato histórico más alto proporcionado por Transejes Ecuador, con esto también podemos concluir que de darse la inversión en este proyecto se esperarían que por cada 100 dólares de inversión se espera un retorno de 16.94 dólares.
- Acorde al resultado de indicador WACC también podemos confirmar que la inversión puede darse con fondos propios de la empresa o acudiendo a un préstamo con la misma corporación, esto debido a que el cálculo nos entregó un valor de tasa del 7% el cual si lo comparamos con el valor de tasa que la corporación

entrega de 7.25% es similar tomando en consideración que el impuesto la renta es del 25% y este valor sería deducible de impuestos para la organización, aunque si se elegiría la opción de utilizar el financiamiento externo de Dana Incorporated se debe considerar también el análisis de Riesgo País para conocer la rentabilidad que los inversionistas esperan de la inversión que se plantea realizar.

- Además de los beneficios financieros obtenidos si se invirtiera en la automatización de la estación de torque de tuerca espiga en la estación de cardanes se debe tomar en cuenta que existen beneficios al aumentar la productividad y asegurar la calidad del proceso. Además, con la eliminación de la inspección redundante en esa estación se puede aprovechar ese recurso para repotenciar otra estación de producción.
- Los resultados obtenidos en la medición del impacto social de la implementación de los procesos automáticos muestran que no existe un rechazo de estas ideas por parte de la mayoría del personal encuestado. Esto se puede evidenciar con los datos estadísticos globales por pregunta, en los cuales el 61,29% de las preguntas tienen una categorización de positiva, mientras que el restante 38,71% tienen una categorización neutral. Esto se puede interpretar como que los operarios tienen un buen concepto acerca de la automatización de estaciones de trabajo, y lo ven más como una ayuda que como una amenaza a sus puestos de trabajo.
- La aceptación de los proyectos de automatización por parte de los operarios de producción también se puede evidenciar en los datos globales por dimensión, en donde se evidencia que la Autonomía con un puntaje total de 620 es la dimensión más fortalecida dentro de la organización lo cual indica que los operadores no tienen la percepción de que tener estaciones de producción automatizadas les quita su autonomía al momento de realizar sus actividades en estaciones de producción automatizadas.
- Con los resultados estadísticos obtenidos se puede tener una base para Transejes Ecuador con la cual el área de Talento Humano se puede enfocar para las tareas de mejora de ambiente laboral. El enfoque puede darse sobre la dimensión de Recompensa que tuvo la puntuación más baja de 453 puntos sobre 971. En este caso se pueden plantear estrategias para que los operadores vean los proyectos de automatización como oportunidades para aumentar su nivel de motivación al

plantearles que a través de estas alternativas se asegura que su trabajo siempre será de calidad.

- Es interesante también observar que en los resultados de la medición del clima laboral la implementación de estaciones de producción automáticas no tiene impacto alguno en las dimensiones de Aspecto Físico, Apoyo, Consideración, Calidez y Recompensa. Esto significa que para los operarios de producción no existe una relación estrecha entre estas dimensiones y el efecto de la implementación de estos procesos que pueda afectar en algún grado su desempeño o su percepción de cómo se sienten en la organización con estos cambios.
- En términos generales la implementación de una estación de producción automática para el proceso de torque de la tuerca espiga en la línea de cardanes de Transejes Ecuador es financieramente factible ya que existe un retorno de la inversión planteada y además una ganancia dentro del periodo de 5 años para el cual se propone el proyecto. Además, socialmente tampoco se evidenció que existan efectos negativos sobre el personal de la organización, lo cual da la apertura para considerar la implementación de más proyectos de este tipo a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIAG. (2008). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales*. AIAG.
- AIAG. (2016). *Norma del Sistema de la Calidad Automotriz IATF 16949*. AIAG.
- Cantoni, N. (2009). Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*.
- CINAE. (2017). Anuario 2017. *Anuario de la Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana 2017*, 47.
- Córdova, E. (2006). Manufacturay Automatización. *Ingeniería e Investigación*, 120-128.
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 247.
- Daimler Chrysler Corporation, F. M. (2005). Control Estadístico de los Procesos (SPC). En F. M. Daimler Chrysler Corporation, *Control Estadístico de los Procesos (SPC)* (pág. 25).
- Daimler Chrysler Corporation, F. M. (2005). *Statistical Process Control (SPC)*. Michigan: Lahser Road.
- Decker, S. B. (02 de Febrero de 2018). *Stanley Engineered Fastening*. Obtenido de Stanley Engineered Fastening: [https://www.stanleyengineeredfastening.com/resources/the-library#f:globallanguages=\[English\]&f:resourcetype=\[Brochures%20%26%20Data%20sheets,Technical%20Documentation\]&f:brandlist=\[STANLEY%20Assembly%20Technologies\]](https://www.stanleyengineeredfastening.com/resources/the-library#f:globallanguages=[English]&f:resourcetype=[Brochures%20%26%20Data%20sheets,Technical%20Documentation]&f:brandlist=[STANLEY%20Assembly%20Technologies])
- Ecuador, P. (2016). *Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/automotriz/>
- Fabara, D. (2017). Zona Estadística: Análisis del Sector Automotor. *Anuario de la Industria Automotriz Ecuatoriana 2017*, 47.
- García, M. (16 de Diciembre de 2009). Clima Organizacional y su Diagnóstico: Una Aproximación Conceptual. *Cuadernos de Administración*, 43-61.
- Group, S. C. (19 de Septiembre de 2012). *SPC Consulting Group*. Obtenido de SPC Consulting Group: <https://spcgroup.com.mx/core-tools/>
- Hemisferios, U. d. (2016). *IDE Business School*. Obtenido de <http://investiga.ide.edu.ec/index.php/70-estadisticas/empresas-sectores/384-industria-automotriz>

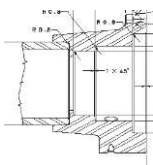

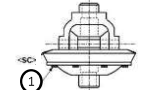
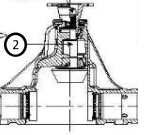
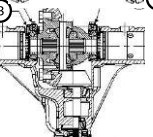
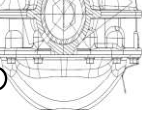
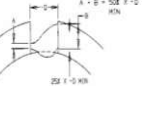
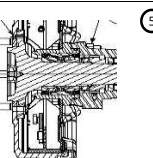
- Hernandez, R., Carlos, C., & Pilar, L. (2010). *Metodología de la Investigación*. México DF: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Hofacker, A. (2008). *Rapid lean construction - quality rating model*. Manchester: s.n.
- Incorporated, D. (21 de Febrero de 2018). *Dana Ecuador*. Obtenido de Dana Ecuador: <http://danaecuador.com.ec/>
- Isabela, H. e. (2016). *Finamac*. Obtenido de <http://www.finamac.com/es/noticias/2011/12/la-importancia-de-la-automatizacion-en-los-procesos-industriales>.
- ISO. (2015). *Sistemas de Gestión de Calidad: Requisitos*. Madrid: AENOR.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Finland: VTT Building Technology.
- Méndez, C. (2006). *Clima organizacional en Colombia. El IMCOC: Un método de análisis para su intervención*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- México, L. (2017). *LRQA México*. Obtenido de <http://www.lrqamexico.com/certificaciones/ISO-16949-Calidad-Automotriz/>
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. Colombia: Alfaomega Grupo Editor.
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. México D.F.: Alfaomega.
- Orozco, M. (19 de Febrero de 2018). *El Comercio*. Obtenido de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/produccion-de-ensambladora-ciauto-cayo.html>
- Reinoso, H., & Araneda, B. (2008). Diseño y Validación de un Modelo de Medición de Clima Organizacional Basado en Percepciones y Expectativas. *Revista Ingeniería Industrial*, 39-54.
- Riquelme, M. (24 de Octubre de 2018). *Web y Empresas*. Obtenido de Web y Empresas: <https://www.webyempresas.com/que-son-los-costos-de-mantenimiento/>
- Roche, H. (2016). *Universidad de la República de Uruguay*. Obtenido de Universidad de la República de Uruguay: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:97OwXziMpvAJ:eva.fcea.edu.uy/pluginfile.php/95672/mod_folder/content/0/20.%2520Aplicacion%2520ACB%2520Econ-Fin.pdf%3Fforcedownload%3D1+%&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec

Solutions, T. S. (04 de Mayo de 2016). *TCA Software Solutions*. Obtenido de TCA:
<https://www.tcass.com/menu-notas-de-interes/61-tecnologia/125-analisis-costo-beneficio>

Troya, O. (01 de Marzo de 2017). Inspecciones Redundantes en el Proceso Productivo de Transejes Ecuador. (A. Lalvay, Entrevistador)

ANEXOS

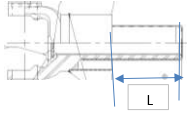
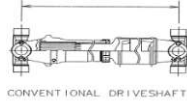
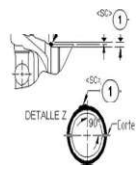
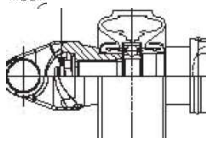
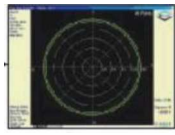
Anexo I - Listado de Características Críticas para la fabricación de Ejes Diferenciales.

| CARACTERÍSTICAS ESPECIALES | | | | | | CÓDIGO: | COP-02-FR-003 |
|---|--|--|-------------|---------------------------------|---|--|---|
| | | | | | | REVISIÓN: | 00 |
| Referencia: COP-02 Ingeniería y Desarrollo | | | | | | FECHA: | 13/11/2015 |
| Control Plan Number RT50/RT53/RT75 | Key Contact/Phone (593) 2 247 26 48 Ext. 27 | Date (Orig.) 15/10/2015 | Date (Rev.) | | | | |
| Part Number/Latest Change Level 2021460 /2021461 REV C | Core Team Francisco Sánchez, Gabriel Orquera Alex Morales, Alejandro Lalvay, Adriana Andrade, Omar Troya | Customer Engineering Approval/Date (If Req'd.) | | | | | |
| Part Name/Description Eje Diferencial RT50/RT53/RT75 | Supplier/Plant Approval/Date 2014-01-05 | Customer Quality Approval/Date (If Req'd.) 15/10/2015 | | | | | |
| Supplier/Plant Transejes Ecuador Cia Ltda | Supplier Code | Other Approval/Date (If Req'd.) | | Other Approval/Date (If Req'd.) | | | |
| No. | Description/Rationale | Specification/Tolerance | Class | Operación | Herramienta / Instrumento de Ensamble | Instrumento de Verificación | Esquema |
| 1 | SOLDADURA TUBBING-BOCÍN | Process Specification No. 522 (ES-PS-0522) Weld Specification | <SC> | TUBOS OP20 | PROCESO DE SOLDADURA FCAW | *INSPECCIÓN VISUAL 100% *CORTE DE VERIFICACIÓN CADA VEZ QUE EXISTA UN CAMBIO EN EL PROCESO: SOLDADOR, MATERIAL DE APORTE, MAQUINA, CONSUMIBLES, PARÁMETROS ,ETC |  |
| 2 | SOLDADURA SOPORTES BALLESTA | Process Specification No. 522 (ES-PS-0522) Weld Specification | <SC> | TUBOS OP55 | PROCESO DE SOLDADURA GMAW | *INSPECCIÓN VISUAL 100% *CORTE DE VERIFICACIÓN CADA VEZ QUE EXISTA UN CAMBIO EN EL PROCESO: SOLDADOR, MATERIAL DE APORTE, MAQUINA, CONSUMIBLES, PARÁMETROS ,ETC |  |
| 3 | TORQUE TORNILLO CORONA | 250 - 255 N.m 184 - 188 lb-ft | <SC> | 020 | TORQUE CONTROLADO | TORQUÍMETRO DIGITAL |  |
| 4 | PRECARGA PIÑÓN (PTR) | 22 - 32 kg-cm 19.5 - 28.2 lb-inch | <SC> | 065 | MÁQUINA DE TORQUE * TORQUÍMETRO DE CLICK | TORQUÍMETRO DIGITAL |  |
| 5 | TORQUE TORNILLO ABRAZADERAS CARCASA | 95 - 122 N.m 70 - 90 lb-ft | <SC> | 090 | TORQUÍMETRO DE CLICK | TORQUÍMETRO DIGITAL |  |
| 6 | TORQUE TORNILLOS TAPA CARRIER | 39 - 45 N.m 29 - 33 lb-ft | <SC> | 130 | TORQUÍMETRO DE CLICK | TORQUÍMETRO DIGITAL |  |
| 7 | SOLDADURA CARCAZA - TUBOS | Process Specification No. 591 (ES-PS-0591) Puddle Welding of Tubes to Axle Carrier Housing | <SC> | 140 | PROCESO DE SOLDADURA FCAW | *INSPECCIÓN VISUAL 100% *CORTE DE VERIFICACIÓN CADA VEZ QUE EXISTA UN CAMBIO EN EL PROCESO: SOLDADOR, MATERIAL DE APORTE, MAQUINA, CONSUMIBLES, PARÁMETROS ,ETC |  |
| 8 | TORQUE TUERCA PLATO FRENO | 110 - 134 N.m 81 - 99 lb-ft | <SC> | 170 | TORQUÍMETRO DE CLICK | TORQUÍMETRO DIGITAL |  |

(continuación Anexo 1)

| SPECIAL CHARACTERISTICS | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|-------|--|---------------------------------------|-----------------------------|---------|
| <input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Pre-Launch <input checked="" type="checkbox"/> Production | | | | | | | |
| Control Plan Number | | Key Contact/Phone | | Date (Orig.) | | Date (Rev.) | |
| RT50/RT53/RT75 | | (593) 2 247 26 48 Ext. 27 | | 15/10/2015 | | | |
| Part Number/Latest Change Level | | Core Team Francisco Sánchez, Gabriel Orquera | | Customer Engineering Approval/Date (If Req'd.) | | | |
| 2021460 /2021461 REV C | | Alex Morales, Alejandro Lalvay, Adriana Andrade, Omar Troya | | | | | |
| Part Name/Description | | Supplier/Plant Approval/Date | | Customer Quality Approval/Date (If Req'd.) | | | |
| Vestidura Eje Diferencial RT50/RT53/RT75 | | 2014-01-05 | | 15/10/2015 | | | |
| Supplier/Plant | | Supplier Code | | Other Approval/Date (If Req'd.) | | | |
| Transejes Ecuador Cia Ltda | | | | | | | |
| No. | Description/Rationale | Specification/Tolerance | Class | Operación | Herramienta / Instrumento de Ensamble | Instrumento de Verificación | Esquema |
| 1 | TORQUE PERNO MANGUERA | 11 - 20 N.m | <SC> | VEST. | TORQUE CONTROLADO + PLC | TORQUÍMETRO DIGITAL | |
| 2 | TORQUE RACOR CAÑERÍA | 13 - 19 N.m | <SC> | VEST. | TORQUE CONTROLADO + PLC | TORQUÍMETRO DIGITAL | |
| 3 | TORQUE TORNILLO ABS | 8,2 - 10,6 Nm | <SC> | VEST. | TORQUE CONTROLADO + PLC | TORQUÍMETRO DIGITAL | |
| 4 | TORQUE TORNILLO CABLE FRENO | 20 - 30 N.m | <SC> | VEST. | TORQUE CONTROLADO + PLC | TORQUÍMETRO DIGITAL | |
| 5 | TORQUE TAPON DE ACEITE | 35 - 50 N.m | <SC> | VEST. | TORQUE CONTROLADO + PLC | TORQUÍMETRO DIGITAL | |
| 6 | CONTAMINACIÓN ABS | Libre de impurezas | <SC> | VEST. | Capuchón en sensor | Inspección Visual | |

Anexo II - Listado de Características Críticas para la fabricación de Cardanes.

| SPECIAL CHARACTERISTICS | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--|-------|-----------|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Pre-Launch <input checked="" type="checkbox"/> Production | | | | | | | |
| Control Plan Number | | Key Contact/Phone | | | Date (Orig.) | | Date (Rev.) |
| RT50/RT53/RT75 | | (593) 2 247 26 48 Ext. 27 | | | 2015-08-05 | | 2015-08-05 |
| Part Number/Latest Change Level | | Core Team | | | Customer Engineering Approval/Date (If Req'd.) | | |
| 2021460 /2021461 REV C | | Francisco Sánchez, Gabriel Orquera | | | | | |
| Part Name/Description | | Supplier/Plant Approval/Date | | | Customer Quality Approval/Date (If Req'd.) | | |
| Cardán RT50/RT53/RT75 | | 2014-01-05 | | | 2015-08-05 | | |
| Supplier/Plant | | Supplier Code | | | Other Approval/Date (If Req'd.) | | |
| Transejes Ecuador Cia Ltda | | | | | | | |
| No. | Description/Rationale | Specification/Tolerance | Class | Operación | Herramienta / Instrumento de Ensamble | Instrumento de Verificación | Esquema |
| 1 | LONGITUD GUARDAPOLVO YUGO DESLIZANTE | L = 55,5 mm +/- 0,5 | <SC> | 020 | Prensa Neumática | Sensores de carrera |  |
| 2 | LONGITUD DE PRENSADO | POR ATRIBUTOS (PASA / NO PASA) Según Norma Dana ES000100600 Special Characteristic Fijando la carrera de la prensa de 60 Ton, Si el tubo esta por debajo da la especificación no prensa completamente. Si el tubo se encuentra por encima de la especificación se deforma el tubo. | <SC> | 030 | Prensa 60 Ton | Fin de carrera |  |
| 3 | PENETRACION DE LA SOLDADURA | Process Specification No. 608J 0.070 inch - 0.095 inch 1,8 - 2,4 mm | <SC> | 050 | Soldadora GMAW Semiautomática. | *INSPECCIÓN VISUAL 100% *CORTE DE VERIFICACIÓN CADA VEZ QUE EXISTA UN CAMBIO EN EL PROCESO: SOLDADOR, MATERIAL DE APORTE, DIÁMETRO DE TUBO MAQUINA, CONSUMIBLES, PARÁMETROS, ETC |  |
| 4 | TORQUE TUERCA ESPIGA | 116 - 130 lb-ft 157 - 176 N.m | <SC> | 070 | Torquimetro de click | Torquimetro Digital |  |
| 5 | MÁXIMO DESBALANCEO | POR ATRIBUTOS (PASA / NO PASA) Según Norma Dana ES000100600 Special Characteristic Tubo de 2,5" de diámetro Extremos 36 gr-cm Max. Centro 27 gr-cm Max. Tubo de 2" de diámetro Extremos 27 gr-cm Max. *Si la máquina logra balancear el cardán dentro de lo especificado - PASA. *Si la máquina no logra balancear el cardán dentro de lo especificado - NO PASA. | <SC> | 090 | Balaceadora dinámica | Balaceadora dinámica |  |

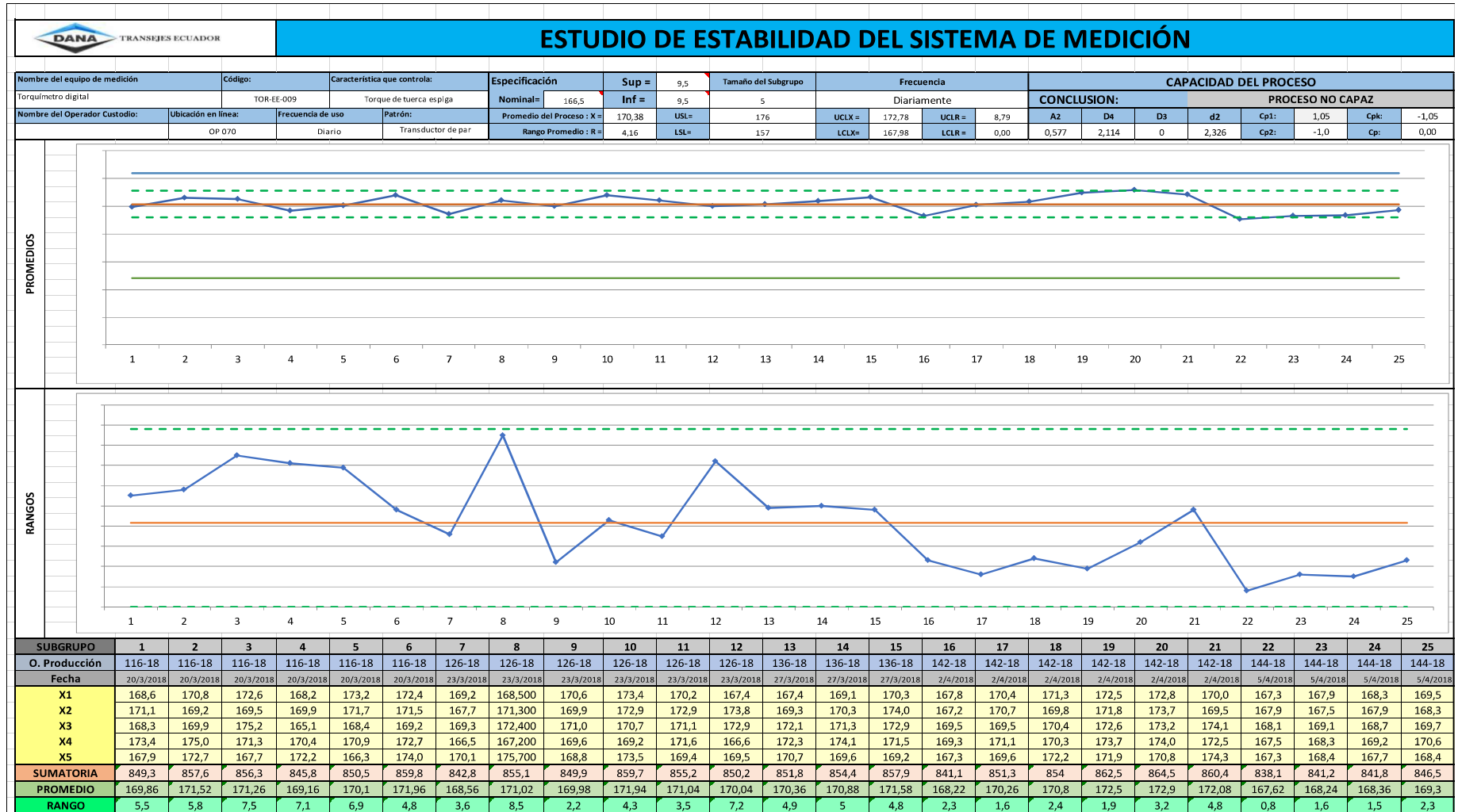
Anexo III - Datos tomados en la estación de torque de tuerca espiga.

| Operación de torque a tuerca espiga | | | | | |
|---|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| Modelo: Cardán posterior 4x4 NP: 5023295-1 | | | | | |
| Fecha | Valor | Operario | Fecha | Valor | Operario |
| 20/03/2018 | 168,6 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,2 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,1 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 167,7 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 168,3 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 173,4 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 166,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 167,9 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 170,1 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,8 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 168,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,2 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 171,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,9 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 172,4 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 175,0 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 167,2 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,7 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 175,7 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,6 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 170,6 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,5 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 175,2 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 171,0 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,3 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,6 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 167,7 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 168,8 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 168,2 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 173,4 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,9 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 172,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 165,1 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 170,7 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,4 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,2 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,2 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 173,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 173,2 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 170,2 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,7 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 172,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 168,4 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 171,1 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,9 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 171,6 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 166,3 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,4 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,4 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 167,4 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,5 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 173,8 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,2 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 172,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,7 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 166,6 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 174,0 | X. Cedeño | 20/03/2018 | 169,5 | X. Cedeño |

| Operación de torque a tuerca espiga | | | | | |
|---|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| Modelo: Cardán posterior 4x4 NP: 5023295-1 | | | | | |
| Fecha | Valor | Operario | Fecha | Valor | Operario |
| 20/03/2018 | 167,4 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 172,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 171,8 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,1 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 172,6 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 173,7 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,7 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 171,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,1 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 172,8 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 173,7 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 173,2 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 174,1 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 174,0 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,6 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 170,8 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 170,0 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 174,0 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 169,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,9 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 174,1 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,5 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 172,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,2 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 174,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 167,8 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 167,2 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,5 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 168,1 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 167,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,4 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,7 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,5 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,5 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 169,1 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,1 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 168,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,6 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 168,4 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 171,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 168,3 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 169,8 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,9 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,4 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 168,7 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 170,3 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 169,2 | X. Cedeño |
| 20/03/2018 | 172,2 | X. Cedeño | 21/03/2018 | 167,7 | X. Cedeño |

| Operación de torque a tuerca espiga | | | | | |
|---|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| Modelo: Cardán posterior 4x4 NP: 5023295-1 | | | | | |
| Fecha | Valor | Operario | Fecha | Valor | Operario |
| 21/03/2018 | 169,5 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 168,3 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 169,7 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 170,6 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 168,4 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 171,3 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 170,2 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 170,8 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 171,1 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 169,9 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 170,5 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 171,4 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 171,3 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 171,0 | X. Cedeño | --- | --- | --- |
| 21/03/2018 | 169,6 | X. Cedeño | --- | --- | --- |

Anexo IV - Estudio SPC para el torque de tuerca a espiga



Anexo V - Cotización Proveedor AMERQUIP



AMERQUIP Cia Ltda

Quito, 07 de mayo de 2018

Señores
DANA – TRANSEJES
Atención: Ing. Alejandro Lalvay
Quito

REFERENCIA: **PROFORMA # AMEE012-05-2018**

De acuerdo a su amable solicitud nos permitimos presentar la siguiente oferta por los equipos requeridos. Para esta licitación estamos ofertando los equipos en la marca **STANLEY** de la cual somos distribuidores. Nuestra compañía, AMERQUIP, lleva más de 15 años suministrando equipos de torque controlado en las ensambladoras de Colombia, Venezuela y Ecuador. Contamos con personal especializado para atender las necesidades técnicas de nuestros clientes.

A continuación, presentamos nuestra oferta comercial por los equipos solicitados, en la marca **STANLEY**.

| Item | Descripción | Referencia | Precio Unitario US\$ |
|------|--|-------------|-------------------------|
| 1.a | Llave angular alámbrica Stanley (hasta 201 Nm) | E45LA26-201 | 10,751.00 |
| 1.b | Controlador Stanley Expert | QB4101-XXV | 7,553.00 |
| 1.c | Cable Stanley 7m | 20C100007 | 1,894.00 |

Nota 1: A estos precios hay que agregar el 12% de IVA.

Anexo VI - Cotización Proveedor Castillo Hermanos

RUC:1790155102001
 PRINCIPAL
 Panamericana Norte Km 5 1/2 #13135
 Fono/Fax: 2475785/6/7 2477214
 Celular:097-102-208
 Email: ventas@castillohermanos.com
 Quito - Ecuador



SUCURSAL 1 AMERICA
 Av. América #1036 y Bolivia
 Fono/Fax: 2227-270 253064 2520-586
 SUCURSAL 2 GUAJALO
 Av. Maídonado #10145 y Cusubamba
 Fono/Fax: 2684-560 2684-561
 SUCURSAL 3 ACUÑA
 Acuña E1-51 y Av. 10 de Agosto
 Fono/Fax: 3238-641 3238-643 3238644
 SUCURSAL 4 GUAMANI
 Panam. Sur Km 12 1/2 Sector El Beaterio
 Fono/Fax: 2695-700 2699-542 2699-606
 SUCURSAL 5 SANGOLQUI
 Av. Ochal. Enriquez e Isla Salango
 Fono/Fax: 3880-501 3880-502

Proforma Nº 001-002-254134

| | |
|----------------|--|
| CLIENTE: | TRANSEJES ECUADOR CIA. LTDA. |
| DIRECCION: | BARTOLOME SANCHEZ N72-23 Y ENRIQUE GUERRERO PORTILLA |
| TELEFAX: | 2472648/ 2479745 |
| RUC/ID: | 1792444403001 |
| FECHA: | miércoles, 16 de mayo de 2018 |
| OBSERVACIONES: | El momento de tener una calificación técnica acorde a las necesidades del cliente, se podrá presentar una mejora de precios (segunda ronda). |

| ITEM | CODIGO | CANT. | DETALLE | V. UNIT | %DSCTO. | TOTAL |
|------|---|-------|--|------------|---------|-----------------------|
| 1 |  | 1.00 | Herramienta angular alámbrica 230 Nm COD. 48EAE230AX6 Cardanes: 166 ± 15 N.m | 11,764.540 | 0,0000% | 11,764.54 |
| 2 |  | 1.00 | Cable herramienta alámbrica 6m COD. 301866-6M | 1,748.520 | 0,0000% | 1,748.52 |
| 3 |  | 1.00 | Balanceador para herramienta alámbrica 4.1-5.9 Kg COD. BM-13A | 311.880 | 0,0000% | 311.88 |
| 4 |  | 1.00 | Anillo para colgar herramientas alámbricas COD. 541715 | 385.690 | 0,0000% | 385.69 |
| 5 |  | 1.00 | Controlador principal de herramienta COD. MPRO400GC-P | 10,430.320 | 0,0000% | 10,430.32 |
| | | | VALOR IMPONIBLE | | | US\$ 24,640.95 |
| | | | I.V.A. (12.0000%) | | | US\$ 2,956.91 |
| | | | TOTAL | | | US\$ 27,597.86 |

Anexo VII - Cotización Proveedor Aimco



AIMCO
10000 SE Pine Street.
Portland, OR 97216

United States of America
Phone: 503.254.6600

Quote Number
837583-0

QUOTATION CONFIRMATION

Date
06/23/17

Page
1

Customer: 0002681
DANA TRANSEJES ECUADOR
Ecuador

Ship To: DANA TRANSEJES ECUADOR
Ecuador

Entered.: 6/23/17 Bid/Promo...: Quote 06/23/17
Entered by.: Veronica Perez

| Item | Description | Quantity | UOM | Disc % | Unit Price | Extend. Price |
|-----------------|---|----------|-----|--------|------------|---------------|
| ABN-CTA55WB | Angle Controller wWifi & Barcode reciber, Rev 1 Lead time 8-10 weeks | 1,00 | EA | | 13086,4000 | 13086,40 |
| ABN-CTA220WB | Angle Nutrunner Cordless 22Nm wWifi & Barcode Reader, Rev 1 Lead tme 8-10 weeks | 1,00 | EA | | 10928,0000 | 10928,00 |
| AB-B1850LI | Battery Assembly, 18V Li-Ion, 5.0 AH, Rev 2 Lead time 4-6 weeks | 2,00 | EA | | 152,4000 | 304,80 |
| AB-C18220 | Battery Charger 220v 18V 2.5ah Li-Ion Batteries Lead time 4-6 weeks | 1,00 | EA | | 152,4000 | 152,40 |
| Material total: | | | | | | 24471,60 |
| Total Quote: | | | | | | 24471,60 |


Quote valid for 30 days. Exception: Service Quotes valid for 90 days

Anexo VIII – Flujo de Efectivo Projectado

FLUJO DE EFECTIVO PROYECTADO:

| | | 2019 | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | |
| Concepto | año 0 | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 | año 5 | año 6 | |
| Flujo de Inversión (a) | Inversión Fija | (20.198,00) | | | | | | |
| | Gastos Pre-operacionales | (3.200,00) | | | | | | |
| | Capital de Trabajo (KT) | - | | | | | | |
| | Valor Residual de la Inversión Fija | | | | | | - | |
| | Recuperación del Capital de trabajo (KT) | | | | | | - | |
| | Flujo de Inversión | (23.398,00) | - | - | - | - | - | - |
| Flujo de Operación (b) | Ingresos de operación | | 10.310.400,00 | 10.309.368,96 | 10.308.338,02 | 10.307.307,19 | 10.306.276,46 | 10.305.245,83 |
| | Por recuperación ventas | | | | | | | |
| | Egresos Operación | | | | | | | |
| | Costos de Producción del servicio | | (7.581.318,33) | (7.657.097,85) | (7.733.635,17) | (7.810.937,86) | (7.889.013,57) | (7.967.870,04) |
| | Gastos Administrativos | | (1.563.200,00) | (1.560.000,00) | (1.560.000,00) | (1.560.000,00) | (1.560.000,00) | (1.560.000,00) |
| | Gastos en Ventas | | (480.000,00) | (480.000,00) | (480.000,00) | (480.000,00) | (480.000,00) | (480.000,00) |
| | Gastos Financieros | | - | - | - | | | |
| | Participación a Trabajadores | | (102.882,25) | (91.840,67) | (80.205,43) | (68.455,40) | (56.589,43) | (44.606,37) |
| | Impuesto a la Renta | | (145.749,85) | (130.107,61) | (113.624,36) | (96.978,48) | (80.168,36) | (63.192,35) |
| | Flujo de Operación | | 437.249,56 | 390.322,83 | 340.873,07 | 290.935,45 | 240.505,09 | 189.577,06 |
| Flujo de Financiamiento (c) | Ingresos de financiamiento | | | | | | | |
| | Préstamos recibidos | | - | | | | | |
| | Egresos de financiamiento | | | | | | | |
| | Amortización del capital | | - | - | - | - | - | |
| | Flujo de Financiamiento | | - | - | - | - | - | - |
| Flujo Neto Total (a+b+c) | Flujo Neto de Caja | (23.398,00) | 437.249,56 | 390.322,83 | 340.873,07 | 290.935,45 | 240.505,09 | 189.577,06 |

Anexo IX - Resumen de ventas proyectadas de Transejes Ecuador

|  | | VENTAS ANUALES PROYECTADAS | | | | |
|---|------|-----------------------------------|----------|-------------|------------|---------------|
| PERIODO | AÑOS | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO | MENSUAL | ANUAL |
| 2019 | 1 | EJES DIFERENCIALES | 800 | \$ 1.074,00 | 859.200,00 | 10.310.400,00 |
| 2020 | 2 | EJES DIFERENCIALES | 808 | \$ 1.063,26 | 859.114,08 | 10.309.368,96 |
| 2021 | 3 | EJES DIFERENCIALES | 816 | \$ 1.052,63 | 859.028,17 | 10.308.338,02 |
| 2022 | 4 | EJES DIFERENCIALES | 824 | \$ 1.042,10 | 858.942,27 | 10.307.307,19 |
| 2023 | 5 | EJES DIFERENCIALES | 832 | \$ 1.031,68 | 858.856,37 | 10.306.276,46 |
| 2024 | 6 | EJES DIFERENCIALES | 841 | \$ 1.021,36 | 858.770,49 | 10.305.245,83 |

Anexo X - Resumen de costos y gastos operacionales

COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES:

1) **COSTOS DE PRODUCCION DEL SERVICIO:**

| CONCEPTO | COSTO | CANTIDAD | AÑO 1 | | AÑO 2 | | AÑO 3 | | AÑO 4 | | AÑO 5 | | AÑO 6 | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|----------|------------|--------------|----------|------------|--------------|----------|------------|--------------|----------|------------|--------------|----------|------------|--------------|--------|------------|--------------|
| | | | MENSUAL | ANUAL | CANTIDAD | MENSUAL | ANUAL | CANTIDAD | MENSUAL | ANUAL | CANTIDAD | MENSUAL | ANUAL | CANTIDAD | MENSUAL | ANUAL | | | |
| COSTO EJE | 789,37 | 800,00 | 631.496,00 | 7.577.952,00 | 808,00 | 637.810,96 | 7.653.731,52 | 816,08 | 644.189,07 | 7.730.268,84 | 824,24 | 650.630,96 | 7.807.571,52 | 832,48 | 657.137,27 | 7.885.647,24 | 840,81 | 663.708,64 | 7.964.503,71 |
| DEPRECIACIÓN | | | | 3.366,33 | | | 3.366,33 | | | 3.366,33 | | | 3.366,33 | | | 3.366,33 | | | 3.366,33 |
| MANTENIMIENTO MAQUINAS DE IMPRESIÓN | | | | - | | | - | | | - | | | - | | | - | | | - |
| TOTAL | | | 631.496,00 | 7.581.318,33 | | 637.810,96 | 7.657.097,85 | | 644.189,07 | 7.733.635,17 | | 650.630,96 | 7.810.937,86 | | 657.137,27 | 7.889.013,57 | | 663.708,64 | 7.967.870,04 |


2) **GASTOS ADMINISTRATIVOS**

| CONCEPTO | AÑO 1 | | AÑO 2 | | AÑO 3 | | AÑO 4 | | AÑO 5 | | AÑO 6 | |
|----------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL |
| CARGA ADMINISTRATIVA | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 |
| DEPRECIACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| AMORTIZACION | | 3.200,00 | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 130.000,00 | 1.563.200,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 | 130.000,00 | 1.560.000,00 |

3) **GASTO EN VENTAS**

| CONCEPTO | AÑO 1 | | AÑO 2 | | AÑO 3 | | AÑO 4 | | AÑO 5 | | AÑO 6 | |
|----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL | MENSUAL | ANUAL |
| | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 |
| TOTAL | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 | 40.000,00 | 480.000,00 |

Anexo XI - Estado de resultados proyectado

|  | | ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO | | | | | |
|---|---------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | |
| VENTAS | 10.310.400,00 | 10.309.368,96 | 10.308.338,02 | 10.307.307,19 | 10.306.276,46 | 10.305.245,83 | |
| - COSTO DE PRODUCCION DEL SERVICIO | 7.581.318,33 | 7.657.097,85 | 7.733.635,17 | 7.810.937,86 | 7.889.013,57 | 7.967.870,04 | |
| UTILIDAD BRUTA EN VENTAS | 2.729.081,67 | 2.652.271,11 | 2.574.702,85 | 2.496.369,33 | 2.417.262,89 | 2.337.375,79 | |
| - GASTOS ADMINISTRATIVOS | 1.563.200,00 | 1.560.000,00 | 1.560.000,00 | 1.560.000,00 | 1.560.000,00 | 1.560.000,00 | |
| - GASTOS EN VENTAS | 480.000,00 | 480.000,00 | 480.000,00 | 480.000,00 | 480.000,00 | 480.000,00 | |
| -GASTOS FINANCIEROS | - | - | - | - | - | - | |
| UTILIDAD OPERACIONAL | 685.881,67 | 612.271,11 | 534.702,85 | 456.369,33 | 377.262,89 | 297.375,79 | |
| OTROS INGRESOS | | | | | | | |
| OTROS GASTOS | | | | | | | |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS | 685.881,67 | 612.271,11 | 534.702,85 | 456.369,33 | 377.262,89 | 297.375,79 | |
| -PARTICIPACION A TRABAJADORES 15% | 102.882,25 | 91.840,67 | 80.205,43 | 68.455,40 | 56.589,43 | 44.606,37 | |
| -IMPUESTO A LA RENTA 25% | 145.749,85 | 130.107,61 | 113.624,36 | 96.978,48 | 80.168,36 | 63.192,35 | |
| UTILIDAD NETA | 437.249,56 | 390.322,83 | 340.873,07 | 290.935,45 | 240.505,09 | 189.577,06 | |

Anexo XII - Cuestionario propuesto para la medición del ambiente laboral

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN
OPERACIONES EN SECTORES ESTRATÉGICOS**

**CUESTIONARIO SOBRE EL IMPACTO SOCIAL DE LA AUTOMATIZACIÓN DE
PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA ELIMINACIÓN DE INSPECCIONES
REDUNDANTES EN EL SECTOR AUTOMOTRÍZ**

Objetivo:

El presente cuestionario busca conocer el impacto social que tendría la implementación de procesos automáticos en las empresas del sector automotriz ecuatoriano, para eliminar las inspecciones redundantes debido al sistema de producción manual empleado.

Este estudio tiene fines educativos, por lo cual se garantiza total confidencialidad con la información suministrada. Los resultados finales únicamente mostrarán datos globales del ambiente laboral bajo la situación aquí planteada.

Fecha de aplicación: _____

1. **¿Considera usted que las estaciones de producción automatizadas le dan mayor autonomía al operario para determinar cuándo un producto se encuentra dentro de la especificación deseada?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. **¿Considera usted que una estación automatizada le quitaría autonomía al operario para poder realizar sus actividades de diferentes maneras?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. **¿Considera usted que las estaciones de producción automatizadas no le dan la autonomía suficiente al operario para realizar mejoras sobre su proceso (KAIZEN)?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. **¿Considera usted que en las estaciones de producción automatizadas no existe autonomía para que el operario pueda mejorar los tiempos de producción?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. **¿Considera usted que la autonomía que tiene actualmente en su puesto de trabajo se vería afectada negativamente de alguna manera si se implementan controles automáticos de producción?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

6. **¿Considera usted que la implementación de estaciones de trabajo automáticas influiría en tener un espacio físico más agradable para los operarios de producción?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

7. **¿Considera usted que la implementación de estaciones de trabajo automatizadas aporta a la optimización del espacio físico dentro de la línea de producción?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8. **¿Considera usted que la cantidad de implementos de trabajo (dispositivos) de estaciones de trabajo automatizadas disminuyen a comparación de una estación con procesos manuales?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. **¿Considera usted que el espacio físico en la empresa es suficiente y adecuado para la implementación de procesos de producción automáticos?**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

10. ¿Considera usted que los implementos de trabajo (dispositivos) de una estación de producción automática tienen una vida útil más prolongada comparándolos con los implementos de producción de una estación manual?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

11. ¿Considera usted que la automatización de estaciones de trabajo es una manera de apoyo mutuo entre la organización y el trabajador en donde existe beneficio para ambas partes?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12. ¿Considera usted que la implementación de estaciones de producción automatizadas apoya a la filosofía de mejora continua de la empresa?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

13. ¿Considera usted que con la implementación de estaciones de trabajo automatizadas se brinda apoyo al operador para mejorar su desempeño y que no cometa errores?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

14. ¿Considera usted que a través de la automatización de estaciones de producción el operario recibe el apoyo suficiente para mejorar sus competencias?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

15. ¿Considera usted que el apoyo que le brinda la empresa para manipular las estaciones de producción automáticas es suficiente para aprovechar todas sus ventajas?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

16. ¿Considera usted que existe una participación activa de los operarios antes, durante y después de la automatización de una estación de trabajo?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

17. ¿Considera usted que la implementación de estaciones de trabajo automáticas se lo realiza tomando en cuenta los errores cometidos anteriormente en procesos manuales antes que las sugerencias que se podrían presentar?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

18. ¿Considera usted que los líderes de la empresa participan en la misma medida que los operarios al momento de automatizar estaciones de trabajo?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

19. ¿Considera usted que la implementación de estaciones de producción automáticas implica o tiene alguna relación con la disminución de personal?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

20. ¿Considera usted que los operarios de producción tienen un alto grado de participación durante la implementación de estaciones de trabajo automáticas?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

21. ¿Considera usted que a través de la implementación de estaciones de trabajo automatizadas se busca el bienestar de los operarios de producción?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

22. ¿Considera usted que al aportar ideas para la automatización de procesos pueda generar mejores vínculos de amistad con los integrantes de su grupo de trabajo?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

23. ¿Considera usted que los grupos de trabajo que se forman para desarrollar los proyectos de automatización pueden convertirse en equipos de trabajo para otro tipo de actividades?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

24. ¿Considera usted que el desarrollo de actividades de automatización ha fomentado el trabajo en grupo?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

25. ¿Considera usted que a través de los grupos de trabajo de implementación de proyectos de automatización de procesos se busca el bienestar de todas las áreas de producción?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

26. ¿Considera usted que el nivel de motivación de los operarios aumentaría al tener estaciones de producción automatizadas?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

27. ¿Considera usted que a través de estaciones de producción automatizadas se refuerza el compromiso de realizar bien las cosas a la primera vez?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

28. ¿Considera usted que la inversión de la empresa en estaciones de trabajo automatizadas es parte del reconocimiento del esfuerzo de los trabajadores?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

29. ¿Considera usted que el trabajo bien realizado en una estación de ensamble manual merece mejoras orientadas hacia la automatización?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

30. ¿Considera usted que a través de la implementación de estaciones de producción automáticas se castiga la falta de competencias del operario de producción?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

31. ¿Considera usted que a través de estaciones de trabajo automatizadas se puede tener un mayor control sobre las actividades que realiza un operario de producción?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

32. ¿Considera usted que teniendo estaciones de trabajo automatizadas es más sencillo organizar las tareas diarias dentro de la línea de producción?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

33. ¿Considera usted que a través de las estaciones de producción automatizadas se restringe la polivalencia de los operarios para asignarles nuevas tareas?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

34. ¿Considera usted que las actividades de producción estarían más restringidas en una estación de producción automatizada comparándola con una estación de producción manual?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

35. ¿Considera usted que al tener una línea de producción automatizada ayuda a una planificación más precisa de las actividades de programación de la producción?

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |