



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA  
PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAMBLE DE LA BARRA DE TABLERO  
T200 DE LA EMPRESA METALTRONIC EN LA CIUDAD DE QUITO**

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad Proyecto Técnico previo a la obtención  
del título de Ingeniero Industrial

**Autor**

Cobos Tapia Bryan Alexis

**Tutor**

Ing. Tierra Arévalo José Marcelo. Mg.

AMBATO – ECUADOR

2018

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Bryan Alexis Cobos Tapia declaro ser autor del Proyecto Técnico titulado **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAMBLE DE LA BARRA DE TABLERO T200 DE LA EMPRESA METALTRONIC EN LA CIUDAD DE QUITO”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 21 días del mes de febrero de 2019, firmo conforme:

Autor: Bryan Alexis Cobos Tapia

Firma.....

Número de Cédula: 1723627723

Dirección: Av. Carlos Villacis y M S40-97, (Quito)

Correo electrónico: bryancobos1@gmail.com

Teléfono: (02) 3048-006 - 0985288982

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación “**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAMBLE DE LA BARRA DE TABLERO T200 DE LA EMPRESA METALTRONIC EN LA CIUDAD DE QUITO**”, presentado por el estudiante Bryan Alexis Cobos Tapia para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que el trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 06 de noviembre de 2018.

### **TUTOR**

.....

Ing. José Marcelo Tierra Arévalo. Mg.

C.I. 0603603465

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 21 de febrero de 2019.

.....

Bryan Alexis Cobos Tapia

C.I. 172362772-3

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El informe del proyecto técnico con el tema: **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAMBLE DE LA BARRA DE TABLERO T200 DE LA EMPRESA METALTRONIC EN LA CIUDAD DE QUITO”**, presentado por el **Sr. Bryan Alexis Cobos Tapia** el cual ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previa la obtención del Título de Ingeniero Industrial por lo tanto autorizamos al postulante a la presentación a efectos de su sustentación pública.

Ambato, 21 de febrero de 2019.

### **TRIBUNAL REVISOR**

.....

Ing. Sánchez Díaz Patricio Eduardo. Mg.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Cuenca Navarrete Leonardo Guillermo. Mg.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo. Mg.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por brindarme la actitud y el ímpetu. A mi hijo que es el amor de mi vida, a mi esposa que es la mejor compañera, a mí querida madre por su cariño y su esfuerzo, a mi familia que hizo de mí un hombre capaz de enfrentar cualquier reto.*

**Gracias**

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTI, a mi tutor Ing. Marcelo Tierra por ser el precursor y guía en este proyecto de investigación, por compartir sus conocimientos y brindarme su tiempo y amistad, a mis amigos que me enseñaron que la unión hace la fuerza.*

**Gracias**

## ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
TRIBUNAL REVISOR .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT .....	xvi

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

Tema.....	1
Antecedentes .....	4
Justificación.....	6
Árbol de problemas .....	8
Objetivos .....	9
Objetivo general .....	9
Objetivos específicos.....	9

### CAPÍTULO II

#### METODOLOGÍA

Área de estudio.....	10
Enfoque de la investigación .....	10
Tipos de investigación.....	11



De campo.....	11
Correlacional .....	11
Documental o bibliográfica .....	11
Población y muestra .....	12
Diseño de trabajo.....	15
Operacionalización de variables.....	15
Procedimiento para la obtención y análisis de datos.....	17
Hipótesis.....	18
Señalamiento de variables.....	18

### CAPÍTULO III

#### DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Análisis de la situación actual de la empresa.....	19
Resultados de las preguntas de la encuesta .....	20
Análisis del Proceso .....	29
Estructura organizacional .....	30
Mapa de procesos .....	31
Interacción de procesos .....	32
Análisis de la interacción de procesos.....	34
Levantamiento del proceso de ensamblaje barra T200 .....	35
Curso grama analítico del proceso .....	44
Estudio de tiempos .....	52
Tiempos promedio.....	59
Suplementos .....	62
Tiempo estándar .....	62
Productividad .....	65

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resumen y análisis de la situación actual del proceso .....	70
Interpretación de Resultados .....	72
Componente ambiental .....	74
Contraste con otras investigaciones .....	74
Verificación de hipótesis.....	76
Coeficiente de correlación de Karl Pearson .....	76

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	82
Recomendaciones .....	83
LITERATURA CITADA.....	84
ANEXOS .....	87
Anexo nro. 1. Encuesta.....	88
Anexo nro. 2. Elementos de la barra T200.....	90

## Índice de Tablas

Tabla 1. Población.....	12
Tabla 2. Muestra del producto .....	14
Tabla 3. Operacionalización Variable Independiente .....	15
Tabla 4. Operacionalización Variable Dependiente.....	16
Tabla 5. Actividades de obtención y tratamiento de la información.....	17
Tabla 6. Respuestas pregunta nro. 1 .....	21
Tabla 7. Respuestas pregunta nro. 2 .....	22
Tabla 8. Respuestas pregunta nro. 3 .....	23
Tabla 9. Respuestas pregunta nro. 4 .....	24
Tabla 10. Respuestas pregunta nro. 5 .....	25
Tabla 11. Respuestas pregunta nro. 6 .....	26
Tabla 12. Respuestas pregunta nro. 7 .....	27
Tabla 13. Respuestas pregunta nro. 8 .....	28
Tabla 14. Armado.....	37
Tabla 15. Brackets radio .....	38
Tabla 16. Acople tablero .....	39
Tabla 17. Sub ensamble principal .....	40
Tabla 18. Sub ensamble final .....	41
Tabla 19. Acabado y ajuste .....	42
Tabla 20. Pruebas .....	43
Tabla 21. Referencias de los curso gramas analíticos.....	44
Tabla 22. Curso grama analítico armado de brackets laterales .....	45
Tabla 23. Curso grama analítico armado de brackets radio .....	46
Tabla 24. Curso grama analítico armado de acople tablero .....	47

Tabla 25. Curso grama analítico sub ensamble principal .....	48
Tabla 26. Curso grama analítico sub ensamble final .....	49
Tabla 27. Curso grama analítico acabado y ajuste .....	50
Tabla 28. Curso grama analítico checking fixture .....	51
Tabla 29. Registro de producción .....	52
Tabla 30. Muestreo estadístico.....	54
Tabla 31. Registro de tiempos mes de agosto .....	56
Tabla 32. Registro de tiempos mes de julio .....	57
Tabla 33. Registro de tiempos mes de junio .....	58
Tabla 34. Registro de tiempos (Agosto - Junio) .....	59
Tabla 35. Resumen de tiempos .....	61
Tabla 36. Cálculo de tiempos de suplementos por estación.....	63
Tabla 37. Resumen de suplementos .....	64
Tabla 38. Cálculo de tiempos estándar .....	65
Tabla 39. Costos fijos de operación .....	67
Tabla 40. Resumen de las distancias recorridas por el material .....	70
Tabla 41. Resumen de métodos .....	71
Tabla 42. Valores comparativos de Productividad .....	72
Tabla 43. Tiempo estándar por estación .....	73
Tabla 44. Hallazgos comparativos .....	75
Tabla 45. Registros mensuales del 2018 .....	77
Tabla 46. Coeficiente de Karl Pearson.....	78
Tabla 47. Valores tabulados de Karl Pearson .....	80
Tabla 48. Valores comparativos coeficiente de Pearson.....	80

## Índice de Figuras

Figura 1. Datos de empresas Autopartistas .....	4
Figura 2. Árbol de problemas.....	8
Figura 3. Auto y moto partes de Metaltronic .....	20
Figura 4. Distribución de cargas de trabajo .....	21
Figura 5. Demoras en el trabajo .....	22
Figura 6. Estaciones, equipos y herramientas .....	23
Figura 7. Estaciones de armado, ensamblaje y pruebas .....	24
Figura 8. Conocimientos necesarios .....	25
Figura 9. Registros .....	26
Figura 10. Planificación de la producción.....	27
Figura 11. Estudio de tiempos y movimientos.....	28
Figura 12. Estructura organizacional .....	30
Figura 13. Mapa de procesos .....	31
Figura 14. Interacción de procesos de dirección.....	32
Figura 15. Interacción de procesos.....	33
Figura 16. Diagrama de proceso ensamblaje .....	36
Figura 17. Actividades principales.....	60
Figura 18. Regresión lineal .....	81

## Índice de Fórmulas

Fórmula 1. Muestreo .....	13
Fórmula 2. Muestreo estadístico .....	53
Fórmula 3. Tiempo necesario.....	55
Fórmula 4. Tiempo promedio .....	59
Fórmula 5. Tiempo básico.....	62
Fórmula 6. Suplementos .....	62
Fórmula 7. Tiempo estándar .....	62
Fórmula 8. Productividad.....	66
Fórmula 9. Productividad monofactorial .....	66
Fórmula 10. Productividad multifactorial .....	66
Fórmula 11. Multifactorial porcentual .....	68
Fórmula 12. Capacidad de producción.....	74
Fórmula 13. Desviaciones típicas .....	79
Fórmula 14. Coeficiente de Pearson .....	79

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAMBLE DE LA BARRA DE TABLERO T200 DE LA EMPRESA METALTRONIC EN LA CIUDAD DE QUITO”

**AUTOR:** Cobos Tapia Bryan Alexis

**TUTOR:** Ing. Tierra Arévalo José Marcelo. Mg.

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar el ensamble de las barras T200 en la empresa Metaltronic. Se parte del análisis de la situación actual, aplicando técnicas de ingeniería como diagramas de flujo, formatos de toma de tiempos y registros. Dichos instrumentos contribuyen a determinar el tiempo estándar de ensamblaje de la barra, obteniéndose como resultado 13,58 min/u. El análisis del proceso determinó que la tarea con mayor tiempo es el sub ensamble principal con el 32% de todo el proceso y determina que los movimientos corresponden a 38 operaciones con una distancia recorrida del material de 63 metros mediante 15 operarios calificados. Además, se calculó la productividad multifactorial en 78% y la productividad mono factorial en 83%. Adicional, se verificó la relación de las variables, determinando una correlación positiva alta de 0,7/1 mediante el coeficiente de Karl Pearson, donde se estableció que los tiempos y movimientos inciden en la productividad de la empresa Metaltronic.

**PALABRAS CLAVE:** Barra, ensamblaje, movimientos, productividad, tiempos.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME:** "STUDY OF TIMES AND MOVEMENTS AND THEIR INCIDENCE ON PRODUCTIVITY IN THE ASSEMBLY PROCESS OF T200 BOARD BAR AT METALTRONIC IN THE CITY OF QUITO"

**AUTHOR:** Cobos Tapia Bryan Alexis

**TUTOR:** Eng. Tierra Arévalo José Marcelo

**ABSTRACT**

The purpose of this research work is to study the assembly of the T200 bars in Metaltronic. It starts with the analysis of the current situation, applying engineering techniques such as flow diagrams, time recording formats and records. These instruments contribute to determine the standard assembly time of the bar, obtaining as a result 13,58 min/u. The analysis of the process determined that the task with more time is the main sub assembly with 32% in the process and it determines that the movements correspond to 38 operations with a distance traveled of the material of 63 meters by 15 qualified workers. In addition, multifactor productivity was calculated in 78% and single factorial productivity in 83%. Additionally, the relationship of the variables was verified, determining a high positive correlation of 0,7/1 using the Karl Pearson coefficient, where it was established that times and movements affect the productivity of Metaltronic company.

**KEY WORDS:** Assembly, bar, movements, productivity, times.



## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **Tema**

“Estudio de tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en el ensamble de la barra de tablero T200 de la empresa Metaltronic en la ciudad de Quito”

#### **Introducción**

“La manufactura es uno de los sectores más importantes para un país, permite la elaboración de productos con un mayor nivel de valor agregado, en los cuales existe buena capacidad de diferenciación y, sobre todo, un menor nivel de volatilidad en los precios. El desarrollo de este sector fortalece al país, ya que más allá de lo mencionado, también genera fuentes de empleo calificadas y formales. De acuerdo al INEC, a septiembre de 2017 esta actividad generó el 11% del empleo total del país” (Ekos, 2018).

El acuerdo ministerial 17131, suscrito por el Ministerio de Industrias y Productividad en el año 2017, “...determina que los autos ensamblados en el país contengan mínimo 19% de partes fabricadas en Ecuador hasta 2020 en referencia al 15% anterior” (El Telégrafo, 2018).

Esto motivó a las empresas fabricantes de piezas automotrices a invertir en sus plantas para cubrir la demanda que tendrían las ensambladoras, de acuerdo con cifras de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade), en el país hay 92 empresas autopartistas que fabrican distintos componentes como ejes, chasis, baldes de camioneta, amortiguadores, bases, tableros y demás que invirtieron en el año 2018 unos \$ 23 millones en acondicionarse.

En general las firmas vinculadas con el sector autopartista de manufactura son la metalmecánica y generan subproductos como cauchos, vidrios, pinturas, sistemas de electrónica, plásticos y textiles, las cuales generan alrededor de 5.000 plazas de empleo (Aeade, 2018).

Con estos precedentes, el actual estudio se desarrolla en Metaltronic, empresa del sector manufacturero dedicada a la fabricación y ensamble de autopartes metálicas, motocicletas y bicicletas bajo óptimas condiciones competitivas en la ciudad de Quito. Al respecto su análisis se basa en los tiempos y movimientos del proceso de ensamblaje de la barra de tablero T200 buscando los problemas con la ejecución de las actividades y retrasos constantes en las entregas (Metaltronic, 2018).

La Empresa metalmecánica fundada en el año 1972 tiene como objetivo principal, desarrollar partes metalmecánicas contando con personal especializado en mejorar continuamente sus procesos, por tal razón se busca analizar el desarrollo de la barra de tablero T200 (Metaltronic, 2018).

Al respecto, se desarrolla el tema de investigación en Metaltronic con el propósito de estudiar la producción de la barra de tableros T200 y su incidencia en la productividad conceptualizando elementos que intervienen en el proceso, recursos, estrategias y su aplicación en el ámbito industrial (Metaltronic, 2018).

Para el análisis se busca especificar detalles de la maquinaria, estaciones de trabajo y capacidades en cada tarea del ensamblaje del tablero T200; dicho tablero es una barra que contiene varios sub ensambles y con varios componentes armados, soldados, empernados y unidos que sirven como base de tablero para los vehículos que la empresa General Motors ensambla en el Ecuador.

En América el mercado automotriz y autopartista es amplio debido a la oferta y demanda constante que desde la década del 80 ha crecido con suma importancia (Ekos, 2018).

Al respecto, la competitividad industrial busca mejores índices y "...El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada

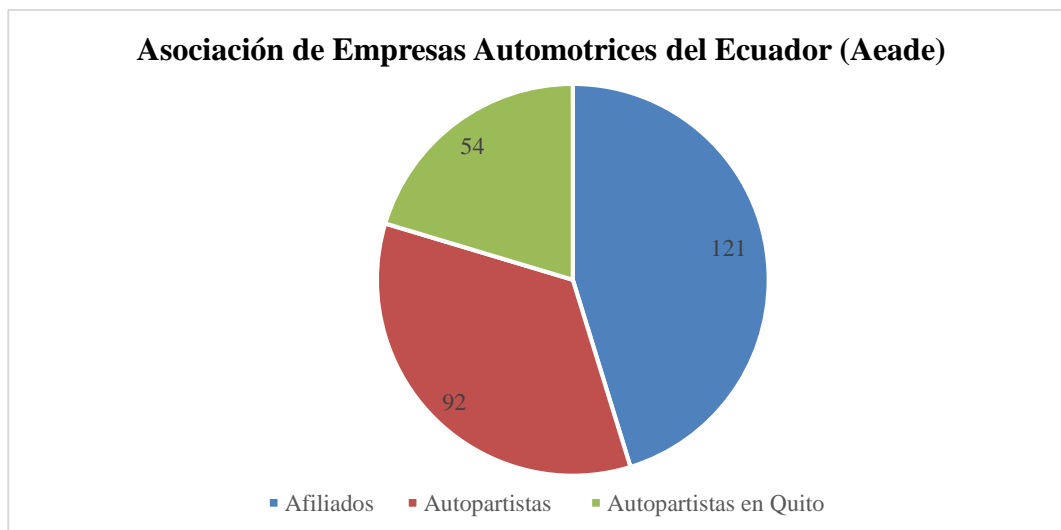
con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos” (Gestiopolis, 2017).

América se enfrenta a retos importantes en su proceso de desarrollo industrial y económico, las metalmecánicas y compañías de manufactura buscan como uno de sus objetivos incrementar su rentabilidad, para lo cual aplican métodos de trabajo de ingeniería, como el estudio de tiempos y movimientos buscando un protagonismo en la productividad para medir el tiempo que se invierte en el trabajo, detectando los retrasos en la producción, con la finalidad de plantear soluciones a los problemas en la ejecución de procesos.

Nacionalmente es importante dicho estudio ya que para el Ecuador como país en vías de desarrollo industrial es una oportunidad verificar tiempos y movimientos de una empresa representativa del país, presentando las ventajas del abastecimiento local de autopartes debido al crecimiento del parque vehicular.

La producción automotriz en el Ecuador viene acompañada del auge del petróleo en el año 1972, ya que la industria se desarrolló con el soporte de otros sectores pesados tales como el metalúrgico y automotriz (Ekos, 2018).

En Quito, existe la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade) con alrededor de 121 afiliados relacionados al sector, y según dicha Asociación en el país hay 92 empresas autopartistas de las cuales el 45% corresponden al Distrito Metropolitano de Quito (Aeade, 2018).



**Figura 1.** Datos de empresas Autopartistas

**Fuente:** Aeade, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018.

En la empresa metalmecánica Metaltronic de la ciudad de Quito, se destaca como uno de los pioneros en la industria autopartista siendo esta el área de investigación, con enfoque en el área de ensamble de la Barra de Tablero el estudio de tiempos y movimientos que muestra una visión en el análisis del funcionamiento del proceso productivo (Metaltronic, 2018).

Además según datos del Ministerio de Industrias y Productividad (Mipro), en el Registro de empresas ensambladoras y sus reglamentos de funcionamiento, muchas de estas empresas ensambladoras y productoras de autopartes lograron reconocimiento por la calidad de sus productos y están calificadas con normas internacionales de calidad especiales para la industria automotriz como la ISO 9001 y la ISO TS 16949:2002, entre otras que contribuyen a un mejor control de tiempos y movimientos en el proceso de ensamble (Mipro, 2018).

### **Antecedentes**

Como parte del análisis productivo de ensamblaje en Metaltronic, a continuación se exponen datos de investigaciones relacionadas de otros autores con las siguientes ideas principales:

- Yuqui, José Antonio en su trabajo de grado de Ingeniero en Administración Industrial denominado “Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss” de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Se concluye lo siguiente:

Mediante el diagnóstico de las actividades que realiza en Carrocerías Megabuss, se determina que el personal de las diferentes secciones de la planta de ensamble, identifica las operaciones que conforman los procesos productivos en cada sección pero se detectan deficiencias en las actividades de armado principal de la carrocería.

El tiempo estándar que se requiere para producir un bus en la planta de ensamble de la Carrocerías Megabuss es de 1502:39:40 [hh:mm:ss], realizado en jornadas de 9 horas, en los 5 días laborables más 6 horas de los días sábados; si durante el proceso de ensamblaje se sobrepasa el tiempo estándar significa que los costos de producción se elevan por las ineficiencias en el trabajo, las continuas demoras y otros factores laborales, ambientales y físicos.

Al examinar el proceso, tomar tiempos y analizar los movimientos en los diferentes puestos de trabajo, en las fechas que se realiza el estudio, se detecta que existen un total de 7 inspecciones detalladas por los jefes de las secciones en todo el proceso de ensamblaje, las cuales se encuentran la estructura 1, estructura 2 y forrados; en las demás secciones se carece de inspecciones detalladas porque los jefes de sección por su experiencia y con la observación verifican el trabajo, además que los operarios tienen buena práctica y responden por la calidad del producto.

El estudio de procesos, tiempos y movimientos permite mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss, reduciendo considerablemente las demoras o tiempos improductivos (Yuqui, J. 2016).

- Cangui, Wilson Javier en su trabajo de Ingeniero Industrial denominado “Estudio de tiempos y movimientos para estandarizar el proceso productivo en

el área de láminas prensadas de la empresa Induce del Ecuador” de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Se concluye lo siguiente:

Identificando en detalle los tiempos que demoran el proceso productivo de las láminas prensadas de la empresa Induce del Ecuador, se reduce y mejora cada tiempo, estandarizando el método de trabajo actual. Además registrando los movimientos de las actividades se eliminan retrasos y fatigas de los trabajadores al realizar su trabajo.

Mediante el levantamiento de actividades y diagramación de procesos, se cumple identifica las tareas innecesarias mejorando la producción de láminas prensadas.

La distancia de recorrido en el área de láminas prensadas es de 35,5 metros con un tiempo de 27,05 minutos, la propuesta reduce la distancia recorrida a 22,45 metros con un tiempo de 22,33’.

La nueva metodología de trabajo reduce los tiempos de transporte de piezas (6,35 minutos) y transporte de producto final (6,65 minutos) a 4,00 y 4,27 minutos respectivamente, organizando de manera óptima la distribución de la planta (Cangui, W. 2016).

### **Justificación**

La **importancia** del presente proyecto técnico es alta porque establece en detalle los recursos utilizados, materiales, infraestructura, mano de obra y sus métodos de manufactura para determinar oportunidades de mejora.

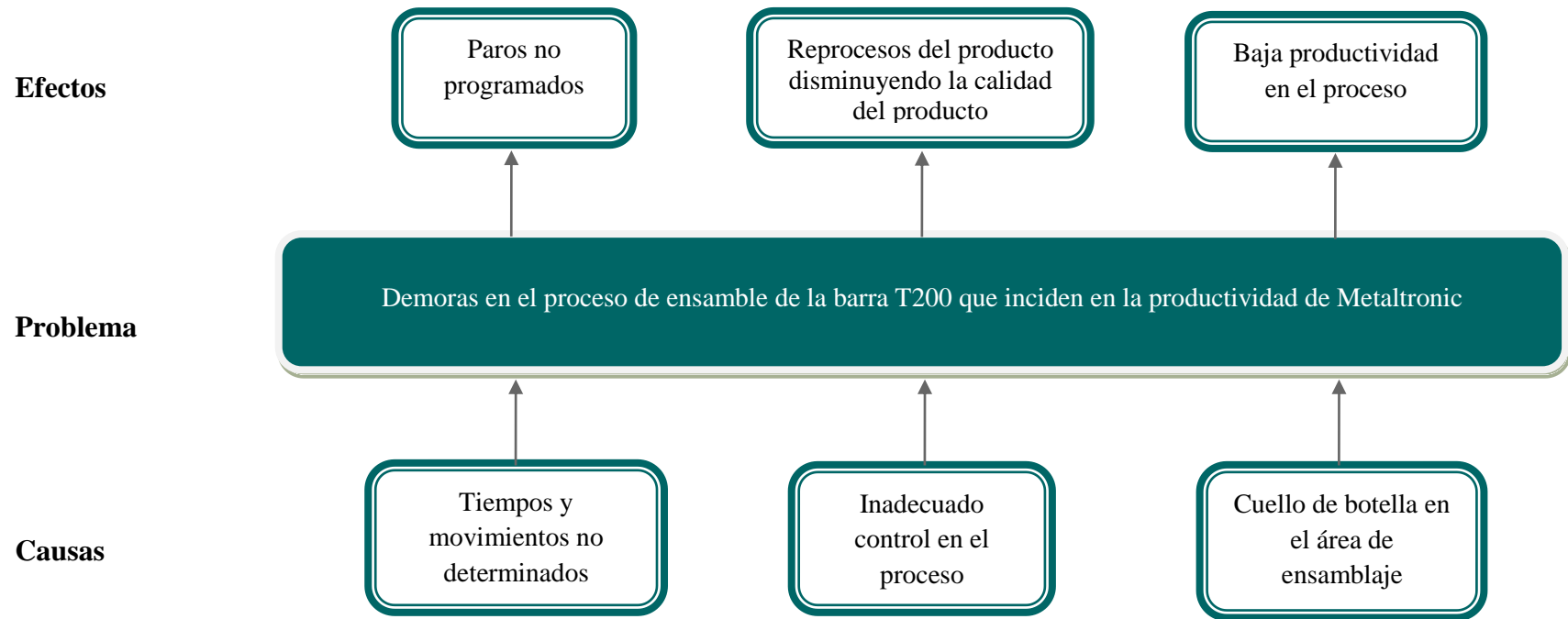
Analizar los tiempos y movimientos de producción en la empresa de manufactura favorece la **utilidad** académica y empresarial en Metaltronic, siendo competitivos y otorgando calidad en los productos con estándares que inciden en la productividad.

El actual proyecto técnico investigativo analiza mejoras dentro de las actividades productivas del ensamble de barras del tablero T200, lo cual genera un **impacto positivo** en la empresa Metaltronic.

Con la aplicación del análisis de tiempos y movimientos se **beneficia** la productividad de la organización y se incrementa sus réditos económicos, por tal razón los empleados de Metaltronic también se favorecen con menos horas extras y mejor calidad de vida.

El estudio tiene una **factibilidad** de desarrollo amplia porque tiene datos a disposición en la empresa y además considera las variables principales que afectan la producción, al respecto se cuenta con la colaboración de la empresa Metaltronic y su personal calificado el cual brinda información de los diferentes puestos de trabajo aportando a la misión y visión.

## Árbol de problemas



∞

**Figura 2.** Árbol de problemas

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018.



Siendo el área de estudio el proceso de ensamble de tablero T200 se observa que existe un déficit de medición de tiempos y movimiento en el desarrollo del producto, por lo cual existen diversas causas que generan la problemática dentro del área de producción como paros no programados en la ejecución del ensamble de la barra.

Inadecuado control del proceso, al realizar el análisis del área de ensamble se constata que el personal operativo no brinda mucha importancia a la calidad del producto, ya que no cuentan con un plan de control en cada estación de trabajo lo cual acarrea defectos, generando reprocesos del producto, pérdida de recursos y una menor productividad al momento de realizar el ensamble.

Cuello de botella en el área de ensamblaje, se comprueba que la distribución de los Jig's y Racks (estaciones de armado) donde se acumulan los sub ensambles no cuentan con un orden lógico en la producción de los tableros lo que genera una baja productividad en el proceso.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Estudiar los tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en el ensamble de la barra de tablero T200 de la empresa Metaltronic en la ciudad de Quito.

### **Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual del proceso de ensamble de la barra de tablero T200 conforme los tiempos y movimientos ejecutados.
- Establecer el tiempo estándar en el ensamble de la barra de tablero T200.
- Determinar la productividad en el proceso de ensamble en el trabajo de la barra de tablero T200.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Área de estudio**

<b>Dominio:</b>	Tecnología y sociedad
<b>Línea de investigación:</b>	Empresarial y productividad
<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área:</b>	Tiempos y movimientos
<b>Aspecto:</b>	Productividad
<b>Objeto de estudio:</b>	Tiempo, movimientos y productividad
<b>Periodo de análisis:</b>	Abril a octubre de 2018

#### **Enfoque de la investigación**

La investigación aplicada al estudio es cualitativa y cuantitativa de la siguiente manera:

Cualitativa ya que determina aspectos y considera características propias de la empresa como instalaciones, apreciación de los trabajadores, distribución de maquinaria y trabajo de los operadores dentro de la línea de ensamble en Metaltronic (Atauje, T. 2014).

Cuantitativa porque establece y tabula cantidades que se utilizan mediante los registros de producción, obteniendo mediciones numéricas, porcentajes y datos

que son analizados para obtener una solución puntual del proceso productivo (Atauje, T. 2014).

## **Tipos de investigación**

### **De campo**

Se utiliza este tipo de investigación para recolectar información, observar y evidenciar de forma amplia los problemas que se presentan en la línea de producción de la empresa Metaltronic ubicada al norte de la ciudad de Quito en la Av. Avellaneda N69 y Calle E3, mediante el contacto directo e indirecto de los factores que intervienen en el ensamble de la barra de tablero T200, lo cual ayuda a recabar información real y concisa para continuar con este proyecto técnico (Krick, E. 2004).

### **Correlacional**

Establece la relación existente entre la variable independiente, tiempos y movimientos, con la variable dependiente, productividad, especificando la relación manifestando las causas y efectos del análisis de la línea de producción y ensamblaje de la barra T200 de Metaltronic dentro de la empresa (Barbero, M. 2014).

### **Documental o bibliográfica**

Con este aspecto investigativo se brinda un lineamiento técnico el cual se basa en la comparación de valores de documentos, libros, revistas y artículos investigativos como por ejemplo los antecedentes, el objeto de esta investigación es evaluar la situación actual presentando la hipótesis y brindando soluciones con fundamento investigativo (Mindmesiter, 2017).

## **Población y muestra**

### **Población**

“...colectivo objeto del estudio formado por un conjunto de elementos con características similares y sobre el que se pretende inferir regularidades” (Mindmesiter, 2017).

Para el caso de Metaltronic la población consta de los miembros productivos del área de ensamblaje de la barra de tablero la cual se clasifica de la siguiente manera; Líder de equipo, Operadores de armado, Operadores de ensamble, Operadores de suelda de punto y Operadores de suelda MIG.

A continuación, se menciona la población para el estudio:

**Tabla 1.** Población

<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>
Líder de Equipo	1
Operadores de Armado	1
Operadores de Ensamble	2
Operadores de Suelda por punto	4
Operadores de Suelda MIG	7
Total	15

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018.

### **Muestra**

“...Subconjunto de la población o colectivo que se investiga, debe ser representativa del conjunto de población” (Atauje, T, 2014).

Al ser la población menor a 50 personas, la muestra la conforman todas las 15 personas que están inmiscuidas en el proceso para la obtención de datos.

### **Tiempo de estudio (muestra por producto)**

A continuación, se calcula el tamaño de muestra por producto con una población proyectada de 240 unidades semanales promedio de barras T200 en la planta de ensamblaje de Metaltronic:

Donde:

p = probabilidad = 50%,

q = probabilidad a favor = 50%,

z = 1.96 con un nivel de confianza del 95%,

N = es el tamaño de la población o universo = 240,

e = margen de error (como decimal)

### **Fórmula 1. Muestreo**

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Fuente: (Belchi, J. 2016).

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 240}{0.05^2 * (240 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

**n = 148 observaciones**

Una vez calculado el número de observaciones adecuadas para el estudio, se verificará cada tarea de procesamiento para indicar el nivel de eficiencia de cada uno, esto se realiza en el período comprendido entre tres meses del año 2018 donde se establecen en total alrededor de 203 mediciones.

Para obtener datos se establece el tiempo de estudio entre los meses de junio hasta agosto en varios días laborales para recolectar tiempos del proceso, donde la población por proceso es la siguiente:

**Tabla 2.** Muestra del producto

Datos obtenidos de manera aleatoria		
Meses		Días
6	Junio	9
7	Julio	10
8	Agosto	10
Total		29

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018.

Donde,

$N = 29 \text{ días} \times 7 \text{ tareas} = 203 \text{ mediciones}$

$N_{\text{calculado}} = 148 \text{ observaciones}$

## Diseño de trabajo

### Operacionalización de variables

**Tabla 3.** Operacionalización Variable Independiente

Tiempos y Movimientos					
Contextualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Técnica dentro de las organizaciones que sirve para la medición de tiempos y movimientos con la mayor exactitud posible en base de un número limitado de observaciones (OIT, 2015).	Tiempos	Tiempo estándar	¿Se encuentran establecidos los estándares de tiempos en los procesos de ensamble? ¿Se encuentra definido el tiempo normal del proceso de ensamble?	Cronometraje  Observación directa e indirecta	Cronometro  Registros de actividades diarias
		Demoras	¿Se ha presentado demoras debido a una mala distribución de cargas de trabajo? ¿Existen métodos para reducir los paros de línea?		
	Movimientos	Método de trabajo	¿Existe un método establecido para el proceso de ensamble? ¿Existen movimientos y actividades innecesarias durante el proceso de ensamble?	Análisis crítico	Cursogramas

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 4.** Operacionalización Variable Dependiente

Productividad					
Contextualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
La productividad se define como la relación entre la cantidad de bienes y/o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para lograrlo (Chapman, S. 2014).	Productos terminados	Volumen de producción	¿Cuál es la producción actual?	Recopilación de datos	Registros históricos de producción
		Mano de obra	¿Los trabajadores cuentan con la suficiente capacitación para realizar el ensamble?		
		Materia Prima	¿La materia prima para los lotes programados está disponible totalmente al inicio de la producción?		
	Recursos utilizados	Máquinas, herramientas	¿La empresa dispone de estaciones, equipos y herramientas adecuadas para ensamblar la barra de tablero T200?	Encuesta	Cuestionario
		Áreas de trabajo	¿El área de ensamble es adecuada para realizar los procesos productivos?	Observación directa	Facturas de consumo eléctrico, materia prima, roles de pago

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018



## Procedimiento para la obtención y análisis de datos

**Tabla 5.** Actividades de obtención y tratamiento de la información

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué?	Para desarrollar los objetivos de la investigación
¿De qué personas u objetos?	Autoridades y personal operativo de la empresa Metaltronic
¿Sobre qué aspectos?	Tiempos y movimientos, Productividad
¿Quién?	Bryan Alexis Cobos Tapia
¿A quién?	Empresa Metaltronic, fabrica metalmecánica de autopartes
¿Cuándo?	En el segundo y tercer trimestre del año 2018
¿Dónde?	En el cantón Quito, Provincia de Pichincha
¿Cuántas veces?	Las veces que amerite la investigación
¿Con que técnicas de recolección de la información?	Técnicas de observación directa y encuesta
¿Con que instrumento?	Registros de actividades diarias, Medición de tiempos cronometrado y análisis de información
¿En qué situación?	En el área de Producción

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

## **Hipótesis**

A continuación se especifican las dos hipótesis planteadas conforme los escenarios de análisis:

– **Hipotesis nula = H0**

Los tiempos y movimientos en el área de trabajo y ensamble NO tienen relación con la productividad de la empresa.

– **Hipotesis alterna = H1**

Los tiempos y movimientos en el área de trabajo y ensamblaje tienen relación con la productividad de la empresa.

### **Señalamiento de variables**

Variable Independiente: Tiempos y movimientos.

Variable Dependiente: Productividad

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Análisis de la situación actual de la empresa**

El 7 de junio de 1972, cuatro profesionales de Ingeniería y Economía, constituyen la industria metalmecánica para contribuir al desarrollo industrial ecuatoriano, como socios fundadores, eran tiempos de expansión productiva, baja inflación, abundancia de recursos financieros y estabilidad cambiaria por el inicio de la exportación petrolera (Metaltronic, 2018).

Inicialmente Metaltronic se forma con un área de máquinas y herramientas (torno, fresadora, rectificador, taladro) como base de una línea de producción sencilla. En 1976, se incorporaron máquinas de producción como prensas hidráulicas, las cuales serían complementarias años después (Metaltronic, 2018).

A inicios de la década de los ochenta, la empresa se vincula con Ómnibus BB (General Motors) e inicia la producción de componentes para el vehículo Trooper, tales como: Parachoques, bases de asiento, pisos posteriores, etc. Posteriormente amplía sus relaciones con otras empresas ensambladoras en su especialidad de fabricar componentes metálicos, estampados y ensamblados.

En el 2002 se inicia el ensamble de chasis de los modelos “Luv, Grand Vitara y Vitara con partes CKD”, en el 2006 se fabrica rieles de chasis Luv-Dmax y componentes de la camioneta Mazda BT50.

En el año 2009, Metaltronic inicia una nueva línea de negocios de ensamble de Motocicletas y Motocarros junto con la Empresa Thunder, de esta manera se

consolida una nueva relación comercial, además adopta otros clientes tales como: Dayun, UM, ICESA entre otros, lo cual convierte a la actividad de ensamble de motocicletas y fabricación de moto partes en una unidad de negocio importante que actualmente representa el 40% de la facturación anual.



**Figura 3.** Auto y moto partes de Metaltronic

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Al respecto, Metaltronic mira con optimismo los retos de una economía globalizada sumamente exigente y competitiva en el sector automotriz.

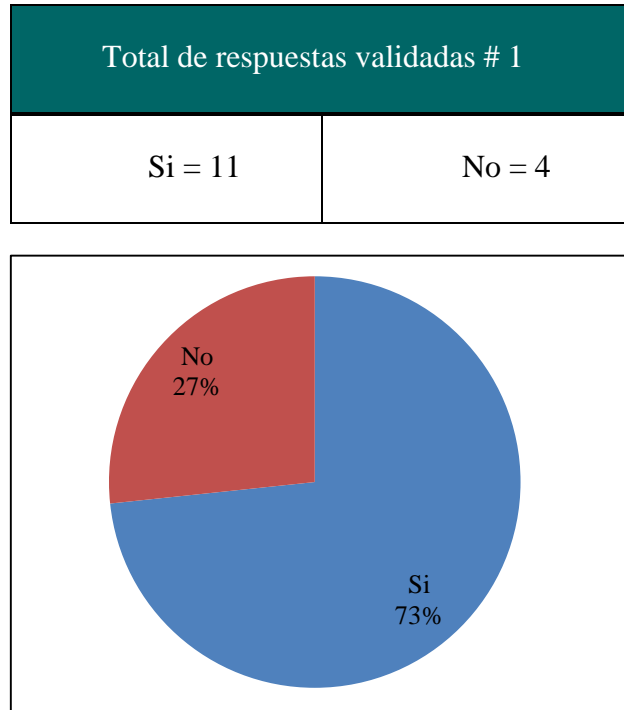
A continuación, se inicia la tabulación de las preguntas generadas en la encuesta.

### **Resultados de las preguntas de la encuesta**

Como parte del análisis de la situación actual en la empresa, se generó una encuesta con preguntas del proceso y la empresa, a continuación se tabulan las respuestas conforme las referencias del Anexo nro. 1.

1. ¿Se presentan demoras debido a una mala distribución de cargas de trabajo?

**Tabla 6.** Respuestas pregunta nro. 1



**Figura 4.** Distribución de cargas de trabajo

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### **Interpretación y análisis**

Las estaciones de ensamblaje (JIG´S) son genéricas realizadas para las actividades de Metaltronic, en este sentido, algunas estaciones presentan complicaciones por la poca capacitación en el uso diario de las herramientas y bases de montaje de las piezas. Según la percepción de los operadores antiguos, existen movimientos y actividades para optimizar, las estaciones se crearon en el trabajo diario, por tal razón, existen tareas innecesarias durante el ensamble.

Ineficiente distribución de cargas de trabajo

2. ¿Dónde se presentan las demoras en el trabajo?

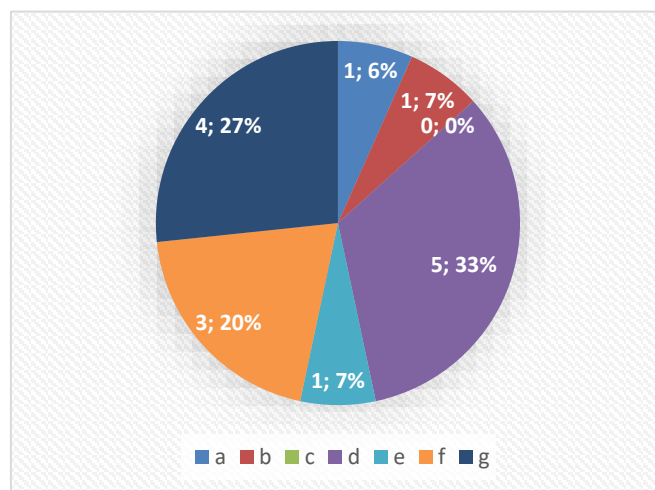
a) Armado brackets laterales b) Armado brackets radio c) Acople tablero

d) Sub ensamble principal e) Sub ensamble final f) Acabado y ajuste

g) Checking fixture

**Tabla 7.** Respuestas pregunta nro. 2

Total de respuestas validadas # 2						
a = 1	b = 1	c = 0	d = 5	e = 1	f = 3	g = 4



**Figura 5.** Demoras en el trabajo

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### **Interpretación y análisis**

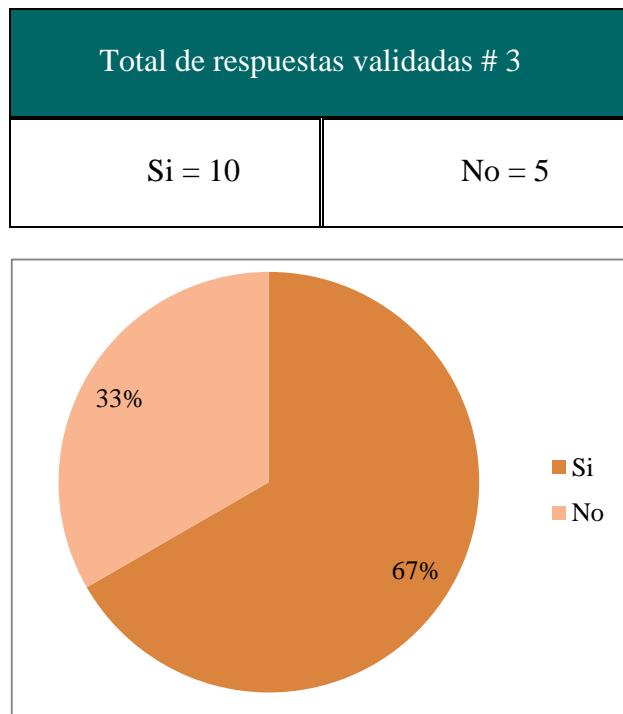
Se indaga a los operarios involucrados donde se tienen mayores problemas y resulta en el sub ensamble principal, acabado, ajuste y checking fixture (estación de pruebas).

Las respuestas otorgadas son orientadas a la percepción de tiempo que requieren dichas tareas y donde se pueden generar mejoras con un análisis técnico.

Donde existen las demoras

3. ¿La empresa dispone de estaciones, equipos y herramientas adecuadas para ensamblar y generar el proceso productivo de la barra de tablero T200?

**Tabla 8.** Respuestas pregunta nro. 3



**Figura 6.** Estaciones, equipos y herramientas

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### Interpretación y análisis

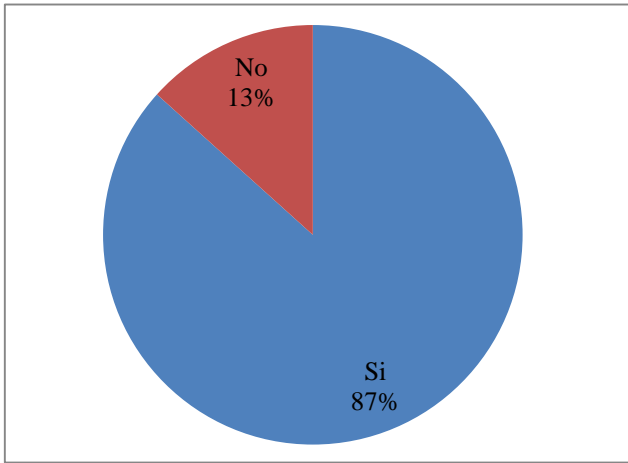
El área de la planta tiene buenas condiciones con rotulación específica, herramientas manuales suficientes, pero las estaciones de trabajo no fueron concebidas de la mejor manera, razón por la cual existen retrasos.

Maquinaria adecuada

4. ¿Las estaciones de armado principal, ensamble final y checking fixture tienen dificultades para laborar y cumplir la producción?

**Tabla 9.** Respuestas pregunta nro. 4

Total de respuestas validadas # 4	
Si = 13	No = 2



**Figura 7.** Estaciones de armado, ensamblaje y pruebas

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Interpretación y análisis**

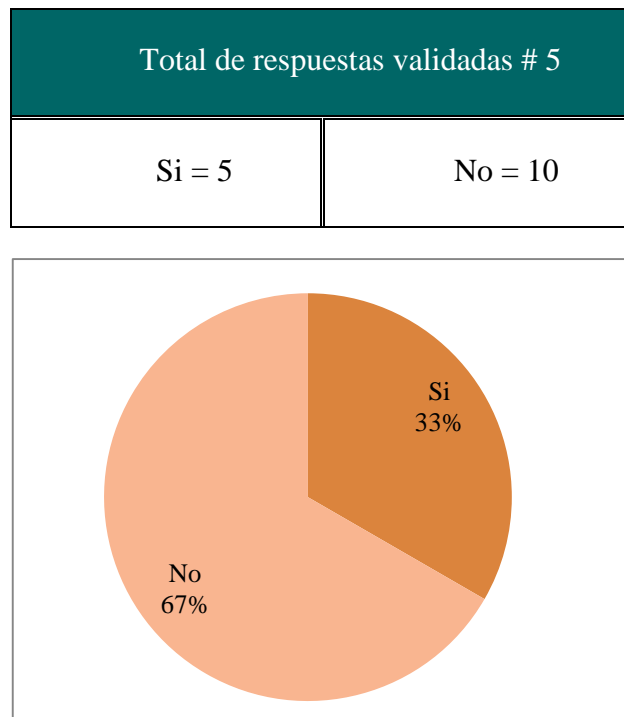
Se tiene una buena coordinación entre áreas pero la apreciación de los trabajadores es que las estaciones de sub ensamble principal, sub ensamble final y checking fixture presentan mayor dificultad, retrasos y herramientas de ensamble complejas para la mayoría de los lotes programados.

Estaciones con dificultades



5. ¿El personal del área de producción conoce de manera específica cómo utilizar las estaciones, herramientas de trabajo y procedimientos de ensamble?

**Tabla 10.** Respuestas pregunta nro. 5



**Figura 8.** Conocimientos necesarios

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

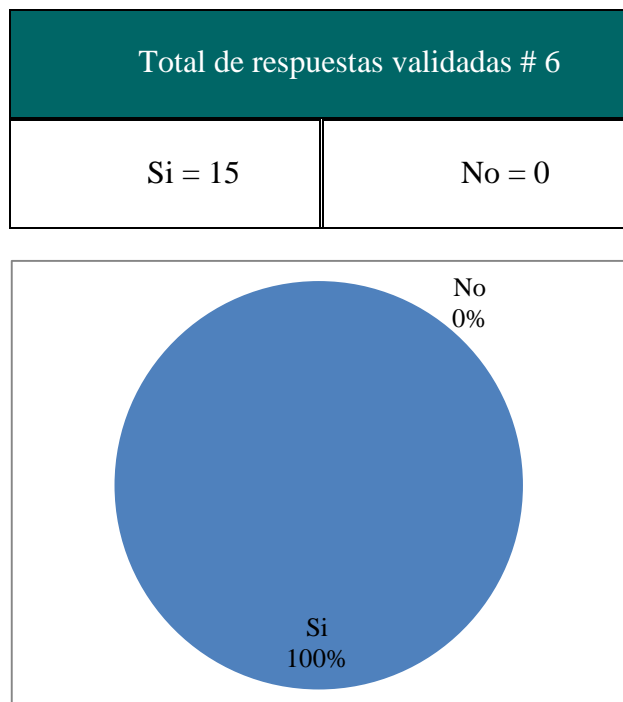
### Interpretación y análisis

La complejidad de las tareas, movimientos repetitivos y gran uso de herramientas generan cambios constantes en los procedimientos de ensamblaje, al respecto, existe una alta rotación del personal, por tal motivo muchas veces los procesos presentan retrasos.

Conocimiento insuficiente

6. ¿Se tiene registros de la producción mensual y anual?

**Tabla 11.** Respuestas pregunta nro. 6



**Figura 9.** Registros

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

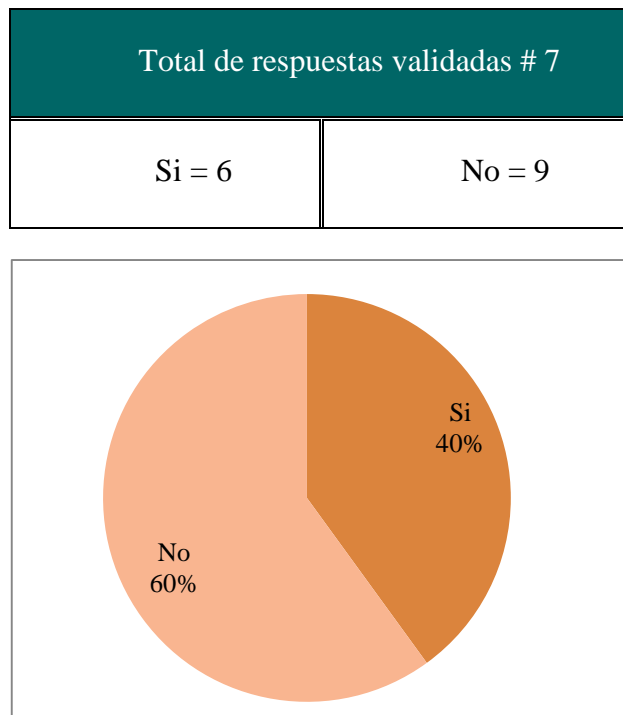
### **Interpretación y análisis**

Si tiene registros de la producción actual referente al ensamblaje de tableros T200 es de 48 [U/día], es decir 984 [U/mes] o 11808[U/año] aproximadamente.

Registros de producción
-------------------------

7. ¿Se planifica la producción mensual?

**Tabla 12.** Respuestas pregunta nro. 7



**Figura 10.** Planificación de la producción

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### **Interpretación y análisis**

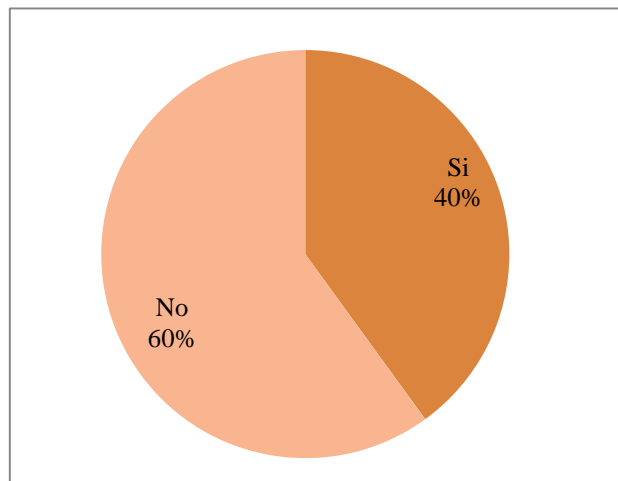
La planificación siempre fue un hecho importante en Metaltronic, se coordinaba con los clientes la producción para el año, pero debido a la dificultad monetaria y recesión interna del país, muchas veces los pedidos son sin previa antelación y de manera acelerada.

Planificación de producción

8. ¿Se encuentran establecidos los tiempos y movimientos en los procesos de ensamble?

**Tabla 13.** Respuestas pregunta nro. 8

Total de respuestas validadas # 8	
Si = 6	No = 9



**Figura 11.** Estudio de tiempos y movimientos

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### **Interpretación y análisis**

Existe un método establecido para el proceso de ensamble y tiempos medios aproximados por cada operación, pero, debido a la complejidad de las actividades y la cantidad alta de elementos a ensamblar, empernar, soldar o unir existen varias demoras.

Estudio de tiempos y movimientos

## **Análisis del Proceso**

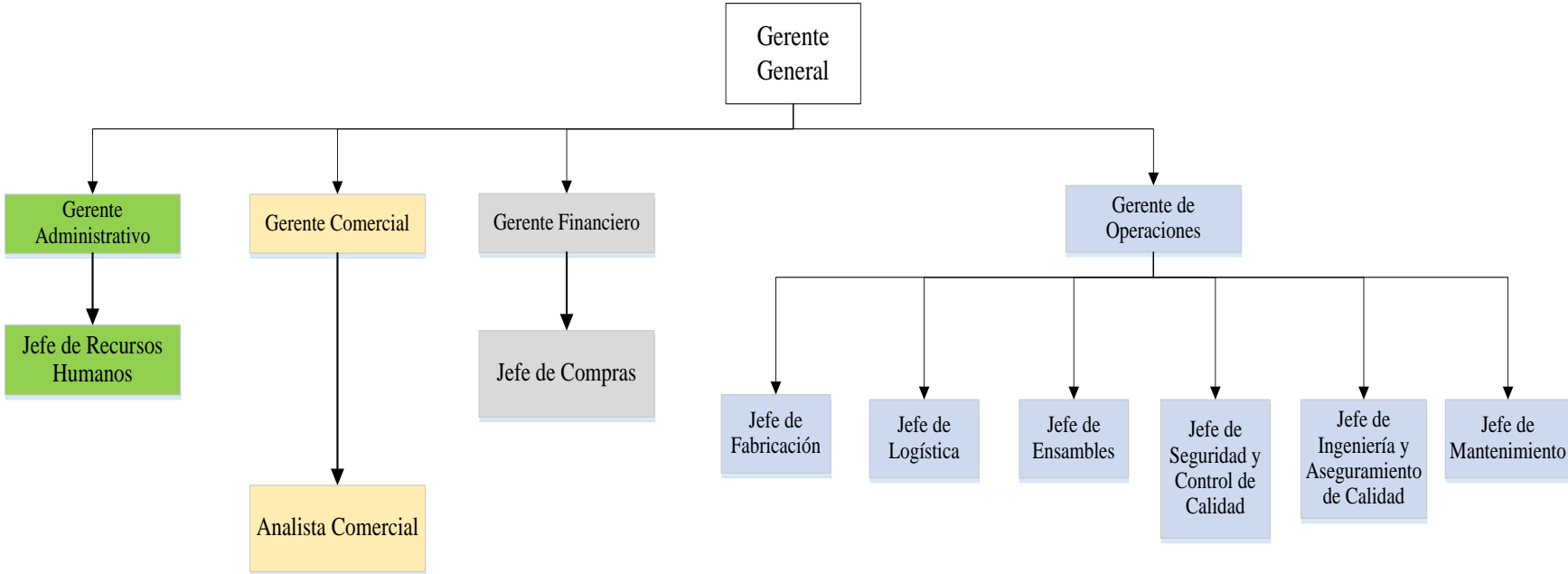
“...el análisis de procesos es mirar todos los componentes de una actividad productiva, tales como entradas, salidas, mecanismos y controles de cada componente individualmente y cómo interactúan para producir resultados. A menudo, estos componentes se clasifican en movimientos, personas, tareas, aplicaciones, datos y tecnología necesaria para soportar una meta u objetivo empresarial” (OIT. 2015).

Como se muestra, según la Organización Internacional de Trabajo, el análisis de procesos comprende el entendimiento y estudio de la interacción de tareas que generan actividades que agrega valor, al respecto para la investigación se generan las siguientes herramientas:

- Estructura organizacional,
- Mapa de procesos,
- Interacción de procesos,
- Diagrama de procesos,
- Definición de actividades y tareas específicas, y
- Estudio de movimientos.

A continuación, complementando el estudio, se inicia ilustrando la estructura organizacional de la empresa Metaltronic, como partida del análisis de procesos y de la situación actual.

**Estructura organizacional**



30

**Figura 12.** Estructura organizacional

**Fuente:** Metaltronic, 2018

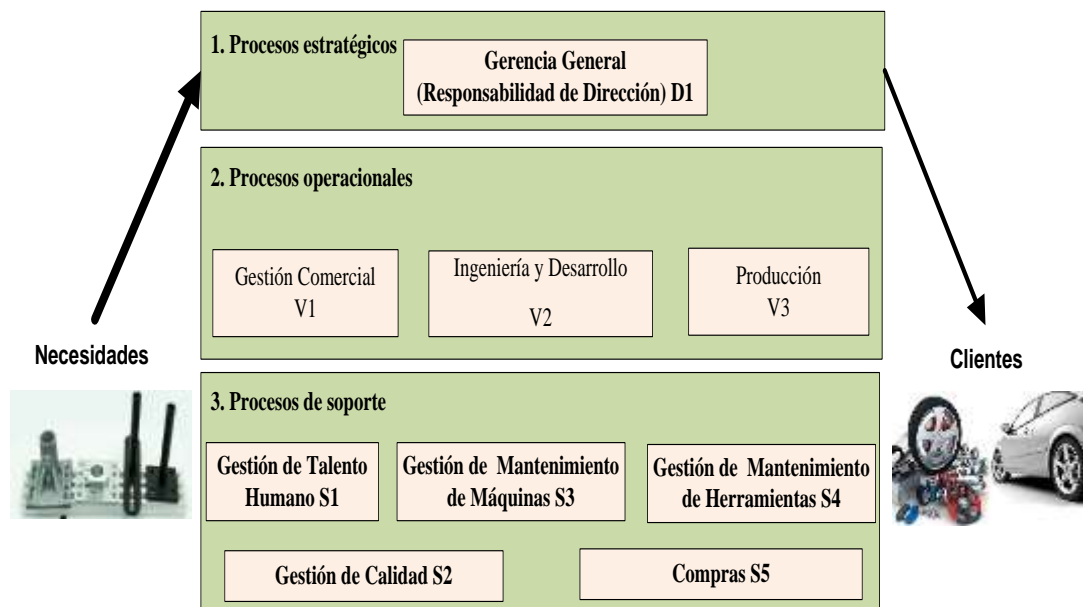
**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Como se muestra en la figura anterior, en la estructura organizacional existen varias áreas que se centran en el desarrollo de los productos metálicos para generar las autopartes y moto partes, así como en el soporte de estratégico que implica todo el Departamento de Operaciones.

En Metaltronic se busca una interacción lineal mediante jefaturas, y el dinamismo entre obreros, jefaturas y gerencia es amplio y activo buscando una comunicación constante, complementado la estructura organizacional, a continuación, se muestra el mapa de procesos de la empresa y su respectiva interacción.

### Mapa de procesos

A la par con las ideas de la situación actual de la industria manufacturera en Metaltronic, a continuación, se muestra el mapa de procesos de la empresa con sus respectivos procesos estratégicos, operacionales y de soporte:

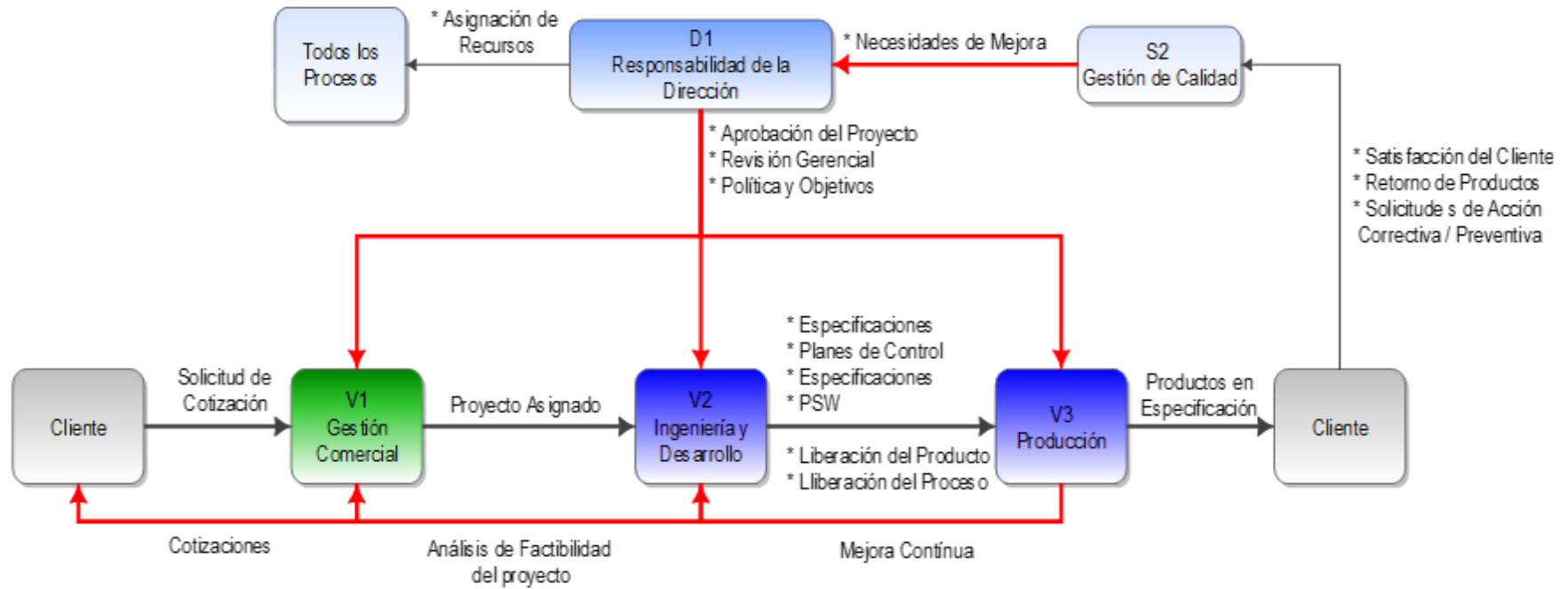


**Figura 13.** Mapa de procesos

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

## Interacción de procesos

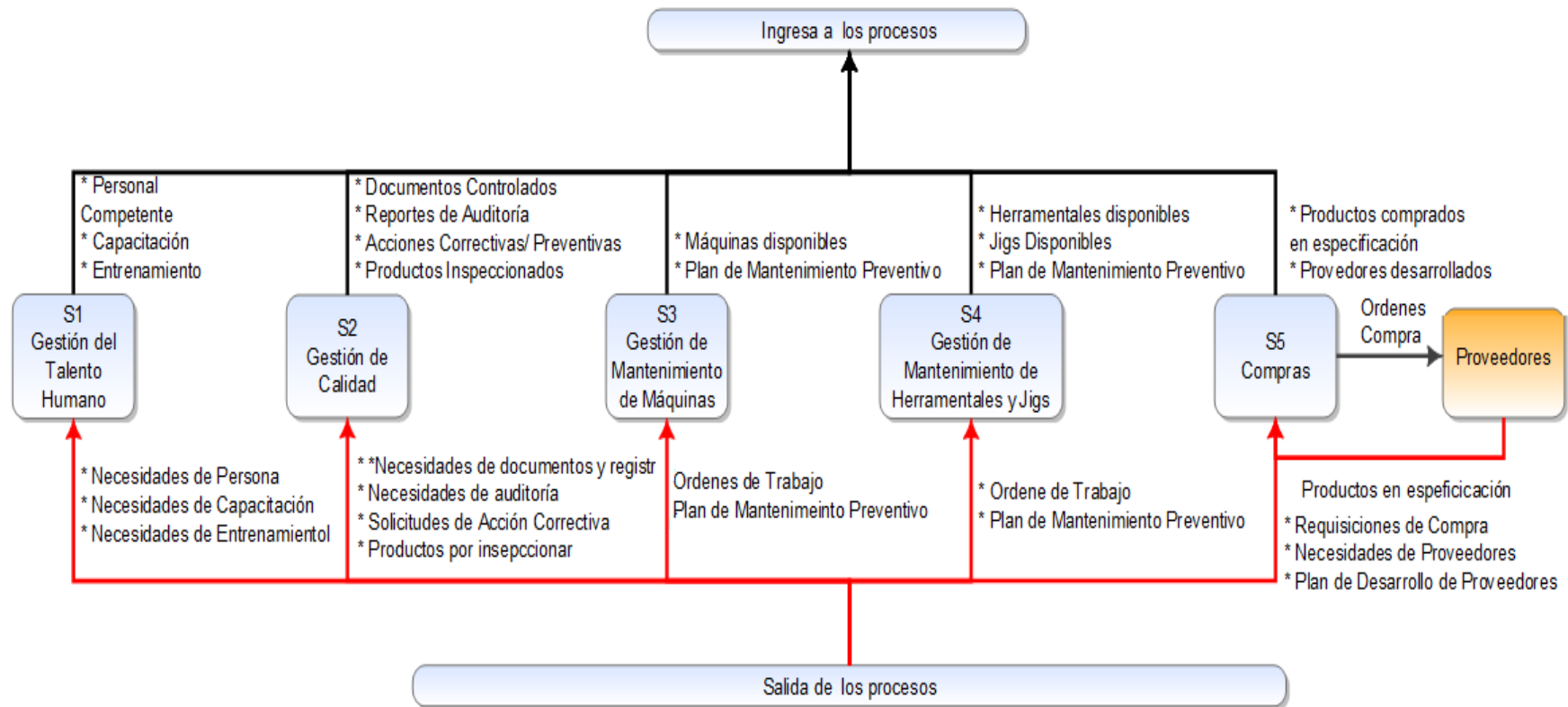


**Figura 14.** Interacción de procesos de dirección

**Fuente:** Metaltronic, Calidad, 2018.

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018





**Figura 15.** Interacción de procesos

**Fuente:** Metaltronic, Calidad, 2018.

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

## **Análisis de la interacción de procesos**

Dentro del análisis general de procesos, a continuación se genera el estudio de la interacción, concepto que hace referencia a la relación entre las diversas tareas desde la dirección general de la empresa hasta los procesos de soporte, vinculado los resultados, es decir, el resultado de una parte del ciclo se convierte en la entrada de otra (Barbero, M. 2014).

Como se muestra en la figura 14, se establece la relación de los principales procesos de la empresa como Dirección General de manera estratégica haciendo una relación directa con las áreas de Calidad, Ingeniería y Desarrollo, y Producción como procesos operacionales. Entre lo principal se muestra cómo funciona el ciclo productivo con lineamientos desde gerencia, se reciben solicitudes de trabajo, se ofertan cotizaciones, producción e ingeniería trabajan en el desarrollo metalmecánico de partes y piezas y finalmente se liberan los productos en base a especificaciones técnicas y características solicitadas por los clientes.

Posterior en la figura 15 se muestran los procesos de soporte enunciados como S1, S2, S3, S4 y S5, donde se expone la organización del talento humano con las necesidades de personal en capacitaciones y especificaciones, también se manifiesta la gestión de calidad para los productos como parte de la planificación interna en Metaltronic.

Adicionalmente se expone la gestión de mantenimiento sobre las máquinas disponibles efectuando un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Metaltronic, gestión de herramientas y estaciones en base al diseño de la planta, por último, se verifica el área de compras que busca proveer de productos para la realización metalmecánica que se genera.

Como se muestra en las figuras existe la relación de tareas entre los procesos estratégicos, operacionales y de soporte para brindar los productos en base a procedimientos que hay en cada sub proceso.

## **Levantamiento del proceso de ensamblaje barra T200**

En el proceso de ensamblaje de la barra T200 como accesorio metalmecánico del tablero de vehículos, existen varias actividades, pasos y sub ensamblajes interiores que se conforman dentro de las cuales se arman alrededor de:

- Treinta (30) componentes,
- Una (1) barra principal,
- Trece (13) pernos, y
- Dos (2) pines guías.

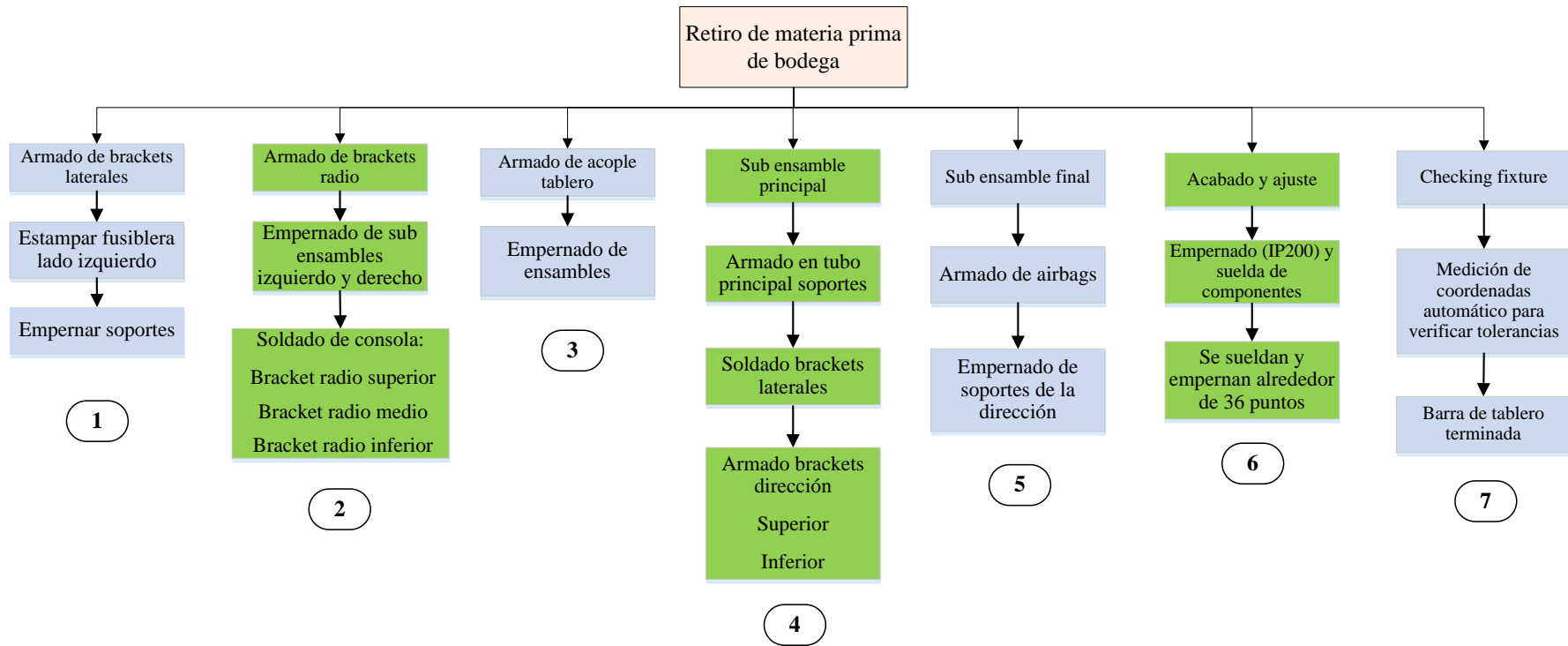
Al respecto, la producción actual referente al ensamblaje de tableros T200 es de 960 [U/mes], 48 [U/día], es decir 6 [U/hr].

Entre los puntos principales de las actividades, se inicia el ciclo retirando la materia prima de bodega mediante órdenes de trabajo y en las diversas estaciones se utilizan sistemas de soldadura por punto o arco metálico con gas (MIG) para juntar los diversos sistemas.

Por otro lado, como parte de ensamblar productos de calidad, se destaca el uso de torquímetros con ajuste según especificaciones del material para empernar los elementos.

En el análisis se referencian varios sub ensamblajes de las actividades principales como el armado de la barra principal, armado de radios o barras de soporte.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso en las diversas estaciones (JIG's), dividido en 7 operaciones principales donde se muestran las actividades.




**Figura 16.** Diagrama de proceso ensamblaje

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

En base al diagrama anterior; se define las tareas detallándose en un análisis estructurado a petición de la empresa de la siguiente manera:

**Tabla 14.** Armado de brackets laterales

<b>Método</b>	Armado de brackets laterales
<b>Mano de obra</b>	2 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Brackets laterales, guanteras, placa de anclaje
<b>Proceso</b>	Se suelda la fusiblera y brackets laterales derecho e izquierdo mediante soldadura de punto. Toda la tarea se realiza en un jig de armado siguiente.
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 15.** Brackets radio

<b>Método</b>	Armado de brackets radio
<b>Mano de obra</b>	2 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Bracket central, bracket medio, bracket radio y placa de unión.
<b>Proceso</b>	Se suelda los brackets centrales con los brackets de radio (superior, medio e inferior) mediante soldadura de punto Toda la operación se realiza en la estación siguiente.
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 16.** Acople tablero

<b>Método</b>	Armado de acople tablero
<b>Mano de obra</b>	2 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Tubo principal, brackets laterales, brackets 1, 2, 3 y 4 y placa de soporte superior.
<b>Proceso</b>	Se suelda los distintos componentes como tubo principal, brackets 1, 2, 3, 4, braquets laterales mediante soldadura mig, Toda la operación se realiza en un jig de acople siguiente:
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 17.** Sub ensamble principal

<b>Método</b>	Sub ensamble principal
<b>Mano de obra</b>	2 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Tubo principal, brazos de sujeción, soporte principal y placas de remate.
<b>Proceso</b>	<p>Armado y remate en el tubo principal de los diferentes soportes para los brackets laterales (izquierdo y derecho).</p> <p>Unión de brackets de dirección (superior, inferior) mediante soldadura mig, toda la operación se realiza en un jig siguiente.</p>
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018



**Tabla 18.** Sub ensamble final

<b>Método</b>	Sub ensamble final
<b>Mano de obra</b>	3 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Brackets de unión, tubo principal, studs (pernos) y refuerzos de dirección.
<b>Proceso</b>	Armado de la consola en el tubo principal, empernado de brackets de unión, soldadura de studs y remate mediante soldadura mig.  Esta tarea se realiza en la estación siguiente:
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 19.** Acabado y ajuste

<b>Método</b>	Acabado y ajuste
<b>Mano de obra</b>	2 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Discos de desbaste para pulidora y pernos de comprobación M8.
<b>Proceso</b>	Se realiza el acabado metálico retirando los defectos de soldadura que se generan en el proceso de armado a la vez se comprueba que los pernos tipo (M8 x 1.25 x55).
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 20.** Pruebas

<b>Método</b>	Checking fixture
<b>Mano de obra</b>	2 Operarios de soldadura
<b>Materiales</b>	Marcadores, aire del sistema neumático de pruebas, pulidoras.
<b>Proceso</b>	Banco de pruebas de revisión en detalle del tablero T200, mediante un comprobador de verificación de coordenadas buscando la posición de cada elemento ajustado o soldado, se realiza una marcación en la barra asegurando el producto terminado.
<b>Estación</b>	
<b>Producto final</b>	

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

## Estudio de movimientos

“...análisis cuidadoso de los movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar el trabajo, el estudio de movimientos se utiliza como método determinado que ayuda al desarrollo de un centro de trabajo eficiente” (Meyers, 2014).

Para el estudio de movimientos existen varias herramientas de ingeniería útiles las cuales analizan el proceso y flujo de operarios, en el caso de Metaltronic se utiliza el estudio de métodos para mejorar la producción y se selecciona el lugar de trabajo o estaciones verificando su propósito, sucesión, personas y medios.

## Movimientos




Para una tarea de trabajo que se divide en un conjunto de actividades, analizar la ejecución de un proceso, producto o un servicio es primordial si cada tarea está compuesta de varios movimientos a analizar (OIT, 2015).

## Curso grama analítico del proceso

“...diagrama que aborda un proceso de modo detallado, en él se encuentran cinco actividades fundamentales, donde se introducen detalles relativos al almacenamiento, manipulación y movimiento de los materiales entre las operaciones inherentes a la fabricación. Expone la sucesión de hechos, debido a que representa gráficamente el orden en que suceden las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos durante un proceso, incluye información como el tiempo y la distancia recorrida...” (Upiicsa, 2017).

Como se muestra, la relación entre el estudio de métodos y movimientos interactúa con varias herramientas para Metaltronic se usa el curso grama analítico en cada actividad, a continuación el desarrollo y referencias necesarias:

**Tabla 21.** Referencias de los curso gramas analíticos








Operaciones	Transportes	Inspecciones	Demora	Almacenamiento
				

**Fuente:** Meyers, F. 2014.

**Tabla 22.** Curso grama analítico armado de brackets laterales

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Armado de brackets laterales	¿Puede eliminarse?	Operaciones	5
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	1
Número de gráfica	1	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	0
Fecha	2018-09-28		Retrasos	1
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	34 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	10 [m]










Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger brackets laterales de bodega	1	-	6		Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 1 de armado	1	10	5		Dos operarios
Alinear estación y herramientas	1	-	3		Dos operarios
Estampar fusiblera	1	-	4		Dos operarios
Empernar soportes de conexión	1	-	7		Dos operarios
Encender máquina de corte y poner en posición	1	1	4		Un operarios
Cortar bordes	1	1	5		Un operario

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 23.** Curso grama analítico armado de brackets radio

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Armado de brackets radio	¿Puede eliminarse?	Operaciones	7
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	1
Número de gráfica	2	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	0
Fecha	2018-09-28		Retrasos	1
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	42 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	8 [m]








Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger brackets radio de bodega	1	-	6		Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 2 de armado	1	8	5		Dos operarios
Encender máquina de corte y poner en posición	1	-	3		Dos operarios
Cortar acoples de brackets radio	1	-	6		Dos operarios
Cortar rectángulos de armado	1	-	6		Dos operarios
Embutir soportes de conexión	1	-	3		Dos operarios
Perforación de ranuras	1	-	4		Dos operarios
Doblez de bordes	1	-	5		Un operario
Armado de bracket radio superior inferior y medio	1	-	4		Dos operarios

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 24.** Curso grama analítico armado de acople tablero

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Armado de acople tablero	¿Puede eliminarse?	Operaciones	6
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	1
Número de gráfica	3	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	0
Fecha	2018-09-28		Retrasos	0
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	36,5 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	12 [m]








Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger acoples de bodega	1	-	6		Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 3 de armado de acople tablero	1	12	5		Dos operarios
Cortar bandas	1	-	6		Dos operarios
Estampar accesorios de tablero	1	-	5		Dos operarios
Doblado de conexiones	1	-	4		Dos operarios
Perforación de ranuras	1	-	3,5		Dos operarios
Armado de acople tablero	1	-	7		Dos operarios

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 25.** Curso grama analítico sub ensamble principal

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Sub ensamble principal	¿Puede eliminarse?	Operaciones	6
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	2
Número de gráfica	4	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	1
Fecha	2018-09-28		Retrasos	0
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	225 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	15 [m]

Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger tubo principal de bodega	1	-	15		Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 4 de armado de sub ensamble principal	1	5	10		Dos operarios
Cortar bandas	1	-	9		Dos operarios
Trasladar brackets radio, laterales y acople tablero de las estaciones nro. 1 y 3	1	10	20		Dos operarios
Empernar brackets laterales (izquierdo y derecho)	1	-	16		Dos operarios
Empernar brackets de dirección (superior, inferior y medio)	1	-	24		Dos operarios
Cortar bandas de sujeción	1	-	18		Dos operarios
Ensamblaje de bandas de sujeción en barra principal	1	-	50		Dos operarios
Inspección de acoples en barra	1	-	63		Un operario









**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018



**Tabla 26.** Curso grama analítico sub ensamble final

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Sub ensamble final	¿Puede eliminarse?	Operaciones	6
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	1
Número de gráfica	5	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	1
Fecha	2018-09-28		Retrasos	0
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	75 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	7 [m]

Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger tubo principal de sub ensamble principal	1	-	5		Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 5 de ensamble final	1	7	5		Dos operarios
Cortar acoples	1	-	7		Dos operarios
Curvado de soporte de dirección	1	-	10		Un operario
Armado de cápsulas de sistemas de seguridad	1	-	8		Dos operarios
Empernar brackets radio en tubo principal	1	-	16		Dos operarios
Soldar bandas de sujeción en barra principal	1	-	12		Dos operarios
Verificación de acoples en barra	1	-	12		Un operario

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 27.** Curso grama analítico acabado y ajuste

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Acabado y ajuste	¿Puede eliminarse?	Operaciones	5
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	2
Número de gráfica	6	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	0
Fecha	2018-09-28		Retrasos	0
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	188 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	5 [m]









Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger tubo principal de ensamble final	1	-	8	○	Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 6 de acabado y ajuste	1	5	10	➡	Dos operarios
Recoger pernos M8 de bodega	1	-	10	○	Un operario
Transportar los pernos hasta estación nro. 6 de acabado y ajuste	1	-	9	➡	Un operario
Empernar pernos tipo [M8 x 1,25 x 55] con accesorios del tubo principal	1	-	59	○	Dos operarios
Corte de bandas auxiliares	1	-	23	○	Dos operarios
Suelda de soportes y bandas auxiliares en tubo principal	1	-	69	○	Un operario

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 28.** Curso grama analítico checking fixture

Tipo	Material	Grafica del flujo del proceso	Resumen	Detalle
Tarea	Checking fixture	¿Puede eliminarse?	Operaciones	3
Elaborado por	Bryan Cobos		Transportes	2
Número de gráfica	7	¿Puede cambiarse?	Inspecciones	2
Fecha	2018-09-28		Retrasos	1
Hoja	1/1	¿Puede variar la secuencia?	Almacenamiento	0
Planta	Producción		Tiempo	113 [s]
Proceso	Actual	¿Puede simplificarse?	Distancia	6 [m]

Descripción	Cantidad	Distancia [m]	Tiempo [s]	Tipo de tarea	Observación
Recoger tubo armado de la estación de acabado y ajuste	1	-	6		Dos operarios
Transportar hasta estación nro. 7 de pruebas	1	6	5		Dos operarios
Limar asperezas y limallas	1	-	20		Dos operarios
Acoplar al banco de pruebas	1	-	12		Un operario
Esperar que se centre la barra	1	-	5		Un operario
Generar las pruebas	1	-	25		Dos operarios
Verificar coordenadas y tolerancias	1	-	21		Dos operarios
Centrado y corrección de elementos	1	-	19		Un operario

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

## Estudio de tiempos

“...es una técnica de medición del trabajo para registrar el tiempo y ritmo del trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas y para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea en un nivel de ejecución preestablecido...” (Prokopenko, J. 2010).

Posterior al análisis del proceso y movimientos, a continuación se genera el análisis de tiempos, inicialmente se muestra una tabla de registro de la empresa hasta el mes de agosto del 2018, haciendo énfasis a su producción mensual conforme las horas promedio diarias requeridas para ejecutar las operaciones y tareas en el ensamblaje de las barras T200.

**Tabla 29.** Registro de producción

Registros 2018		Tiempo promedio diario [hrs]	Producción mensual total
1	Enero	8,50	984
2	Febrero	8,00	980
3	Marzo	8,20	977
4	Abril	9,00	990
5	Mayo	8,00	980
6	Junio	8,30	988
7	Julio	9,00	984
8	Agosto	8,50	983
<b>(Σ)</b>		<b>67,50</b>	<b>7.866</b>

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Adicionalmente, para el presente estudio de tiempos en Metaltronic, se registra y mide las tareas que conforman el proceso de ensamblaje según los meses de Agosto a Junio de 2018 con el fin de calcular los tiempos específicos de cada sub proceso, dichos meses son seleccionados mediante el número total de días necesarios de las muestras por proceso antes calculadas.

Donde,

$$N_2 = 29 \text{ días} \times 7 \text{ tareas}$$

$$N_2 = 203 \text{ mediciones}$$

$$N_1 \text{ calculado} = 148 \text{ observaciones totales}$$

A continuación, se calcula el tamaño de tiempos por mes necesarios para formular las tablas de observaciones, se utiliza el método estadístico, buscando el número de consideraciones del ensamblaje de las barras T200 en Metaltronic:

**Fórmula 2.** Muestreo estadístico

$$n = \left( \frac{100 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: (Belchi, J. 2016).

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones

$100$  = Constante para un nivel de confianza de 90%

Se inicia el estudio con 8 muestras de tiempos mensuales, lo cual se desprende:

**Tabla 30.** Muestreo estadístico

Nro.	Tiempo (x)	Cuadrado (x <sup>2</sup> )
1	27,50	756,25
2	26,83	719,85
3	25,98	674,96
4	28,50	812,25
5	27,08	733,33
6	28,16	792,99
7	26,98	727,92
8	26,50	702,25
	$\Sigma x = 217,53$	$\Sigma x^2 = 5919,79$

**Fuente:** (Belchi, J. 2016).

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

$$n = \left( \frac{100\sqrt{8(5919,7) - 217,5^2}}{217,5} \right)^2$$

$$n = 8,22 \sim 8$$

En las medidas se presentan diferentes tiempos y se ejecutan dos días a la semana de manera aleatoria se inicio con 8 mediciones de las siete actividades previamente enunciadas, debido a que:

“...las observaciones preliminares en el cálculo del tiempo estándar deben mantener valores registrados de tablas entre valores de 7 a 10 tabulaciones...”  
(Niebel, B. 2009).

Al respecto,

**Fórmula 3.** Tiempo necesario

$$O = N \times e$$

Fuente: (Konz, S. y Johnson, S. 2010).

O = observaciones necesarias,

N = muestra, y

e = margen de error

$$O_{MAX} = 203 \times 0,05 = 10,1$$

$$O_{MIN} = 148 \times 0,05 = 7,4$$

Al respecto, dado que el número de observaciones preliminares totales es de 148 totales, se decide incrementar las mediciones a 203, es decir se selecciona 10 mensuales por tarea, como valor mayor, el criterio es extender el tamaño de las observaciones para calcular con una cantidad más amplia el tiempo estándar, eliminando errores y variaciones en las mediciones.

**Tabla 31.** Registro de tiempos mes de agosto

Fecha		Armado de brackets laterales	Armado de brackets radio	Armado de acople tablero	Sub ensamble principal	Sub ensamble final	Acabado y ajuste	Checking fixture
[m´]								
1	01/08/2018	27,5´	32,98´	30,31´	178,65´	61,35´	152,41´	92,6´
	03/08/2018	26,83´	33,95´	29,21´	180,38´	62,05´	148,98´	90,76´
2	06/08/2018	25,98´	33,33´	29,1´	175,98´	59,15´	150,6´	88,48´
	09/08/2018	28,5´	33,98´	28,55´	173,88´	58,98´	149,8´	91,36´
3	14/08/2018	27,08´	33,16´	27,98´	176,51´	60,55´	152,05´	88,93´
	17/08/2018	28,16´	33,96´	28,81´	180,48´	61,38´	150,76´	90,65´
4	21/08/2018	26,98´	33,33´	27,8´	182,41´	59,95´	148,65´	90,05´
	22/08/2018	26,5´	32,9´	30,1´	181,6´	60,6´	154,15´	91,15´
5	28/08/2018	27,83´	32,81´	28,25´	183,36´	61,05´	150,21´	92,35´
	31/08/2018	28,33´	33,5´	28,81´	180,75´	60,2´	149,78´	90,25´
<b>Promedio</b>		27,23´	33,02´	29,16´	179,26´	60,6´	150,81´	90,8´

Fuente: Metaltronic, 2018



**Tabla 32.** Registro de tiempos mes de julio

Fecha		Armado de brackets laterales	Armado de brackets radio	Armado de acople tablero	Sub ensamble principal	Sub ensamble final	Acabado y ajuste	Checking fixture
[m´]								
1	03/07/2018	30,25´	33,16´	28,83´	183,16´	57,98´	149,65´	88,6´
	05/07/2018	27,83´	34,32´	29,1´	180,43´	59,65´	150,38´	87,85´
2	09/07/2018	27,25´	32,83´	29,6´	179,42´	61,51´	147,65´	91,6´
	13/07/2018	26,91´	32,93´	30,25´	177,93´	62,4´	148,93´	90,38´
3	16/07/2018	25,98´	33,25´	27,93´	179,98´	60,39´	150,05´	89,65´
	17/07/2018	28,33´	33,55´	28,82´	180,43´	60,05´	150,98´	89,81´
4	24/07/2018	27,15´	33,35´	29,25´	181,44´	59,61´	150,38´	87,65´
	26/07/2018	28,33´	34,15´	28,81´	180,78´	60,48´	149,36´	91,6´
5	30/07/2018	27,16´	33,50´	28,5´	181,38´	59,65´	148,9´	90,38´
	31/07/2018	26,65´	32,78´	29,24´	180,75´	61,15´	150,6´	90,21´
<b>Promedio</b>		27,65´	33,35´	29,36´	180,56´	60,36´	149,76´	89,91´

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Tabla 33.** Registro de tiempos mes de junio

	Fecha	Armado de brackets laterales	Armado de brackets radio	Armado de acople tablero	Sub ensamble principal	Sub ensamble final	Acabado y ajuste	Checking fixture
	[m']							
1	01/06/2018	25,83´	33,25´	28,5´	181,25´	62,48´	153,65´	91,38´
2	04/06/2018	27,82´	31,98´	29,6´	180,33´	60,41´	150,78´	89,85´
	07/06/2018	23,42´	32,16´	30,35´	179,98´	58,51´	149,97´	90,2´
3	13/06/2018	25,98´	33,32´	28,93´	180,86´	59,98´	146,55´	91,36´
	15/06/2018	28,5´	31,98´	28,21´	183,25´	59,61´	149,86´	89,65´
4	19/06/2018	27,16´	33,08´	27,98´	182,93´	62,55´	152,65´	90,25´
	20/06/2018	25,49´	32,83´	28,95´	182,71´	60,81´	151,81´	90,76´
5	25/06/2018	27,93´	32,68´	30,15´	180,6´	60,05´	152,38´	88,64´
	28/06/2018	24,95´	33,88´	27,91´	179,71´	59,38´	150,21´	91,15´
	<b>Promedio</b>	26,34´	32,95´	29,18´	181,06´	60,35´	151,03´	90,28´

Fuente: Metaltronic, 2018

### Tiempos promedio

Es el promedio de los ciclos de una medición, es decir "...la suma total de ciclos para el total de mediciones mediante una técnica" (Pulido, 2010).

#### Fórmula 4. Tiempo promedio

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \times 100$$

Fuente: (Pulido, 2010).

**Tabla 34.** Registro de tiempos (Agosto - Junio)

Nro.	Tarea	Registro de tiempos en el período 2018 [m']				
		Agosto	Julio	Junio	Tiempo promedio	Porcentaje [%]
1	Armado de brackets laterales	27,23'	27,65'	26,34'	27,07'	4,78%
2	Armado de brackets radio	33,2'	33,35'	32,95'	33,17'	5,82%
3	Armado de acople tablero	29,16'	29,36'	29,18'	29,23'	5,11%
4	Sub ensamble principal	179,26'	180,56'	181,06'	180,29'	31,60%
5	Sub ensamble final	60,6'	60,15'	60,35'	60,36'	10,56%
6	Acabado y ajuste	150,81'	149,81'	151,03'	150,55'	26,34%
7	Checking fixture	90,8'	89,91'	90,28'	90,33'	15,79%
<b>Total [m']</b>					571,01'	100%

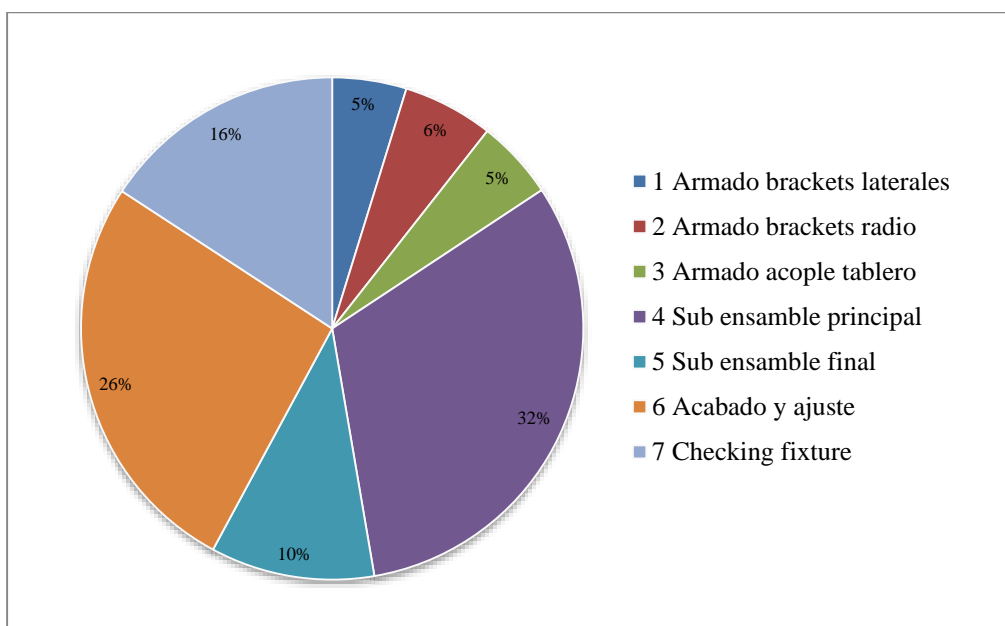
**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### Análisis de tarea más importante

Seguido se determina la tarea que tiene mayor incidencia dentro del proceso de ensamblaje de la barra T200, para esto se realiza un grafica de pastel mediante la tabulación de los tiempos precedente conforme los registros, con el fin de buscar la relación de acuerdo al tiempo total y representación de cada tarea.

A continuación se grafica las actividades haciendo énfasis a la relación porcentual con las actividades más importantes:



**Figura 17.** Actividades principales

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Al respecto, con base a los tiempos de producción por cada tarea de distribución de las actividades para un turno de trabajo, se establece que en Metaltronic inician las operaciones a las 7 am hasta las 4 pm.

Como referencia y análisis, adicionalmente se genera el siguiente cuadro de tiempos de cada actividad, además del detalle en segundos de cada unidad producida conociendo que se generan aproximadamente 48 unidades diarias:

**Tabla 35.** Resumen de tiempos

Nro.	Tarea	Tiempo [m'] Promedio	[m/u] 48 [u]
1	Armado de brackets laterales	27,07'	0,56
2	Armado de brackets radio	33,17'	0,69
3	Armado de acople tablero	29,23'	0,61
4	Sub ensamble principal	180,3'	3,76
5	Sub ensamble final	60,36'	1,26
6	Acabado y ajuste	150,55'	3,14
7	Checking fixture	90,33'	1,88
Total		571,01'	11,90

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Adicionalmente con los tiempos promedio calculados y tabulados mediante el registro, se inicia con la definición de varios indicadores como el tiempo básico, definición de suplementos y cálculo del tiempo estándar.

### **Tiempo básico**

"...tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos elementales de una tarea de trabajo". (Meyers, F. 2014).

**Fórmula 5. Tiempo básico**

$$T_B = T_p \times \text{Factor de valoración}$$

Fuente: (Meyers, F. 2014).

**Suplementos**

“...tiempos que se conceden con el objeto de compensar retrasos, demoras y elementos contingentes que se presentan, por lo común, el suplemento se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a  $1 + \text{suplemento}$ ” (Niebel, B. 2009).

**Fórmula 6. Suplementos**

$$S = T_b \times \text{Factor de suplemento (\%)}$$

Fuente: (Meyers, F. 2014).

**Tiempo estándar**

“...tiempo requerido para un operario promedio, calificado, y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio, para ejecutar la operación...” (Niebel, B. 2009).

**Fórmula 7. Tiempo estándar**

$$T_E = T_b + T_{\text{improductivo}} + S$$

Fuente: (Meyers, F. 2014).

**Tabla 36.** Cálculo de tiempos de suplementos por estación

TAREAS	Armado de brackets laterales	Armado de brackets radio	Armado de acople tablero	Sub ensamble principal	Sub ensamble final	Acabado y ajuste	Checking fixture
<b>A. Suplementos por descanso</b>							
Por necesidades personales	3	3	4	4	3	3	3
Por fatiga	4	4	4	4	4	4	4
<b>B. Suplementos variables</b>							
Trabajo de pie	2	1	1	1	1	1	1
Postura	2	0	2	1	2	1	2
Uso de fuerza	1	1	1	1	1	1	1
Iluminación	0	0	0	0	0	0	0
Monotonía	1	1	1	1	1	2	1
Concentración	1	1	2	1	1	2	2
Ruido	1	0	1	1	1	1	0
Suplemento Total (%TB)	15	11	16	14	14	15	14

**Fuente:** Meyers, F. 2014.

Como se muestra en la tabla precedente existen diversos porcentajes de suplementos según las tareas se registra que el de mayor rango es 16% adicional y el menor 11%.

Seguido el resumen tabulado de los suplementos que serán añadidos:

**Tabla 37.** Resumen de suplementos

Nro.	Tarea	S [%]
T1	Armado de brackets laterales	15
T2	Armado de brackets radio	11
T3	Armado de acople tablero	16
T4	Sub ensamble principal	14
T5	Sub ensamble final	14
T6	Acabado y ajuste	15
T7	Checking fixture	14

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

A continuación la tabulación final del suplemento y cálculo del tiempo estándar por tarea en referencia al promedio de tiempos mencionados, donde:

$T_p$  = Tiempo promedio;

$V_A$  = Valoración del trabajo;

$T_B$  = Tiempo básico;

$S$  = Suplemento;



TE = Tiempo estándar;

$$TE = TB + S.$$

**Tabla 38.** Cálculo de tiempos estándar

Tarea	Tp [m']	VA	T.B	S%	S [m]	T.E [m]
T1	0,56	100	0,56	15%	0,08	0,65
T2	0,69	100	0,69	11%	0,08	0,77
T3	0,61	100	0,61	16%	0,10	0,71
T4	3,76	100	3,76	14%	0,53	4,28
T5	1,26	100	1,26	14%	0,18	1,43
T6	3,14	100	3,14	15%	0,47	3,61
T7	1,88	100	1,88	14%	0,26	2,14

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### **Productividad**

Para generar el presente cálculo de la productividad, a continuación, se desarrollan dos indicadores referenciales, tanto la productividad mono factorial como la multifactorial, para lo cual de manera general se definen de la siguiente manera:

### **Fórmula 8.** Productividad

$$P = \frac{\text{Salidas (producto)}}{\text{Entradas (insumo)}}$$

Fuente: (Prokopenko, J. 2010).

Se inicia con la productividad mono factorial, que es el cálculo que considera un solo parámetro, en este caso se establece el peso de los productos elaborados versus el peso de los materiales ingresados para generar las barras T200.

### **Fórmula 9.** Productividad monofactorial

$$P_{\text{Monofactorial}} = \frac{\text{Salidas en un solo factor}}{\text{Entradas en un solo factor}}$$

Fuente: (Pulido, 2010).

$$P_{\text{Monofactorial}} = \frac{\text{Peso en barras terminadas}}{\text{Peso de producto utilizado}}$$

$$P_{\text{Monofactorial}} = \frac{984 \left[ \frac{\text{barras}}{\text{mes}} \right] \times 25 \text{ kg}}{984 \left[ \frac{\text{barras}}{\text{mes}} \right] \times 30 \text{ kg}}$$

$$P_{\text{Monofactorial}} = \frac{25 \text{ kg}}{30 \text{ kg}} \times 100$$

$$P_{\text{Monofactorial}} = 83,33 \%$$

Seguido se calcula la productividad multifactorial, es la que considera todos los gastos para generar el producto entre obreros, sueldos, materia prima y varios en referencia al costo de venta de cada unidad.

### **Fórmula 10.** Productividad multifactorial

$$P_{\text{Multifactorial}} = \frac{\text{Salidas con costo de venta}}{\text{Costos totales de entrada}}$$

Fuente: (Pulido, 2010).

$$P_{\text{Multifactorial}} = \frac{\text{Unidades promedio mes} \times \text{Costo venta}}{\text{Costo (Materia Prima + Mano de Obra + Fijo de operación)}}$$

Donde:

Unidades mensuales = 984

Costo de venta = 65 [USD]

Costo materia prima = unidades mensuales x costo de insumos

Costo de mano de obra = número de trabajadores x salario mensual promedio

Costo mano de obra promedio = mensual entre obreros, operadores de máquinas, líderes y supervisores

Costo mano de obra promedio = 420 [USD]

Costo de operación = 900 [USD]

**Tabla 39.** Costos fijos de operación

Costo fijo de operación	[USD/MES]
<b>Energía Eléctrica</b> (Consumo 4.616 [kw] * 0,091 \$/KW/h)	420
<b>Servicios básicos</b> (Agua + teléfono + servicios de internet + combustibles + impuestos)	480
<b>Total</b>	<b>\$900</b>

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Como se expone, existen varios criterios para la productividad multifactorial, a continuación se estructura su desarrollo e indicador en base a los costos que implican el ensamble de la barras T200:

$$P_{\text{Multifact}} = \frac{984 \left[ \frac{\text{U}}{\text{mes}} \right] \times 65 [\text{USD}]}{\left( 984 \left[ \frac{\text{barras}}{\text{mes}} \right] \times 40 [\text{USD}] \right) + (15 \text{ obr} \times 420 [\text{USD}]) + (900 [\text{USD}])}$$

$$P_{\text{Multifact}} = \frac{63960 [\text{USD}]}{39360 + 6300 + 900 [\text{USD}]}$$

$$P_{\text{Multifact}} = 1,37$$

### Interpretación

Como se muestra el valor de 1,37 es mayor que 1, representando que existen ganancias para la empresa, es decir se encuentra en un margen aceptable de trabajo según los parámetros expuestos de costos.

Además, por otra instancia de tabulación, dicho valor encontrado de productividad multifactorial, representa un indicador referencial de la relación entre salidas e ingresos para desarrollar el producto, por tal motivo a continuación, se procesa el valor en relación porcentual de comparación.

“...la productividad expresada como un indicador, es un número del cual se debe dividir por su relación agregada en un 25% adicional para generar un indicador medible...” (Krick, E. 2004).

$$\text{Si: } P_{\text{calculada}} = 1,37$$

$$\Delta: 1,37 \sim 100$$

$$\Delta: 1,37 \times 1,25 = 1,72 \sim 1,75$$

### Fórmula 11. Multifactorial porcentual

$$P_{\text{MULTIFACTORIAL}} [\%] = \frac{P_{\text{calculada}}}{P_{\text{calculada}} \times 25\%} \times 100$$

Fuente: (Krick, E. 2004).

$$P_{\text{MULTIFACTORIAL}} [\%] = \frac{1,37}{1,75} \times 100$$

$$P_{\text{MULTIFACTORIAL}} [\%] = 78,28\%$$

### **Interpretación**

Como se muestra la productividad es la medida de resultados divididos entre las entradas de manera adimensional considerando todos los ingresos, pero para generar una medida comparable se utiliza una relación porcentual de eficiencia.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Resumen y análisis de la situación actual del proceso

Mediante el desarrollo de curso gramas y el análisis de las actividades que conforman el ensamblaje de las barras T200 en Metaltronic, a continuación se presentan las tablas de resumen de las distancias y operaciones ejecutadas conforme el análisis del proceso:

**Tabla 40.** Resumen de las distancias recorridas por el material

Tarea	COD	Distancia [m]
Armado de brackets laterales	T1	10
Armado de brackets radio	T2	8
Armado de acople tablero	T3	12
Sub ensamble principal	T4	15
Sub ensamble final	T5	7
Acabado y ajuste	T6	5
Checking fixture	T7	6
<b>TOTAL</b>	8	63

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

**Tabla 41.** Resumen de métodos

Tarea	COD	Operación	Transporte	Inspecciones	Retrasos	Almacenamiento
Armado de brackets laterales	T1	5	1	0	1	0
Armado de brackets radio	T2	7	1	0	1	0
Armado de acople tablero	T3	6	1	0	0	0
Sub ensamble principal	T4	6	2	1	0	0
Sub ensamble final	T5	6	1	1	0	0
Acabado y ajuste	T6	5	2	0	0	0
Checking fixture	T7	3	2	2	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Dentro del estudio se establece el número de operaciones necesarias para evidenciar de manera técnica como se están desarrollando las tareas dentro del ensamblaje de la barra T200, las operaciones son alrededor de 38, 10 tareas de transporte, 4 inspecciones y 3 retrasos.

Se tiene distancias relevantes entre el traslado de accesorios, retiro de materia prima y mientras se ensamblan los diferentes componentes la distancia máxima es de 15 [m] y la mínima registrada de 5[m] debido a la distribución propia de la planta y estaciones de trabajo.

## Interpretación de Resultados

### Productividad

Se calcularon dos literales de productividad que a continuación se resumen sus valores:

**Tabla 42.** Valores comparativos de Productividad

Nro.	Ítems	Porcentaje calculado
1	P <sub>MONOFACTORIAL</sub>	83,33 %
2	P <sub>MULTIFACTORIAL</sub>	78,28 %

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Como se conoce la productividad es la medida de los resultados o productos dividido para las entradas considerando todos los ingresos ocupados en el proceso.

Al respecto, las medidas determinadas de la tabla 42, muestran una relación porcentual de productividad aceptable, donde el ítem multifactorial y monofactorial demuestran una relación comparativa alta para el caso de Metaltronic.



## Tiempos

**Tabla 43.** Tiempo estándar por estación

Nro.	Tarea	TE [min]	Número de operarios
1	Armado de brackets laterales	0,651	2 (100%)
2	Armado de brackets radio	0,776	2 (100%)
3	Armado de acople tablero	0,705	2 (100%)
4	Sub ensamble principal	4,275	2 (100%)
5	Sub ensamble final	1,425	3 (100%)
6	Acabado y ajuste	3,603	2 (100%)
7	Checking fixture	2,146	2 (100%)
<b>Total</b>		13,58	15 Operarios

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Para determinar el tiempo estándar para cada tarea se toma las muestras de tiempos en los meses antes expuestos y se registró cada uno hasta conceptualizar un promedio, posterior se valorizo cada tarea para determinar el suplemento necesario y finalmente se establece el tiempo estándar.

Conforme el análisis de las operaciones, movimientos y estudio de tiempos se determina que el tiempo estándar por cada barra T200 es de TE = 13,58 [min].

## **Cálculo de la capacidad de producción**

A continuación se determina la capacidad multifactorial conforme el total de operarios y tiempo estándar.

### **Fórmula 12.** Capacidad de producción

$$C_{\text{operario}} = \frac{\text{Número de operarios}}{\text{Tiempo estandar}}$$

Fuente: (Krick, E. 2004).

$$C_{\text{operario}} = \frac{15 \text{ Oper}}{13,58 [\text{min}]}$$

$$C_{\text{operario}} = 1,104 \frac{\text{Operario}}{\text{Barra T200}}$$

## **Componente ambiental**

El componente ambiental del proyecto se encuentra contemplado en el Estudio de Impacto Ambiental que tiene la empresa mediante su sistema de gestión integrada.

Al tratarse de operaciones de soldadura, unión y empernado metálico, existen desperdicios, al respecto Metaltronic cuenta con un gestor ambiental de desechos sólidos y otro tipo de desechos como orgánicos propios de las labores y alimentación del personal.

Se concluye que no existe ningún aspecto ni componente adicional ambiental que requiera análisis con este estudio técnico investigativo.

## **Contraste con otras investigaciones**

Para referenciar los datos relevantes encontrados a continuación se compara los hallazgos presentes con otros proyectos de tesis de características similares para analizar las diferencias.

- Altamirano, Diego Fernando en su trabajo de Ingeniero Industrial denominado “Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de pantalón

jean de hombre clásico y su incidencia en la productividad en la empresa Ambatextil de la ciudad de Ambato” de la Universidad Técnica Indoamerica. (2017).

- Jeréz, Daniel Santiago en su trabajo de Ingeniero Industrial denominado “Estudio del proceso de elaboración de helados a granel para incrementar la productividad de la empresa Corpicecream S.A. de la ciudad de Salcedo” de la Universidad Técnica Indoamerica. (2017).

**Tabla 44.** Hallazgos comparativos

Hallazgos	Cobos Bryan	Altamirano Diego	Jérez Daniel
C <sub>OPERARIO</sub> [Oper/min]	1,1	0,47	1,57
Unidades producidas diarias [u]	48	609	1050
Tiempo estándar [min]	13,58 [min]	33,67 [min]	461
Número de operaciones totales	38	59	32
Número de tareas	7	8	14
Número de operarios	15	16	14
Distancia recorrida del material	63 [m]	31 [m]	-
Tarea más importante [%]	32%	26%	30%

**Fuente:** Altamirano, D. (2017). Jeréz, D. (2017). Metaltronic. (2018).

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Como se muestra en la tabla anterior, la comparación de este estudio con otras investigaciones sobre el tema de tiempos, movimientos y productividad es similar debido a condiciones propias de las tareas, actividades y procesos para generar los diversos productos.

Al respecto, se exponen tiempos, operarios y tareas analizadas de forma similar.

En los resultados las dos investigaciones recomiendan ampliar los estudios de la planta verificando la distribución, generar planificaciones anuales usando estándares en los procesos de elaboración de los productos y demás acciones que busquen aumentar la productividad aprovechando de mejor manera los recursos de cada empresa.

### **Verificación de hipótesis**

Para la verificación de la hipótesis planteada al inicio del documento se procesan los datos recolectados y calculados, seguido se exponen las hipótesis a comprobar conforme los tiempos y producción:

- Hipótesis alterna (H1): Los tiempos y movimientos en el área de trabajo y ensamblaje tienen relación con la productividad de la empresa.
- Hipótesis nula (H0). Los tiempos y movimientos en el área de trabajo y ensamble NO tienen relación con la productividad de la empresa.

### **Coefficiente de correlación de Karl Pearson**

Dado dos variables, la correlación de Pearson estima el grado de relación existente con una medida que se relaciona, donde existen límites de entre +1 y -1 y su magnitud indica el grado de asociación entre las variables. (Magdiony, B. 2014).

Seguido la tabulación de las horas trabajadas promedio registradas por cada mes de la empresa, dicho promedio se tabula y procesa a tiempo estándar en minutos, para dicho cálculo se divide para el número de unidades de producción diario, agregado el 15% como suplemento promedio mensual.

**Tabla 45.** Registros mensuales del 2018

Meses 2018	Tiempos [hrs]	T <sub>BASE</sub> [hrs/u]	T <sub>PROMEDIO</sub> [min]	Te [min]
1	8,50	0,18	10,63	12,22
2	8,00	0,17	10,00	11,50
3	8,20	0,17	10,25	11,79
4	9,00	0,19	11,25	12,94
5	8,00	0,17	10,00	11,50
6	8,30	0,17	10,38	11,93
7	9,00	0,19	11,25	12,94
8	8,50	0,18	10,63	12,22
(Σ)	67,50	1,41	84,38	97,03

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

A continuación, se exponen los datos de tiempo estándar promedio mensual y producción como referente de la productividad, la información se basa en los registros de enero hasta agosto del año 2018 secuencialmente.

**Tabla 46.** Coeficiente de Karl Pearson

Registros 2018	Tiempo estándar [hrs]	Producción [U]	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
	X	Y			
1	12,22	984	149,33	968.256	12.024
2	11,50	980	132,25	960.400	11.270
3	11,79	977	139,00	954.529	11.519
4	12,94	990	167,44	980.100	12.811
5	11,50	980	132,25	960.400	11.270
6	11,93	988	142,32	976.144	11.787
7	12,94	984	167,44	968.256	12.733
8	12,22	983	149,33	966.289	12.012
(Σ)	97,03	7.866	1.179,37	7.734.374	95.426

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

Para el cálculo se utilizan las siguientes formulas:

Media marginal de X:

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{97,03}{8}$$

$$\bar{x} = 12,13$$

Media marginal de Y:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{7866}{8}$$

$$\bar{y} = 983,25$$

**Fórmula 13.** Desviaciones típicas

Desviación típica de X:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$$

Desviación típica de Y:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2}{N} - \bar{y}^2}$$

Covarianza:

$$S_{xy} = \frac{\sum xy}{N} - [\bar{x} * \bar{y}]$$

Fuente: (Kendall, M. 2016).

Seguido, con el cálculo de las desviaciones o varianzas, se aplica la siguiente fórmula para determinar el coeficiente de Pearson:

**Fórmula 14.** Coeficiente de Pearson

$$C_{PEARSON} = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y}$$

Fuente: (Kendall, M. 2016).

$$C_{\text{PEARSON}} = \frac{1,45}{0,53 * 4,02} = 0,68$$

Al respecto, con el uso de las formulas se genera la siguiente tabla:

**Tabla 47.** Valores tabulados de Karl Pearson

Medias		Varianzas		Covarianza	Factor de Pearson ( r )
$\bar{x}$	$\bar{y}$	$Sx$	$Sy$	$Sxy$	
12,13	983,25	0,53	4,02	1,45	0,68

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

### Regla de decisión

A continuación, se aplica la regla de decisión para contrastar la hipótesis, conforme el valor calculado de Karl Pearson con el fin de verificar la relación.

**Tabla 48.** Valores comparativos coeficiente de Pearson

Valor	Significado
<b>-0,4 a -0,99</b>	Correlación negativa alta
<b>-0,2 a -0,39</b>	Correlación negativa media
<b>-0,01 a -0,19</b>	Correlación negativa baja
<b>0</b>	Correlación nula
<b>0,01 a 0,19</b>	Correlación positiva baja
<b>0,2 a 0,39</b>	Correlación positiva media
<b>0,4 a 0,99</b>	Correlación positiva alta

**Fuente:** Siegel, S. & Castellan, N. 2015

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

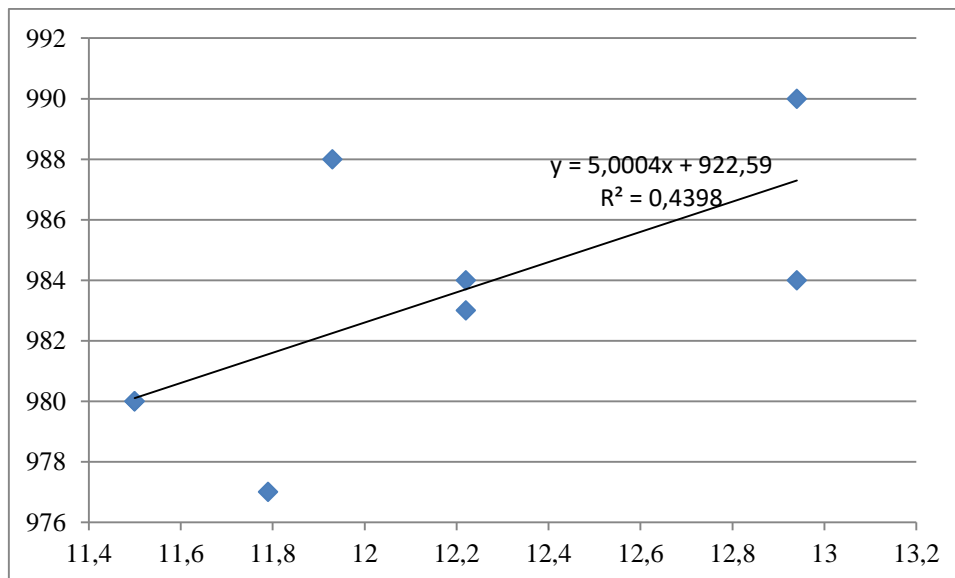


Como se muestra conforme la tabla de valores comparativos del coeficiente de Pearson, el indicador calculado de 0,7 corresponde a una correlación positiva alta entre las variables. Se comprueba la funcionalidad de la hipótesis alterna planteada y se acepta H1:

$$0,4 \leq 0,7 \leq 1$$

- Hipótesis alterna (H1): Los tiempos y movimientos en el área de trabajo y ensamblaje tienen relación con la productividad de la empresa.

A continuación se expone el grafico lineal de los puntos de X y Y.



**Figura 18.** Regresión lineal

**Fuente:** Metaltronic, 2018

**Elaborado por:** Bryan Cobos, 2018

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- Se analiza la situación actual del proceso de ensamble de la barra de tablero T200 conforme los tiempos de cada tarea y se verifican estaciones poco productivas y actividades lentas, se establece las tareas más representativas con sus tiempos: sub ensamble principal con 1,42 min, acabado y ajuste con 3,60 min y checking fixture (comprobador de componentes) con 2,14 minutos, dichas actividades son las que implican mayor tiempo de ejecución.
- El tiempo estándar del ensamble de la barra T200 calculado es de 13,58 minutos por cada unidad, tiempo tomado de la tabulación de 10 mediciones aleatorias mensuales por tarea ejecutada.
- La productividad multifactorial determinada en el proceso de ensamble de la barra de tablero T200 está en alrededor de 78,28%, relación de carácter intermedia alta entre los costos de ventas e insumos utilizados.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda generar correctivos en las estaciones menos improductivas debido a que representan la mayor cantidad de tiempo en sus tareas, para ello se podría incrementar estaciones u optimizar las actividades para no incurrir en gastos operacionales innecesarios.
- Se sugiere socializar los datos más importantes del proyecto técnico, como el tiempo estándar para que los obreros conozcan y puedan detectando áreas de mejora que generen un rediseño del proceso de ensamble de la barra T200.
- Se recomienda generar correctivos en los insumos ingresados al proceso para que la productividad mono factorial calculada de 83,33%, sea incrementada y perfectible, eliminando desperdicios en las estaciones.

## LITERATURA CITADA

1. Aeade. (2018). Estadísticas y cifras de mercado del sector autopartista. Quito, Ecuador.
2. Atauje, T. (2014). Universo, población y muestra. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/TomsCaldern/universo-poblacin-y-muestra>
3. Barbero, M. (2014). Gestión de la producción industrial. Barcelona, España: Editorial Masson.
4. Belchi, J. (2016). Propiedades métricas de un sistema productivo. Medición de tiempos y movimientos. Páginas 56-70.
5. Cangui, W. (2016). Trabajo de grado del título de Ingeniero Industrial. “Estudio de tiempos y movimientos para estandarizar el proceso productivo en el área de láminas prensadas de la empresa Induce del Ecuador” de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
6. Chapman, S. (2014). Planificación y control de la producción. México: Pearson Educación.
7. Ekos. (2018). Industria manufacturera de mayor aporte al PIB. Recuperado de: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=10182>
8. El Telégrafo. (2018). Las empresas autopartistas. Recuperado de: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/empresas-autopartistas-ecuador>
9. Gestipolis. (2017). Tiempos y movimientos. Recuperado de: <https://www.gestipolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
10. ISO 690. (2014). Manual para redactar citas bibliográficas. Recuperado de <http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2011/09/Norma-ISO-690.pdf>

11. Kendall, M. (2016). Coeficiente de concordancia de Kendall. Recuperado de [http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)
12. Krick, E. (2004). Ingeniería de Métodos. Limusa Noriega Editorial, México D.F. ISBN 968-18-0535-2
13. Konz, S. y Johnson, S. (2000). Work Design, 5a. ed. Scottsdale, AZ: Holcomb Hathaway, Inc.
14. Magdiony, B. (2014). Correlación de Karl Pearson y Ecuación Lineal. Recuperado de: [https://es.slideshare.net/magdiony\\_barceñas1979/coeficientes-de-correlacin-de-pearson-y-de-spermanxposicion](https://es.slideshare.net/magdiony_barceñas1979/coeficientes-de-correlacin-de-pearson-y-de-spermanxposicion)
15. Metaltronic. (2018). Visión, misión, productos, autopartes. Recuperado de: <http://www.metaltronic.com.ec/automotriz?lightbox=dataItem-j20qdv4w>
16. Ministerio de Industrias y Productividad. (2018). Registro y reglamento para actividades de ensamblaje. Recuperado de: <https://www.industrias.gob.ec/registro-de-ensambladoras/>
17. Mindmesiter. (2017). Población y muestra investigativa. Recuperado de: <https://www.mindmeister.com/es/963189960/metodolog-a-de-la-investigaci-n-en-turismo>
18. Meyers, F. (2014). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición. Editorial Prentice Hall.
19. Niebel, B. (2009). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. Editorial Alfa omega. Onceava Edición.
20. OIT. (2015). Medición del Trabajo, estudio de tiempo y movimientos de la Organización Internacional del Trabajo. Recuperado de: [http://www.cecma.com.ar/\\_\\_mm/biblioteca/estudio-del-trabajo-rev1-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf](http://www.cecma.com.ar/__mm/biblioteca/estudio-del-trabajo-rev1-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf)

21. Prokopenko, J. (2014). La gestión de la productividad. Producción manufacturera. Suiza: Ginebra. Pág.: 154-160. ISBN: 92-2-305901-1.
22. Pulido, H. (2010). Calidad total y productividad. Tercera Edición. México: McGraw-Hill. pág. 192.
23. Siegel, S. & Castellan, N. (2015). Estadística no paramétrica de las ciencias: Coeficiente de Pearson. México: Trillas.
24. Universidad Tecnológica Indoamérica. (2011). Líneas de investigación. Recuperado de: <http://www.uti.edu.ec/universidad/>
25. Yuqui, J. (2016). Trabajo de grado del título de Ingeniero en Administración Industrial. “Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss” de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Quito, 07 de marzo del 2019

## CERTIFICADO

Yo, Cristian Geovanny Celi Barba, con cédula de identidad N°. 1713576294, certifico a petición del Sr. Bryan Alexis Cobos Tapia. con cédula de ciudadanía N°. 1723627723, estudiante de la Universidad Tecnológica Indoamérica – UTI, Carrera de Ingeniería Industrial, realizó su trabajo de titulación bajo la modalidad de proyecto técnico con el tema: **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL ENSAMBLE DE LA BARRA DE TABLERO T200 DE LA EMPRESA METALTRONIC EN LA CIUDAD DE QUITO**

El estudio realizado es de alto impacto y de beneficio para la empresa en virtud de que contribuirá a disminuir los desperdicios y a mejorar la productividad de nuestro producto.

Se expide el presente certificado al interesado, para los fines que crea convenientes.

Atentamente,

  
Cristian Celi

JEFE DE RECURSOS HUMANOS

C.I. 1713576294

**Anexo nro. 2. Encuesta**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**FECHA:**

**ENTREVISTADOR: Bryan Cobos**

**INSTRUCCIONES:** Marque con una x la respuesta.

Favor generar el señalamiento de las respuestas de la manera más efectiva, con el mejor criterio técnico y en base a su experiencia dentro de las funciones diarias.

**ENCUESTA DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD**

Para tener un sustento de la fiabilidad de este estudio se procederá a realizar una encuesta.

1. ¿Se presentan demoras debido a una mala distribución de cargas de trabajo?

Opción	Respuesta
SI	
NO	

2. ¿Dónde se presentan las demoras en el trabajo?

- a) Armado brackets laterales    b) Armado brackets radio    c) Acople tablero  
d) Sub ensamble principal        e) Sub ensamble final        f) Acabado y ajuste  
g) Checking fixture

3. ¿La empresa dispone de estaciones, equipos y herramientas adecuadas para ensamblar y generar el proceso productivo de la barra de tablero T200?

Opción	Respuesta
SI	
NO	



4. ¿Las estaciones de armado principal, ensamble final y checking fixture tienen dificultades para laborar y cumplir la producción?

Opción	Respuesta
SI	
NO	

5. ¿El personal del área de producción conoce de manera específica cómo utilizar las estaciones, herramientas de trabajo y procedimientos de ensamble?

Opción	Respuesta
SI	
NO	

6. ¿Se tiene registros de la producción mensual y anual?

Opción	Respuesta
SI	
NO	

7. ¿Se planifica la producción mensual?

Opción	Respuesta
SI	
NO	

8. ¿Se encuentran establecidos los tiempos y movimientos en los procesos de ensamble?

Opción	Respuesta
SI	
NO	

Nota: Con este instrumento se recolecta la información concerniente a la Productividad, Tiempos y Producción de Metaltronic.

### Anexo nro. 3. Elementos de la barra T200

Armado de brackets laterales



Armado de brackets radio



### Armado de acople tablero



### Sub ensamble principal



### Sub final



### Acabado y ajuste



### Almacenaje

