



**Universidad Nacional de Córdoba**

Facultad de Ciencias Exactas,

Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



**Mejora de Productividad y Flexibilidad  
Productiva en Unidad de Montaje de Fiat  
Auto Argentina**

Autores:

AMUCHÁSTEGUI, Mariano Matrícula: 34.070.847

Tutor:

Ing. AVILA Julia

CÓRDOBA, Febrero 2015



## DEDICATORIA

A mis padres José Alfredo y Ethel,  
a mi hermano Octavio y a mi abuela Pierina



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por la educación y el apoyo incondicional que me ha brindado.

A mi novia, amigos y profesores.



## 1. RESUMEN

Actualmente, las diferentes industrias se encuentran en un proceso de mejora continua en pos de la eficiencia y de la satisfacción del cliente. La industria automotriz es una de ellas, y tanto en nuestro país como en el resto del mundo tienden a desarrollar sistemas de producción cada vez más eficientes, flexibles y con rápida capacidad de respuesta.

El presente proyecto integrador propone el desarrollo del estudio del trabajo en la unidad de montaje de una importante empresa automotriz con el fin de mejorar la productividad y la flexibilidad productiva de la misma.

Siguiendo la metodología del estudio del trabajo se parte de diferentes criterios y consideraciones para seleccionar el área de estudio, se registran todos aquellos hechos e información pertinente a la misma, y se estudian cuáles son las causas que generan problemas en la empresa.

En función de las causas identificadas se plantean diferentes alternativas para solucionarlas. Esta actividad se realiza por medio de la labor de un equipo de trabajo multidisciplinario, y mediante la utilización de diferentes herramientas se define la solución final.

Desarrollada la solución final se procede a su análisis aplicando herramientas del estudio de tiempos. Finalmente se realiza un balanceo de la línea productiva y se evalúan los resultados de la solución con el fin de determinar la eficiencia de la mejora.





## ABSTRACT

Nowadays, most industries are deeply involved in a continuous improvement process in search of higher efficiency and client satisfaction. The car industry is one of them and, both in our country and in the rest of the world, the tendency is to develop production systems more and more efficient, flexible and capable of rapid response.

This project proposes the development of the work study in the assembly unit of an important car manufacturing company, in order to improve its productivity and production flexibility.

In accordance with the work study, several criteria and considerations are used as a base to select the area of study, then all relevant facts and information are recorded and documented, and finally the causes that generate problems to the company are determined and studied.

Depending on the causes identified, different alternatives to solve them are proposed. This activity is performed by a multi-disciplinarian work team, and the final solution is defined using several tools.

After this final solution is developed, it is analyzed by means of time study tools. Finally the production line gets balanced and the results of the final solution are evaluated to determine the efficiency of the improvement.



## 2. INDICE

1. RESUMEN.....	4
2. INDICE.....	6
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. PLANTEO DEL PROBLEMA.....	11
4.1 Objetivos generales del trabajo.....	12
4.2 Objetivos específicos.....	12
4.3 Plan de trabajo y metodología .....	13
5. PRESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	14
5.1 Proceso de producción.....	15
5.2 Misión, visión y valores.....	16
6. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO.....	17
6.1 Productividad y flexibilidad productiva.....	17
6.1.1 Productividad.....	17
6.1.2 Flexibilidad productiva.....	18
6.2 Estudio del trabajo.....	20
7. Desarrollo.....	25
7.1 Seleccionar el trabajo o proceso que se ha de estudiar.....	25
7.1.1 Consideraciones económicas.....	25
7.1.2 Consideraciones técnicas o tecnológicas.....	26
7.1.3 Consideraciones humanas.....	31
7.1.4 Matriz de priorización.....	34
7.2 Registrar los datos relevantes acerca de la tarea o proceso.....	45



7.2.1 Lay out del área de estudio.....	46
7.2.2 Operaciones realizadas en cada puesto.....	47
7.2.3 Cursograma analítico del operario.....	53
7.2.4 Registros de características ergonómicas.....	68
7.2.5 Materiales o piezas utilizadas.....	79
7.2.6 Diagrama de recorrido.....	81
7.3 Examinar los hechos registrados e identificar las causas raíces.....	86
7.3.1 Los 5 por qué y diagrama de causa – efecto.....	88
7.3.2 Grafico de afinidad.....	92
7.4 Crear nuevos métodos.....	95
7.4.1 Generar ideas creativas como posibles soluciones.....	96
7.4.2 Organizar las ideas.....	99
7.4.2.a Refinar la lista de soluciones.....	99
7.4.2.b Descripción en impacto esperado.....	100
7.4.2.c Generar solución global.....	105
7.4.3 Seleccionar una solución.....	107
7.4.3.a Prueba de requisitos mínimos.....	107
7.4.3 b Evaluar el beneficio y esfuerzo necesario.....	108
7.4.4 Desarrollo de la solución.....	113
7.5 Evaluar los resultados de diferentes soluciones .....	126
7.5.1 Evaluación de resultados de mano de obra directa.....	127
7.5.1.1 Estudio de tiempos.....	129
7.5.1.2 Balanceo de línea.....	156
7.5.2 Evaluación de resultados de mano de obra indirecta.....	165
7.5.3 Resultados.....	169



8 CONCLUSIÓN.....	175
9 CONCLUSIONES PERSONALES.....	177
10 BIBLIOGRAFIA.....	178
11 RECURSOS WEB.....	179



### 3. INTRODUCCION

El primer automóvil con motor de combustión interna se atribuye a Karl Friedrich Benz en la ciudad de Mannheim en 1886 con el modelo Benz Wheeler o "Motorwagen". El 8 de octubre de 1908, Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje con el Ford modelo T. Ford aprovechó el empuje de la Revolución industrial y comenzó a fabricar el Modelo T, en serie. Esto era algo nunca antes visto ya que previamente todos los automóviles se fabricaban con un proceso artesanal que requería de mucho tiempo. La línea de ensamble de Ford le permitió fabricar los Modelo T durante casi veinte años, en los cuales produjo quince millones de ejemplares.

Las diferentes metodologías de concepción en la organización del trabajo jugaron un rol importante en la historia de la industria en general como en la Automotriz. Henry Ford propuso la división del trabajo, Taylor afirmaba que nadie más que el propio trabajador conocía mejor su tarea, Fayol promovió aumentar la eficiencia de la empresa a través de la forma y disposición de los órganos componentes de la organización (departamentos) y de sus relaciones estructurales.

Este proyecto integrador está enfocado en el sector automotriz, que durante la última década ha dado pasos agigantados en el mercado, buscando permanentemente la evolución hacia la mejora continua y la excelencia de sus productos para competir en el mercado. Para esto se hizo un enfoque en la metodología Japonesa, que tiende la perfección de la organización en todos sus aspectos, eliminando al mínimo sus desperdicios e implementando diferentes métodos y procesos para llegar a la excelencia. Como hilo conductor se aplica el método del estudio del trabajo buscando resultados de mejora de productividad y flexibilidad productiva.

Un mercado en continua revolución industrial productiva, hace que las empresas sientan la necesidad de volverse más flexibles frente a los cambios,



obligadas por la globalización de las tecnologías mundiales para producir y competir, llevando a innovación permanente para no decaer en lo obsoleto.

Fiat Auto Argentina, al igual que muchas otras terminales automotrices, cuenta con sistemas de producción flexible, y trabaja fuertemente para obtener un producto que cumpla con las expectativas del cliente. Sin embargo, la mayoría de las empresas cuentan con extra costos de producción generados por mano de obra e inconvenientes técnicos que deben ser resueltos para poder incrementar el mix productivo de manera eficiente.

Para lograr cumplir con los requerimientos de los clientes, las empresas deben ser capaces de adaptarse a una demanda variable, produciendo a bajo costo y asegurando el estándar de calidad del producto. Por ello, se selecciona la unidad de montaje de la planta de Fiat, y se desarrolla una metodología de trabajo que envuelve a las distintas áreas afectadas y se desarrollan las soluciones para aumentar la productividad y flexibilidad productiva de la empresa.



## 4. PLANTEO DEL PROBLEMA

La unidad operativa de montaje cuenta con una línea de producción concebida para el desarrollo del vehículo modelo Siena. Frente a la necesidad de abarcar una cuota de mercado más amplia, se incorporaron a la línea productiva los modelos Uno, Duna, y Palio. En 2001 debido a la crisis política y financiera argentina, la planta cesa totalmente su producción. Una vez finalizada la crisis, en el segundo semestre de 2007 se recupera la producción con la cuarta generación del Fiat Siena y Palio, posteriormente se introduce además el "Nuevo Palio" desarrollado sobre una nueva plataforma y con más de 16 versiones ofrecidas.

Al incorporar nuevos modelos, se produce un incremento de materiales o componentes que deben estar disponibles en la línea de producción para el desarrollo de todas las versiones ofrecidas.

Estos componentes se dispusieron al lado de línea en nuevas estanterías y contenedores provocando un aumento de las distancias que el operario debe recorrer para la búsqueda de material, generando un aumento de los tiempos ciclos de montaje y un consecuente aumento de la necesidad de mano de obra.

Esta problemática ha desencadenado además en pérdidas por ineficiencia de mano de obra indirecta, condiciones inseguras para el operador e incapacidad de reacción para competir a la hora de incorporar nuevos modelos.

Se tiene entonces la necesidad de buscar soluciones que ataquen a este problema, otorgando capacidad de responder a un mix productivo más amplio para satisfacer las necesidades del mercado, manteniendo los estándares de producción, y siendo competitivos a la hora de innovar con proyectos de mejora, respetando, cumpliendo y acompañando al creciente desafío de permanecer activos en la industria automotriz.



## 4.1 Objetivos generales del trabajo

Proponer una metodología de trabajo que permita aumentar la productividad y flexibilidad productiva de la unidad operativa de montaje mejorando los tiempos de las operaciones realizadas en la línea de producción, reorganizando los puestos de trabajo y redefiniendo los métodos de abastecimiento utilizados.

## 4.2 Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo general planteado anteriormente se trabaja en las siguientes actividades:

- Identificar y describir los problemas de la empresa tanto en la parte operativa como en las operaciones de apoyo.
- Identificar las causas que generan los problemas examinando de forma crítica.
- Plantear y analizar alternativas de mejora que ataquen las causas y solucionen los problemas.
- Seleccionar las soluciones que mejor se adapten a nuestro problema.
- Evaluar los resultados generados por la solución seleccionada.





### **4.3 Plan de trabajo y metodología:**

- 1) Seleccionar el área de estudio.
- 2) Relevar los datos y actividades realizadas en el área operativa y en las operaciones de apoyo.
- 3) Sistematizar los problemas en las diferentes áreas.
- 4) Identificar las causas raíces que generan el problema.
- 5) Analizar los métodos más prácticos, seleccionando el mejor procedimiento para cada operación.
- 6) Estudio y selección de la solución adecuada.
- 7) Evaluación de la solución seleccionada.

## 5. PRESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

El proyecto integrador se desarrollará en la planta industrial Fiat Auto Argentina S.A, una importante automotriz ubicada en el parque industrial Ferreyra, provincia de Córdoba.

Cuenta con un establecimiento de 820.000 m<sup>2</sup> donde se ubican tres unidades operativas: Chapistería, Pintura y Montaje <sup>(\*)</sup>, que forman la terminal automotriz. Además dentro del predio se encuentran las unidades productivas de cajas de cambio y de motores, la planta de tratamiento de aguas residuales y áreas de servicios de almacenamiento, mantenimiento, capacitación y desarrollo, y administración y compras, dejando cubierta una superficie de 276.000 m<sup>2</sup>.



<sup>(\*)</sup> Figura 5.1: Establecimiento Fiat Auto Argentina S.A.

Actualmente la empresa cuenta con una producción de 332 vehículos por turno, y los modelos producidos son: Siena FL4, Palio RST II y el nuevo Palio, destinando un 69% de la producción para exportación a Brasil, un 27% al mercado nacional, y un 4% a países emergentes.



Fiat, trabaja bajo el concepto de "fabrica integrada", lo que implica que en ella prácticamente todos trabajan con fuertes vínculos y no como compartimientos estancos. La estructura resulta en muchos niveles intermedios que permiten la transmisión de información de manera rápida y además aparecen en el proceso muchas figuras que trabajan transversalmente en la estructura, personas que sin tener directamente gente a cargo, trabajan con otras de distintas aéreas de la estructura.

En cuanto a la organización de la producción se puede decir que el centro de la fábrica integrada es la UTE (unidad tecnológica elemental). Ella gestiona los objetivos de calidad, productividad, servicio y costos de un segmento productivo. Por medio de la UTE se controlan factores fundamentales como producto/proceso, tecnologías de producción, recursos humanos, flujos de materiales y costos de transformación. El equipo de una UTE se compone de un responsable, de un tecnólogo y los conductores de procesos integrados (CPI) que tienen a su cargo a los operarios.

## **5.1 Proceso de producción**

El proceso comienza en la unidad de chapistería, donde a través de diferentes islas de trabajo se realizan actividades de soldadura en donde se arman subconjuntos o subgrupos. Estos subgrupos, son a grandes rasgos, el piso de la carrocería, los laterales y el techo, los cuales son ensamblados con las puertas, baúl y capot que también son preparados en unidades de trabajo donde unen las pieles de chapa con las estructuras de cada subconjunto. Todas estas actividades, son realizadas de forma manual, y luego, en una línea automatizada, diferentes robots son los encargados de unir el piso, los laterales y el techo, y completar los puntos de soldadura. Una vez teniendo esta parte de la carrocería se montan manualmente las partes móviles.



Terminado el proceso de la unidad de chapistería, la carrocería es trasladada a la unidad de pintura, donde es sometida a diferentes procesos químicos, como por ejemplo, lavado, fosfatizado y cataforesis, entre otros. También se le colocan selladores, y finalmente, pasan por una línea de esmalte donde son pintados y secados en hornos.

Al tener la carrocería pintada, se traslada a la unidad operativa de montaje, donde se comienzan a montar los distintos particulares con que cuenta el vehículo para obtener el producto final.

## **5.2 Misión, visión y valores**

Todas estas actividades persiguen la visión y la misión de la organización:

Visión: "Estar entre los principales Players del Mercado y ser referencia de excelencia en Productos y Servicios."

Misión: "Desarrollar, producir y comercializar Productos y Servicios que los Clientes prefieran comprar y tengan orgullo de poseer, garantizando la creación de valor y la rentabilidad del Negocio".

Para lograr las mismas, se trabaja siguiendo los valores de la empresa: "Respeto al medio ambiente, valorización y respeto a las personas, satisfacción al cliente y responsabilidad social."



## **6. MARCO TEORICO Y METODOLÓGICO**

### **6.1 Productividad y flexibilidad productiva**

Al tratarse de un proyecto que busca el desarrollo de una forma de trabajo para aumentar la productividad y flexibilidad productiva, se introducen estos conceptos recurriendo a los autores Rodriguez Combeller (1997), Rick Delbridge y James Lowe (1998).

#### **6.1.1 Productividad**

Productividad es definido por Rodriguez Combeller (1997) como una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados.

Para lograr mejorar la productividad en las empresas es importante tener en cuenta los siguientes factores:

- Definir métodos de trabajo que permitan reducir los tiempos y recursos necesarios para obtener el producto final, con su consecuente reducción de costos de producción persiguiendo los objetivos de la empresa.
- Incorporar la eficacia como concepto clave; es decir, el logro de los objetivos organizacionales. La eficacia difiere de la eficiencia en el sentido que la eficiencia hace referencia en la mejor utilización de los recursos, en tanto que la eficacia hace referencia en la capacidad para alcanzar un objetivo aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos. Pues de nada sirve la eficiencia por alta que ésta sea, si no se logra la misión de la empresa. La efectividad resulta precisamente cuando se suman la eficacia y la eficiencia, cuando se logran los objetivos deseados haciendo las cosas bien.



- Asegurar que la productividad tenga efectos positivos en el cliente, lo cual sólo se puede realizar a través del mejoramiento de la calidad de los productos y servicios, que no sólo satisfagan sus necesidades sino que superen sus expectativas.
- Establecer que la alta productividad implica el fomento del desarrollo de los trabajadores, lo cual significa atender la calidad de vida en el trabajo, desde una perspectiva integral y mucho más amplia, en donde el salario es suficiente y equitativo, la capacitación es en realidad formación personal, la tarea es enriquecedora y variada y, sobre todo, la dirección es justa, humana y respetuosa.
- Aceptar como parte de la productividad a la responsabilidad social de la empresa, lo cual dignifica, justifica y hace defendibles los esfuerzos de la superación de la gestión directiva, las prácticas éticas en los negocios, y la contribución económica que debe hacer la empresa a la sociedad en la cual está inserta.

### 6.1.2 Flexibilidad Productiva

Existen gran amplitud de definiciones y conceptos de flexibilidad productiva. Delbridge y Lowe (1998), definen algunos de ellos de la siguiente manera:

**Flexibilidad de gama:** este tipo de flexibilidad se basa en la capacidad de la planta para incorporar nuevos productos que permitan satisfacer mejor las nuevas necesidades y segmentos descubiertos en los mercados. Consideraremos que una empresa que está aumentando el número de nuevos productos que desarrolla, está ampliando su cartera de productos y está siendo más sensible y receptiva a los cambios de los mercados. Está mejor orientada al mercado y, por tanto, mejora su posicionamiento competitivo. La medición de esta definición se basa en las respuestas dadas a la siguiente pregunta: en



comparación con hace tres años, ¿cómo calificaría la situación de su establecimiento en cuanto a «*el número de nuevos productos desarrollados*»?

**Flexibilidad de velocidad:** Aquí consideramos que una introducción rápida de nuevos productos puede darle a la empresa una notable ventaja competitiva frente a la competencia. Aquellas organizaciones que necesitan menos tiempo desde que reconocen unas necesidades insuficientemente cubiertas hasta que lanzan un producto orientado a satisfacer esa necesidad nueva o mal cubierta demuestran una capacidad de gestión de sus procesos de innovación y comercialización de producto superior a la de sus competidores. Por eso, esta velocidad de respuesta al mercado, entendida como rapidez desde la concepción de un nuevo producto hasta su comercialización, la evaluamos a través del indicador tiempo de desarrollo de nuevos productos, y su medición se fundamenta en las respuestas dadas a la siguiente pregunta: en comparación con hace tres años, ¿cómo calificaría la situación de su establecimiento en cuanto a «*El tiempo de desarrollo de nuevos productos*»?

**Flexibilidad operativa:** se refiere en este caso a reconocer la capacidad de la empresa para responder internamente a la fabricación de los productos comprometidos. Tiene que ver con la capacidad de la organización para planificar, producir y controlar los procesos y productos comprometidos y requiere gestionar con eficacia los flujos de información y de materiales necesarios para la fabricación de sus productos.



## 6.2 Estudio del trabajo

El propósito del proyecto es proponer una metodología de trabajo que permita incrementar la productividad de la unidad operativa de montaje, acompañado de una mejora de la flexibilidad productiva. Para ello, se recurre al Estudio del Trabajo ya que es uno de los instrumentos más eficaces que ayudan a mejorar la productividad.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define al estudio del trabajo como un "examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando" (Kanawaty, 1996, 9). Por lo tanto, podemos decir que tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad.

George Kanawaty (1996) afirma que esta metodología da resultados porque es sistemática, tanto para investigar los problemas como para buscarles solución. Algunos aspectos de la naturaleza del estudio del trabajo y el motivo de su utilidad son:

- 1) Es un medio para aumentar la productividad de una fábrica mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones de equipo.

- 2) Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas, ya que se recogen todos los datos relacionados con la operación.





- 3) Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción.
- 4) Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuar las operaciones.
- 5) Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en forma mejorada.
- 6) Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes.
- 7) Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.
- 8) Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

El estudio del trabajo comprende varias técnicas. Según afirman Niebel y Freivalds (2009), las que dan como resultado incrementos en la productividad son: estudio de métodos, estándares de estudio de tiempos (también conocidos como medición del trabajo) y diseño del trabajo.

La OIT define al **Estudio de Métodos**, como un *“registro y examen crítico sistemáticos de modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”* (Kanawaty, 1996, 76). Es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios.

La **Medición del trabajo** es definida por la OIT como la *“aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución”*

*preestablecida*" (Kanawaty, 1996, 251). Sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta el trabajo productivo, por cualquier causa que sea.

Niebel y Freivalds (2009), definen que el **diseño del trabajo** manual se realiza a través del estudio de movimientos y los principios de la economía de movimientos. Los principios se clasifican en tres grupos básicos: 1) el uso del cuerpo humano; 2) arreglo y condiciones del lugar de trabajo; 3) diseño de herramientas y equipo. Los principios se basan en factores anatómicos, biomecánicos y fisiológicos del cuerpo humano. Éstos constituyen la base científica de la ergonomía y el diseño del trabajo.

*"El estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente vinculados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio, la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de manera mejorada, tal como ha sido determinada por el estudio de métodos".* (Kanawaty, 1996, 19). Vemos su relación en la figura 6.1:

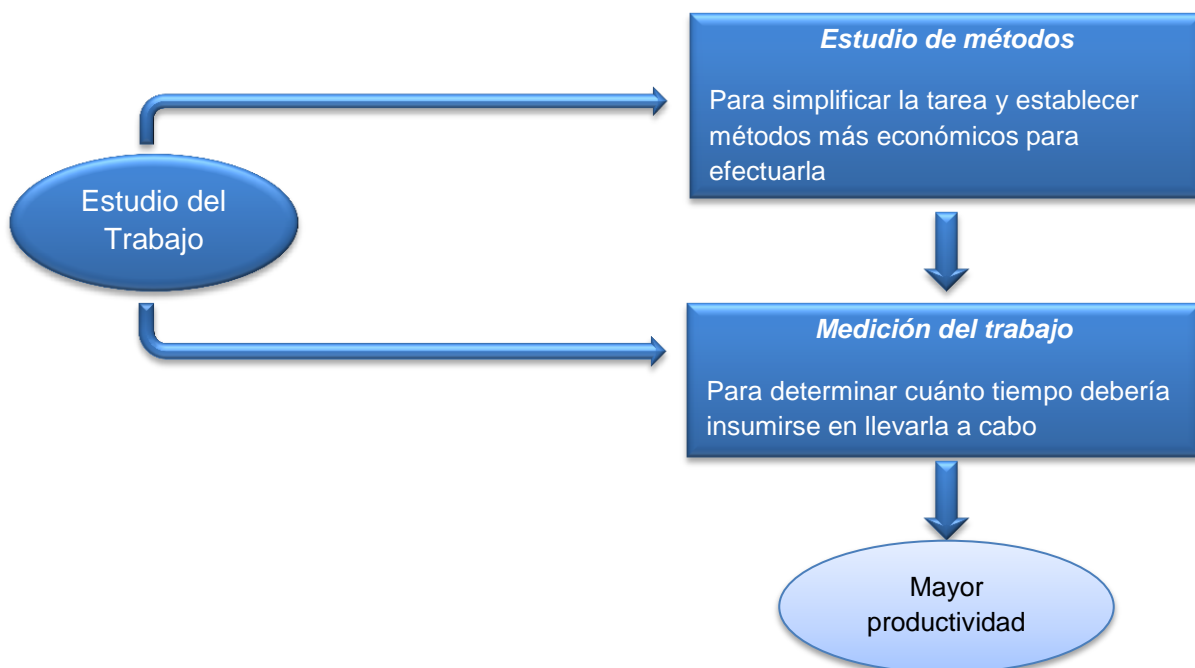


Figura 6.1: Relación entre el estudio de métodos y la medición del trabajo. Fuente: George Kanawaty, "Introducción al estudio del trabajo", Oficina internacional del trabajo, 1996, página 20.



Para el realizar un estudio del trabajo, se debe seguir el siguiente procedimiento básico:

- 1) Seleccionar el trabajo o proceso que se ha de estudiar.
- 2) Registrar o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
- 3) Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quien lo ejecuta; y los medios empleados.
- 4) Establecer el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas, cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
- 5) Evaluar los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
- 6) Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método a todas las personas a quienes concierne.
- 7) Implantar el nuevo método formando a las personas interesadas, como práctica general adoptada con el tiempo fijado.
- 8) Controlar la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

***Los últimos 3 pasos, escapan al alcance del proyecto ya que hacen referencia a la implementación del proyecto y su presentación a la dirección, y están fuera de los objetivos del proyecto integrador.***

A continuación se observa un esquema de los pasos a realizar



Figura 6.2: Pasos de proyecto.

## 7. DESARROLLO



### 7.1 Seleccionar el trabajo o proceso que se ha de estudiar.

El primer paso para el desarrollo del proyecto es la selección del área de estudio. Para llevar a cabo esta actividad es necesario tener en cuenta diferentes consideraciones que aseguren una correcta selección del proceso.

George Kanawaty (1996) establece que son tres los factores que deben ser analizados:

- Consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos.
- Consideraciones técnicas o tecnológicas.
- Consideraciones humanas.



### **7.1.1 Consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos.**

Es importante destacar que constituye una pérdida de tiempo y recursos comenzar una larga investigación si la importancia económica de un trabajo es reducida ya que se deben formar equipos multidisciplinarios y destinar tiempos de labor de profesionales y personal especializado, por ello, se procede a determinar cuáles son las áreas que cuentan con mayores pérdidas y por consiguiente, encarecen el costo de transformación del vehículo.

Para el desarrollo de esta actividad, recurro a Hajime Yamashina (2001), quien desarrolla un método denominado "Desdoblamiento de costos" con el fin de investigar la relación entre los factores de costos y los procesos que generan pérdidas y desperdicios que deben ser atacados y reducidos.

Esta metodología es utilizada en la empresa, y para su desarrollo se alimenta de información provista por las áreas de Finanzas, Mano de Obra, Ingeniería, Calidad, Mantenimiento, Medio Ambiente y Logística, la cual es analizada y tratada por un grupo de especialistas que obtienen como resultado un diagrama de Pareto de las distintas pérdidas que afectan al costo de producción.

La herramienta es utilizada desde el año 2009, y se desarrolla periódicamente de manera semestral.

El diagrama que se muestra a continuación refleja los porcentajes de las pérdidas en el costo de transformación de la unidad de montaje del 1er semestre del año 2014:

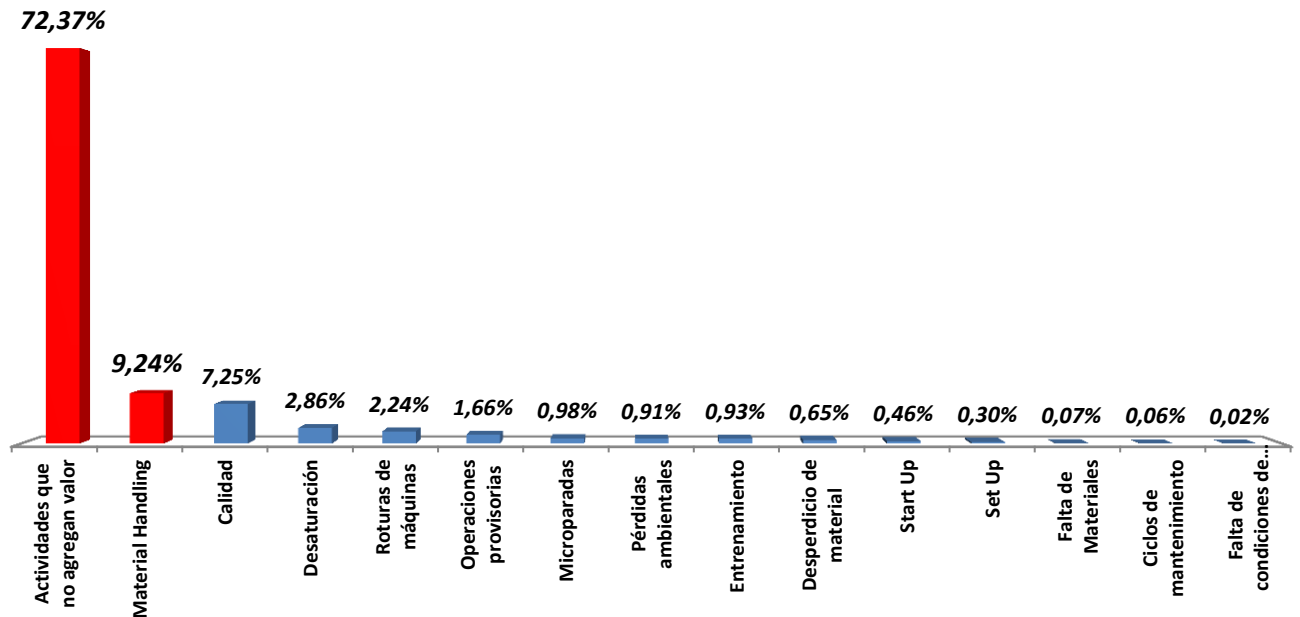


Gráfico 7.1: Porcentajes de las pérdidas en el costo de transformación de la unidad de montaje del 1er semestre del año 2014.

Las principales pérdidas que afectan a la unidad de montaje y representan más de un 80% de las pérdidas totales son: Actividades que No Agregan Valor (NVAA) y Pérdidas Logísticas de material handling (manipulación del material).

A continuación se detalla cada una de ellas:

#### 7.1.1. a Actividades que no agregan valor:

Las actividades que no agregan valor son aquellas que no adicionan valor al cliente en forma o en función del producto o servicio. Son actividades que aumentan el tiempo dedicado a un producto y que pueden ser reducidas o eliminadas sin bajar la cantidad, capacidad de respuesta o calidad de la salida requerida por el cliente o la organización. Entre ellas, podemos mencionar actividades como buscar, registrar, hablar, retirar, controlar, esperar, y caminar.



Para tener una idea clara de cuáles son las actividades que agregan y las que no agregan valor vamos a considerar un ejemplo de un operador que monta una rueda en un vehículo en la línea de producción:

- 1) Lee en la hoja de secuencia del vehículo el modelo del mismo para saber qué rueda debe montar.
- 2) Camina hasta el contenedor que se ubica detrás para buscar la rueda correspondiente.
- 3) Toma la rueda correspondiente y la posiciona en el vehículo.
- 4) Toma las herramientas y tuercas necesarias.
- 5) Apretar las tuercas de rueda.
- 6) Controla el torque de ajuste.

En este ejemplo, la única actividad que Agrega Valor es la número 5: Apretar las tuercas de rueda. El resto de las actividades no adicionan valor al cliente y son tareas que pueden ser eliminadas mediante la automatización de las mismas o rediseñadas para hacer un proceso más eficiente.

A partir de información provista por el área de análisis de mano de obra se puede observar la siguiente distribución de la perdida de NVAA en los distintos procesos de montaje correspondientes al primer semestre del año 2014:



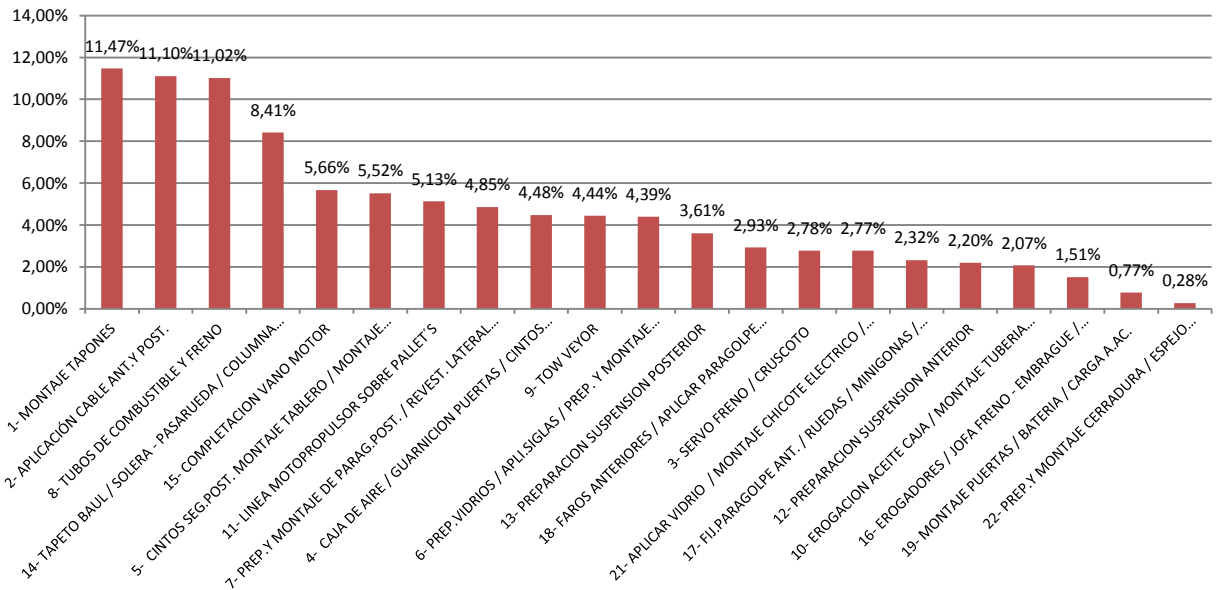


Gráfico 7.2: Distribución de la pérdida de NVAA en los distintos procesos de montaje. Primer semestre del 2014.

Vemos en el diagrama anterior que el mayor porcentaje de actividades que no agregan valor corresponden a los siguientes tramos:

- MONTAJE DE TAPONES.
- APLICACIÓN DE CABLE ANTERIOR Y POSTERIOR.
- TUBOS DE COMBUSTIBLE Y FRENO.

### 7.1.1.b – Manipulación de Material

La segunda pérdida más importante en la unidad de montaje que se refleja en el primer diagrama, es provocada por ineficiencias en la manipulación de material, tales como:

- Abastecimientos inadecuados de material a línea.
- Tiempos muertos de espera en los operadores logísticos.
- Circuitos de abastecimiento poco eficientes
- Pérdida de tiempo en búsqueda de material



Para identificar a qué área afecta esta pérdida, se recurre a la información provista por el departamento de Logística que nos facilita los resultados de los estudios realizados en la unidad de montaje durante el primer semestre del 2014:

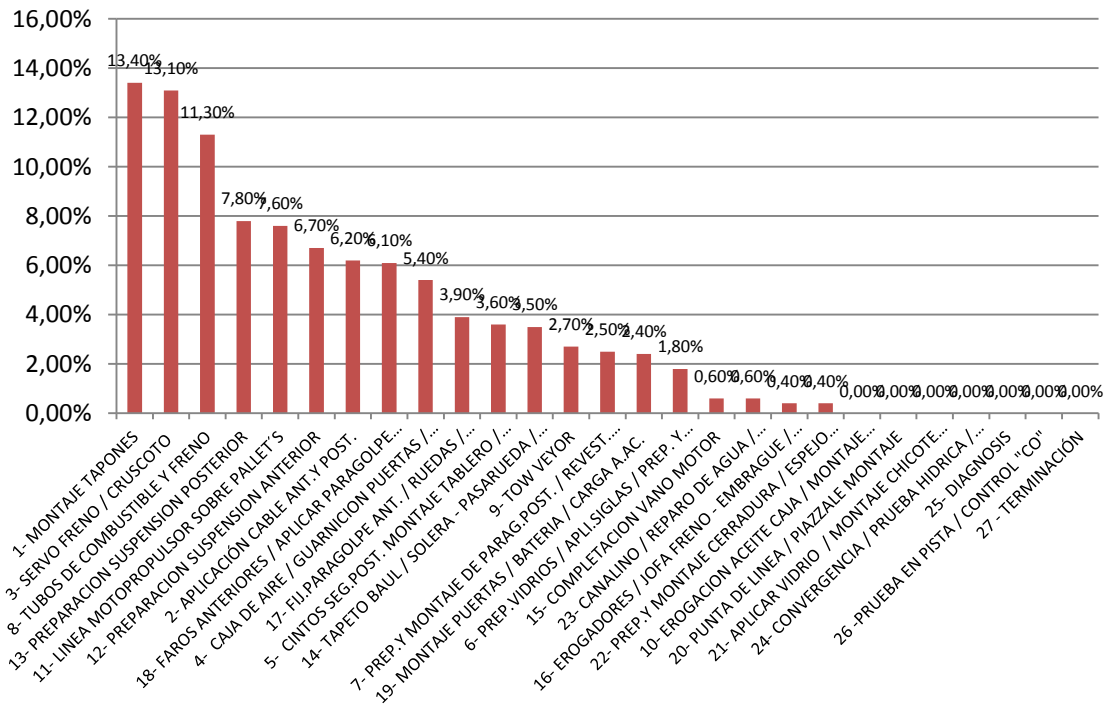


Gráfico 7.3: Porcentaje de pérdidas por ineficiencia de abastecimiento. Primer semestre del 2014.

Como se observa en el diagrama anterior, los tramos con mayor porcentaje de pérdidas por manipulación para abastecimiento del material son:

- MONTAJE DE TAPONES
- SERVOFRENO / CRUSCOTTO
- TUBOS DE COMBUSTIBLE Y FRENO.



### **7.1.2 Consideraciones técnicas o tecnológicas.**

Respecto a las *Consideraciones tecnológicas*, los equipamientos con que cuenta la empresa poseen flexibilidad para adaptarse a la producción de nuevos modelos, sin embargo, un punto importante a considerar, es el espacio disponible al lado de la línea de producción, ya que en determinadas zonas el espacio es insuficiente para el volumen y mix productivo actual, lo que genera acumulación de material en las rutas de abastecimiento y limita la posibilidad de incorporar nuevos modelos de vehículos a la línea productiva.

A partir de la experiencia y conocimiento de especialistas en logística y producción, se determinan las 3 áreas más críticas o de mayor dificultad para la incorporación de material de nuevos modelos teniendo en cuenta aspectos como: *espacio disponible, espacio actual ocupado, volumen de las piezas a incorporar, disponibilidad de espacio en estanterías y piezas de uso común entre distintas versiones.*

Estas son:

- MONTAJE TAPONES
- TUBOS DE COMBUSTIBLE Y FRENO
- TOW VEYOR

### **7.1.3 Consideraciones humanas**

En lo que respecta a las *Consideraciones humanas*, se deben tener en cuenta aquellas actividades que causan la insatisfacción de los trabajadores y pueden provocar fatiga y monotonía. Para ser objetivos en este análisis se toma como parámetro a los estándares ergonómicos, y se consigna la información de las fichas de control ergonómico del puesto de trabajo, desarrolladas por Hajime Yamashina, (2001).

Estas fichas, se realizan para cada uno de los puestos, teniendo en cuenta los movimientos y posturas adoptadas por los operarios en cada una de sus actividades.

Para su elaboración, se toma el elemento de la operación y se evalúa sobre que factor ergonómico incide y asignando una puntuación del 0 al 2 en función del estándar preestablecido visto a continuación:

<b>Angulo de Flexión de Cintura/Espalda</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 30°   15° - 30°   0° - 15° 			<b>Rotación de Cintura/Espalda (pies fijos)</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 45°   Más de 15° y hasta 45°   0° - 15° 			<b>Altura de los Brazos Durante el Trabajo</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Por encima de los hombros   46° - 90°   0° - 45° 		
<b>Angulo de Flexión y Estiramiento de Rodillas</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 60°   30° - 60°   0° - 30° 			<b>Ángulo de Rotación de Muñecas</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 180°   90° - 180°   0° - 90° 			<b>Forma y agarre de la carga</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Difícil de Manejar. Prestar Atención   Puede ser levantada Estirando un brazo.   Fácil de manipular sin peso 		
<b>Movimientos acompañados con los pies</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 90°   Mas de 45° y hasta 90°   0° - 45° 			<b>Caminar ( Pazos realizados)</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 10   De 5 a 9   De 0 a 4 			<b>Levantamiento de Cargas</b> Nivel 2   Nivel 1   Nivel 0 Mas de 5 Kg.   De 3 a 5 Kg.   De 0 a 3 Kg. 		

Figura 7.1: Estándares de ergonomía. Fuente: Pilar Workplace Organization, World Class Manufacturing (Hajime Yamashina, 2001).

Se considera nivel 2 grave, nivel 1 moderado y al nivel 0 leve. La suma de todos los valores dará como resultado el nivel de riesgo de la operación.

Para identificar los tramos de trabajos más críticos desde el punto de vista de este análisis, vemos un resumen de los promedios de nivel de riesgo ergonómico de los operarios para cada tramo, por ejemplo, si en el tramo 1 hay 5 operarios, se registran valores y se determina el resultado promedio para determinar el nivel de riesgo.



Operario	Nivel de Riesgo
Operario 1	20
Operario 2	21
Operario 3	24
Operario 4	35
Operario 5	14
<b>Promedio</b>	<b>22.8</b>

Tabla 7.1: Ejemplo de promedio de nivel de riesgo. Fuente: Elaboración propia

Vemos a continuación un diagrama con los promedios de nivel de riesgo ergonómico para los distintos tramos:

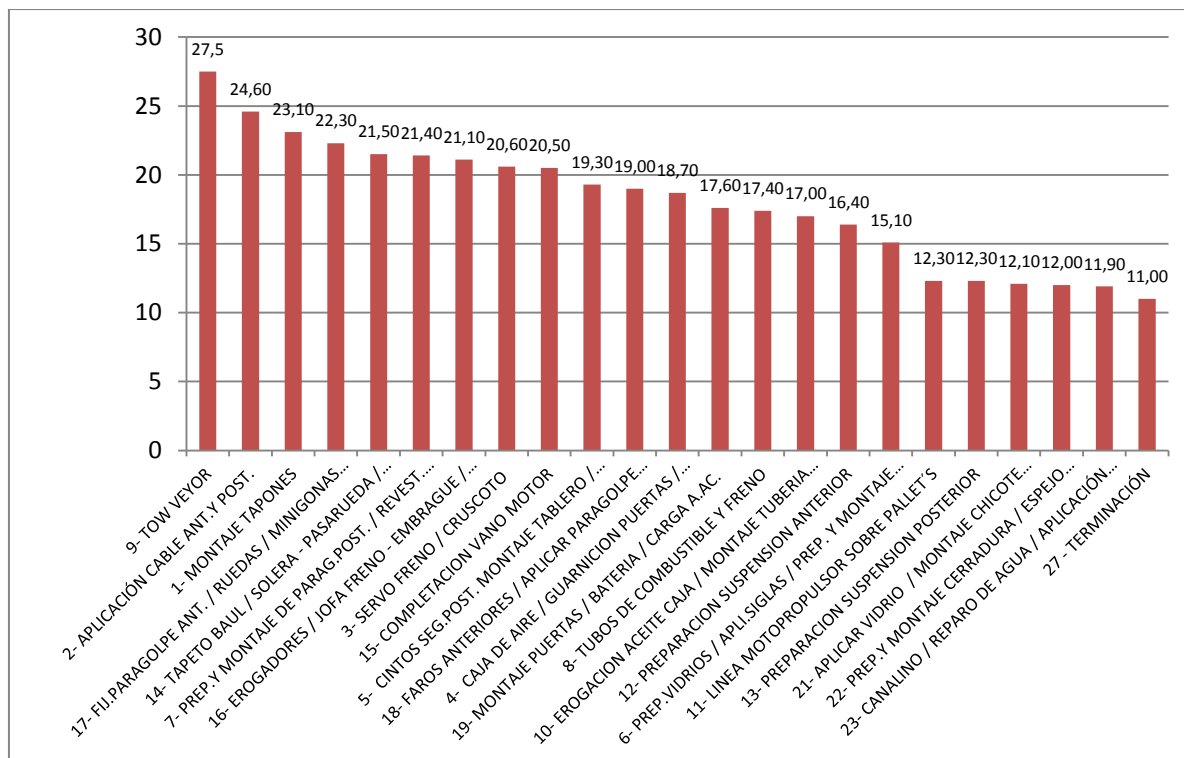


Grafico 7.4: Nivel de riesgo ergonómico en los tramos de la unidad de montaje. Primer semestre del 2014.

Los tramos con nivel de riesgo más alto son los siguientes:

- TOW VEYOR.
- APLICACIÓN DE CABLE ANTERIOR Y POSTERIOR
- MONTAJE DE TAPONES.

#### 7.1.4 Matriz de Priorización

Una vez que se identifican las áreas más críticas según las consideraciones recomendadas, se debe analizar cuál de todas ellas, es la que posee mayores problemas. Para ello, recorro al autor Holmes (2006), quien propone el uso de la matriz de priorización.



Figura 7.2: Lógica de matriz de priorización. Fuente: Elaboración propia.



La matriz de priorización es una herramienta que permite seleccionar entre diferentes alternativas, basándose en la ponderación y aplicación de criterios.

La aplicación de la matriz de priorización conlleva un paso previo de determinación de las opciones sobre las que hay que decidir, así como de identificación de criterios y de valoración del peso o ponderación que cada uno de ellos tendrá en la toma de decisiones.

Los pasos a seguir para el desarrollo de la herramienta son:

1. Definir el objetivo.
2. Identificar las opciones.
3. Elaborar los criterios de decisión.
4. Ponderar los criterios.
5. Comparar las opciones.
6. Seleccionar la mejor opción.

A continuación su desarrollo:

### **1ro: Definir el objetivo.**

Seleccionar el tramo de la línea de montaje que tiene deficiencias productivas, perdidas logísticas, malas condiciones ergonómicas y es menos flexible a la adopción de nuevos modelos.

### **2do: Identificar las opciones.**

Las opciones serán seleccionadas en función de las consideraciones económicas, técnicas y humanas detalladas anteriormente.

Recordamos:



## **Consideraciones económicas**

Áreas con mayor pérdida NVAA:

- MONTAJE TAPONES.
- APLICACIÓN CABLE ANT.Y POST.
- TUBOS DE COMBUSTIBLE Y FRENO.

Áreas con mayores pérdidas por manipulación de material:

- MONTAJE TAPONES
- SERVOFRENO / CRUSCOTTO
- TUBOS DE COMBUSTIBLE Y FRENO.

## **Consideraciones técnicas:**

Áreas con incapacidad de incremento de materiales:

- MONTAJE TAPONES
- TUBOS DE COMBUSTIBLE Y FRENO
- TOW VEYOR

## **Consideraciones humanas:**

Áreas de mayor riesgo ergonómico.

- TOW VEYOR.
- APLICACIÓN CABLE ANT. POST.
- MONTAJE TAPONES.





En función de las consideraciones anteriores, vemos que las áreas en con distintos problemas son:

- Montaje Tapones.
- Aplicación cable anterior y posterior.
- Tubo de combustible y freno.
- Tow Veyor.
- Servofreno y cruscotto.

### **3ro: Elaborar los criterios de decisión.**

Los criterios de decisión son definidos en función de la problemática que se está atacando:

*Baja flexibilidad productiva:* Incapacidad de la línea de responder ante la necesidad de producción de un mix productivo más amplio.

*Altas pérdidas de mano de obra:* Actividades que no agregan valor que conllevan a pérdidas de productividad.

*Condiciones anti ergonómicas:* condiciones y posturas que no favorecen al operador, generando fatiga, pérdidas de concentración y por consiguiente, ineficiencia productiva.

*Abastecimiento ineficiente:* el método con el que se aprovisiona de material productivo a ese tramo no es óptimo, generando pérdidas logísticas que se reducen a un aumento innecesario del costo de transformación.



#### 4to: Ponderar los criterios.

Mediante una matriz tipo-L se ponderan los distintos criterios, confrontándolos con los demás. Para ello, se toma un criterio y se asigna un peso en relación al resto en función de la discusión de expertos en los temas a tratar. La matriz se completa comenzando con el criterio de la primera fila, avanzando de izquierda a derecha en las columnas. Los valores utilizados son:

0,33: Mucho menor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

0,5: Menor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

1: Igual peso o importancia del criterio respecto al comparado.

2: Mayor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

3: Mucho mayor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

	Baja flexibilidad operativa	Altas pérdidas de Mano de Obra	Condiciones anti ergonómicas	Abastecimiento ineficiente	TOTAL	PONDERACIÓN DEL CRITERIO
Baja flexibilidad operativa		1,00	1,00	2,00	4,00	0,28
Altas pérdidas de Mano de Obra	1,00		2,00	3,00	6,00	0,42
Condiciones anti ergonómicas	1,00	0,50		1,00	2,50	0,17
Abastecimiento ineficiente	0,50	0,33	1,00		1,83	0,13
TOTALES	2,50	1,83	4,00	6,00	14,33	1,00

Tabla 7.2: Ponderación de criterios. Fuente: Elaboración propia



## 5to: Comparar las opciones

Se comparan todas las opciones entre sí en función de cada uno de los criterios. Se crean para ello tantas matrices tipo-L como criterios se han definido, estableciendo las comparaciones de las opciones a analizar en cada uno de los criterios.

Para asignar el peso de cada área con respecto a las demás se siguen los criterios utilizados anteriormente:

0,33: Mucho menor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

0,5: Menor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

1: Igual peso o importancia del criterio respecto al comparado.

2: Mayor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

3: Mucho mayor peso o importancia del criterio respecto al comparado.

Para definir si tiene mayor o menor peso de manera objetiva, se utiliza la información consignada en la etapa de registro de datos y se la relaciona con cada criterio. Podemos observar dicha relación en la tabla 7.3:

Criterio	Información utilizada
<b>Altas pérdidas de mano de obra</b>	Porcentaje de pérdidas por NVAA en cada tramo
<b>Abastecimiento ineficiente</b>	Pérdidas por ineficiencia de abastecimiento
<b>Baja Flexibilidad Operativa</b>	Áreas con dificultades técnicas
<b>Condiciones anti ergonómicas</b>	Nivel de riesgo ergonómico

Tabla 7.3: Criterios de comparación. Fuente: Elaboración propia



Se procede a continuación a comparar las opciones:

Baja flexibilidad operativa	Tubos de combustible y freno / Tanque comb.	Montaje Tapones	Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	Tow Veyor	Servofreno y cruscotto	TOTAL	CALIFICACIÓN DE OPCIÓN
Tubos de combustible y freno / Tanque comb.		1,00	0,33	2,00	2,00	5,33	0,20
Montaje Tapones	1,00		2,00	3,00	3,00	9,00	0,33
Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	3,00	0,50		2,00	2,00	7,50	0,28
Tow Veyor	0,50	0,33	0,50		2,00	3,33	0,12
Servofreno y cruscotto	0,50	0,33	0,50	0,50		1,83	0,07
TOTALES	5,00	2,16	3,33	7,50	9,00	26,99	1,00

Tabla 7.4: Comparación de opciones. Criterio: baja flexibilidad productiva

Fuente: Elaboración propia

Altas pérdidas de Mano de Obra	Tubos de combustible y freno / Tanque comb.	Montaje Tapones	Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	Tow Veyor	Servofreno y cruscotto	TOTAL	CALIFICACIÓN DE OPCIÓN
Tubos de combustible y freno / Tanque comb.		0,50	0,50	2,00	2,00	5,00	0,19
Montaje Tapones	2,00		2,00	3,00	3,00	10,00	0,37
Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	2,00	0,50		2,00	3,00	7,50	0,28
Tow Veyor	0,50	0,33	0,50		2,00	3,33	0,12
Servofreno y cruscotto	0,50	0,33	0,33	0,50		1,66	0,06
TOTALES	5,00	1,66	3,33	7,50	10,00	27,49	1,02

Tabla 7.5: Comparación de opciones. Criterio: Altas pérdidas de mano de obra.

Fuente: Elaboración propia



Condiciones antiergonómicas	Tubos de combustible y freno / Tanque comb.	Montaje Tapones	Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	Tow Veyor	Servofreno y cruscotto	TOTAL	CALIFICACIÓN DE OPCIÓN
Tubos de combustible y freno / Tanque comb.		2,00	2,00	3,00	3,00	10,00	0,37
Montaje Tapones	0,50		2,00	3,00	3,00	8,50	0,31
Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	0,50	0,50		3,00	2,00	6,00	0,22
Tow Veyor	0,33	0,33	0,33		0,50	1,49	0,06
Servofreno y cruscotto	0,33	0,33	0,50	2,00		3,16	0,12
<b>TOTALES</b>	<b>1,66</b>	<b>3,16</b>	<b>4,83</b>	<b>11,00</b>	<b>8,50</b>	<b>29,15</b>	<b>1,08</b>

Tabla 7.6: Comparación de opciones. Criterio: Condiciones antiergonómicas.

Fuente: Elaboración propia

Abastecimiento Ineficiente	Tubos de combustible y freno / Tanque comb.	Montaje Tapones	Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	Tow Veyor	Servofreno y cruscotto	TOTAL	CALIFICACIÓN DE OPCIÓN
Tubos de combustible y freno / Tanque comb.		0,33	2,00	3,00	0,50	5,83	0,22
Montaje Tapones	2,00		3,00	3,00	2,00	10,00	0,37
Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	0,50	0,33		2,00	0,33	3,16	0,12
Tow Veyor	0,33	0,33	0,50		0,33	1,49	0,06
Servofreno y cruscotto	2,00	0,50	3,00	3,00		8,50	0,31
<b>TOTALES</b>	<b>4,83</b>	<b>1,49</b>	<b>8,50</b>	<b>11,00</b>	<b>3,16</b>	<b>28,98</b>	<b>1,07</b>

Tabla 7.7 Comparación de opciones. Criterio: Abastecimiento ineficiente.

Fuente: Elaboración propia



## 6to: Seleccionar la mejor opción

Se utiliza una matriz tipo-L en la que se compara cada opción sobre la base de la combinación de criterios. En esta matriz resumen se sitúan los criterios en el eje vertical y las opciones en horizontal.

Para cada celda de la matriz de priorización se multiplica el valor obtenido de "ponderación del criterio" (para cada criterio) por el valor de "calificación de la opción" (para cada opción).

Podemos observar en la tabla 7.8 cómo califica cada opción:

	Tubos de combustible y freno / Tanque comb.	Montaje Tapones	Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	Tow Veyor	Servofreno y cruscotto	TOTAL
Baja flexibilidad operativa	0,20	0,33	0,28	0,12	0,07	1,00
Altas pérdidas de Mano de Obra	0,19	0,37	0,28	0,12	0,06	1,02
Condiciones anti ergonómicas	0,14	0,31	0,10	0,37	0,08	1,01
Abastecimiento ineficiente	0,22	0,37	0,12	0,06	0,31	1,07
TOTALES	0,74	1,39	0,78	0,67	0,52	4,10

Tabla 7.8: Calificación de la opción. Fuente: Elaboración propia

Ahora ponderamos con los criterios, para ello, tomamos el valor de Ponderación del criterio explicada en el paso 4, y lo multiplicamos en las filas correspondientes a ese criterio de la matriz anterior:

	Tubos de combustible y freno / Tanque comb.	Montaje Tapones	Marcatura de Chasis / Aplicación cable ant y post.	Tow Veyor	Servofreno y cruscotto
Baja flexibilidad operativa	0,06	0,09	0,08	0,03	0,02
Altas pérdidas de Mano de Obra	0,08	0,16	0,12	0,05	0,03
Condiciones anti ergonómicas	0,02	0,05	0,02	0,06	0,01
Abastecimiento ineficiente	0,03	0,05	0,01	0,01	0,04
<b>TOTALES</b>	<b>18,50%</b>	<b>35,05%</b>	<b>22,72%</b>	<b>15,78%</b>	<b>9,89%</b>

Tabla 7.9: Ponderación criterios. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se representan los valores obtenidos en un diagrama de Pareto:

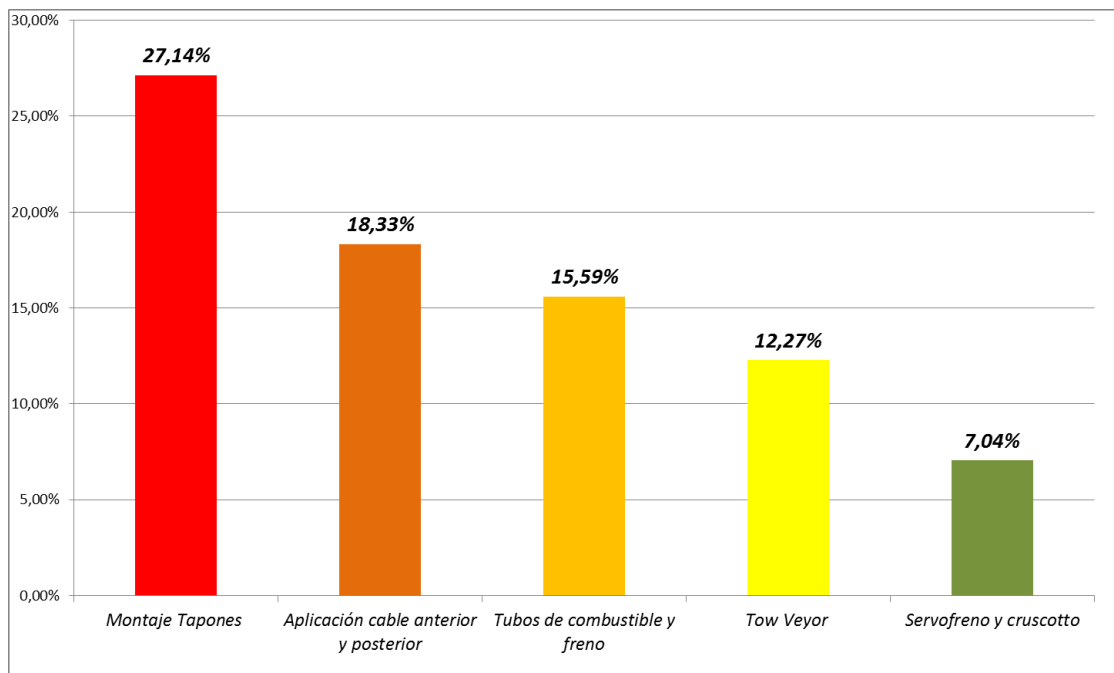


Gráfico 7.5: Resultados de matriz de priorización. Fuente: Elaboración propia.

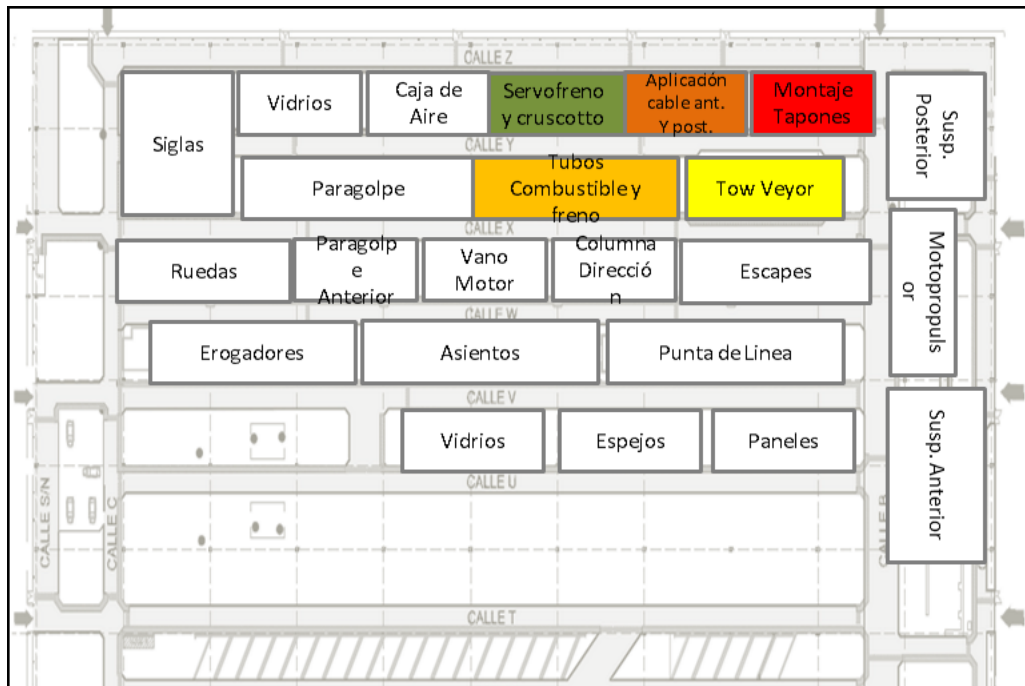


Figura 7.3: Resultados de matriz de priorización. Fuente: Elaboración propia.

Definida la última matriz, y ordenando los datos en un diagrama de Pareto, vemos que el área con mayores problemas es el de montaje de tapones, seguida por aplicación de cables anterior y posterior, por lo que estas dos son las áreas seleccionadas para trabajar.



## 7.2 Registrar o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso.



Seleccionada el área de estudio, se procede con el relevamiento de datos. Para ello, se recurre al autor George Kanawaty (1996), quien recomienda que el mismo se realice en 2 etapas: primero, un croquis o un gráfico rudimentarios para determinar si los datos reunidos son útiles; después un diagrama o un gráfico más elaborados y precisos, que sirven para realizar un análisis más detallado de las distintas operaciones.

Para centrarnos en el eje de qué tipo de información es necesaria relevar para evitar invertir tiempo en recolectar datos que no sean útiles, partimos de los problemas principales por los cuales fue seleccionada el área (baja flexibilidad

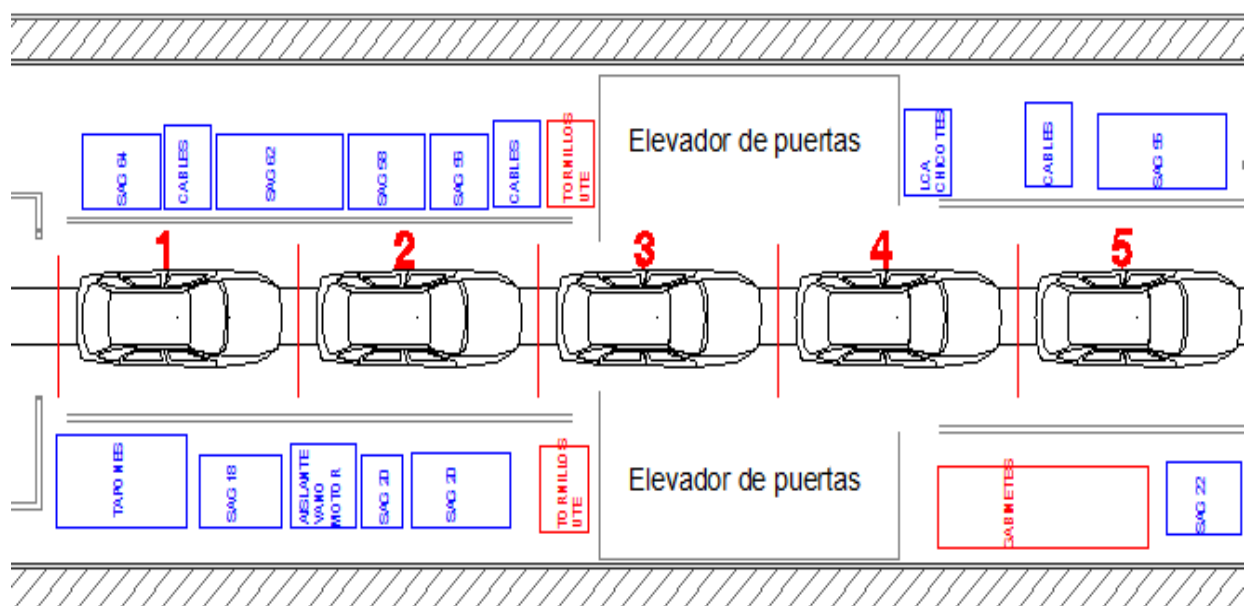
operativa, altas pérdidas de mano de obra, condiciones anti ergonómicas, y abastecimiento ineficiente) para enlistar la información necesaria:

- *Lay out del área en estudio.*
- *Disposición de materiales y herramientas en los distintos puestos.*
- *Operaciones realizadas en cada puesto.*
- *Registro de características ergonómicas de los puestos.*
- *Materiales o piezas utilizadas.*
- *Procesos y actividades de abastecimiento de los materiales utilizados.*

El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, ya que servirá de base para hacer el examen crítico. Por esta razón es importante que los datos registrados sean claros y concisos.

### 7.2.1 Lay out del área de estudio.

Se realiza el croquis de las estaciones de trabajo <sup>(\*)</sup> para situarnos en el espacio donde se produce el problema, teniendo en cuenta las estanterías, contenedores y facilidades que poseen el material y herramientas necesarias para el desarrollo de las actividades.



(\*) Figura 7.4: Croquis del área en estudio. Fuente: elaboración propia.

Podemos observar las 5 estaciones que componen a los tramos seleccionados. Cada una de las estaciones tiene la longitud equivalente a un vehículo, y podemos ver su inicio y fin delimitados por líneas rojas con su respectivo número escrito del mismo color. Los contenedores y estanterías de materiales se representan con contorno azul, y los gabinetes de máquinas y sistemas de control electrónico son representados con contorno color rojo.

### 7.2.2 Operaciones realizadas en cada puesto

Se relevan las operaciones desarrolladas en cada uno de los puestos de trabajo involucrados en el área de estudio. Para una representación clara de la misma, se grafican las posiciones de los operadores en cada estación, se enumeran los puestos y se describen las operaciones:

#### Estación N° 1:

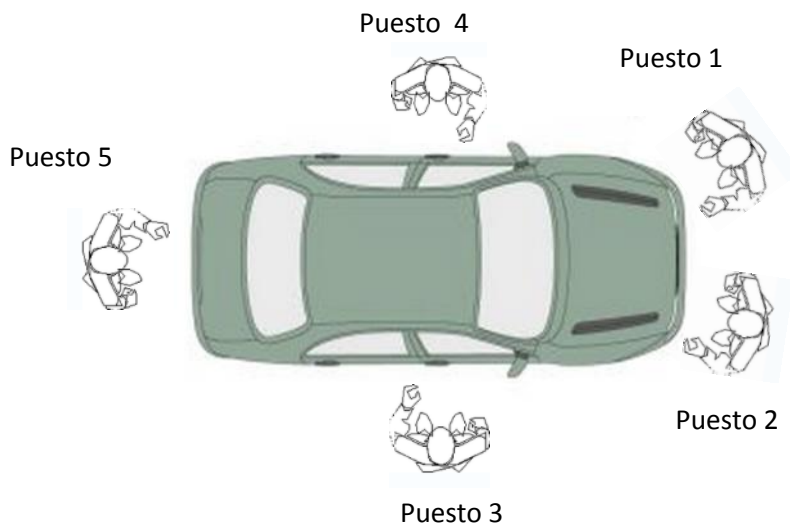


Figura 7.5: Puestos de estación n° 1. Fuente: Elaboración propia.



#### Puesto 1:

- Apertura capot
- Aplicación asta capot
- Aplicación ribete para soporte retención tubo AC.
- Aplicación vaina apertura capot.

#### Puesto 2:

- Aplicación tapón sobre longuerina.
- Montaje Bucha.
- Montaje Isolamento Vano Motor.
- Montaje Tapón sobre pared cruscoto.

#### Puesto 3:

- Aplicación bucha fijación parasol DX.
- Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.
- Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.
- Aplicación tapón sobre pavimento.
- Aplicación tapón sobre solera.
- Montaje guarnición pasaje de tubos.

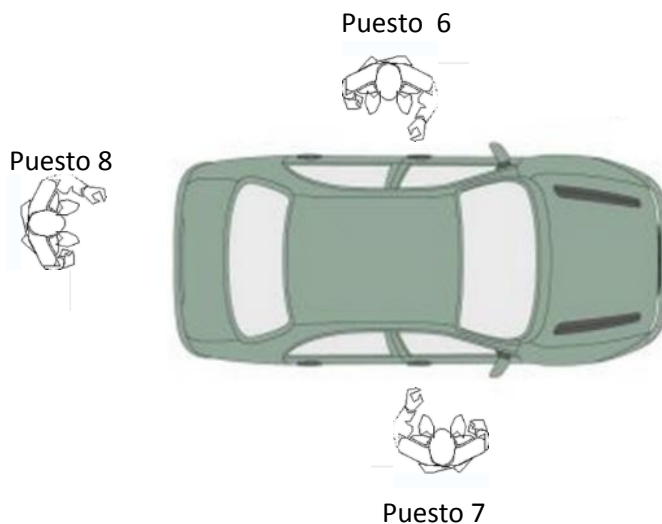
#### Puesto 4:

- Aplicación bucha fijación parasol DX.
- Aplicación comando cerradura baúl.
- Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.
- Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.
- Aplicación tapón sobre pavimento.
- Aplicación tapón sobre solera.
- Montaje guarnición pasaje de tubos.
- Tapón sobre pared cruscoto.

### Puesto 5:

- Aplicación rivetto cerradura baúl.
- Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop.
- Aplicación tapón zona batente asiento posterior.
- Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera.
- Colocar amortiguador tapa trasera.
- Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera.
- Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera.
- Retirada dispositivo de retención tapa trasera.

### Estación N° 2:



*Figura 7.6: Puestos de estación n° 2. Fuente: Elaboración propia.*

### Puesto 6:

- Aplicación moleta retención cable VH.
- Bucha fijación solera Izquierda.
- Montaje leva apertura capot.
- Montaje tapones aislantes para fijación de cable delantero.

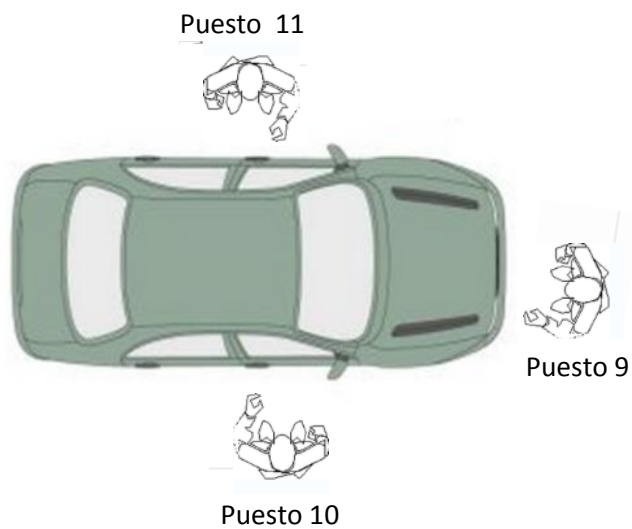
### Puesto 7:

- Aplicación moleta retención cable VH.
- Aplicación soporte plafonera.
- Bucha fijación solera Derecha.

### Puesto 8:

- Colocar amortiguador tapa trasera.

### Estación N° 3:



*Figura 7.7: Puestos de estación n° 3. Fuente: Elaboración propia.*

### Puesto 9:

- Aplicación moleta plafonera.
- Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl.
- Aplicación tapón tapa baúl.

#### Puesto 10:

- Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Derecha.
- Aplicación protección guardabarros Derechos.
- Desmontaje puerta anterior Derecha.
- Desmontaje puerta posterior Derecha.

#### Puesto 11:

- Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Izquierda.
- Aplicación protección guardabarros Izquierdos.
- Desmontaje puerta anterior Izquierda.
- Desmontaje puerta posterior Izquierda.
- 

#### Estación N° 4:

Puesto 14



Puesto 12



Puesto 13



Figura 7.8: Puestos de estación n° 4. Fuente: Elaboración propia.

#### Puesto 12:

- Aplicación de moleta de retención de cable vano motor.
- Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas.
- Aplicar moleta VM cable anterior.
- Fijación cerradura del capó motor.

- Montaje moleta retención tubo combustible sobre pared VM.

Puesto 13:

- Aplicación moleta retención de cable anterior y tapón de combustible.
- Posicionamiento del cable de apertura del capó.

Puesto 14:

- Colocación de presillas sobre la tapa trasera para cable baúl.
- Colocación recubrimientos zona vano baúl.
- Sistematización cable tapa baúl.

Estación N° 5:

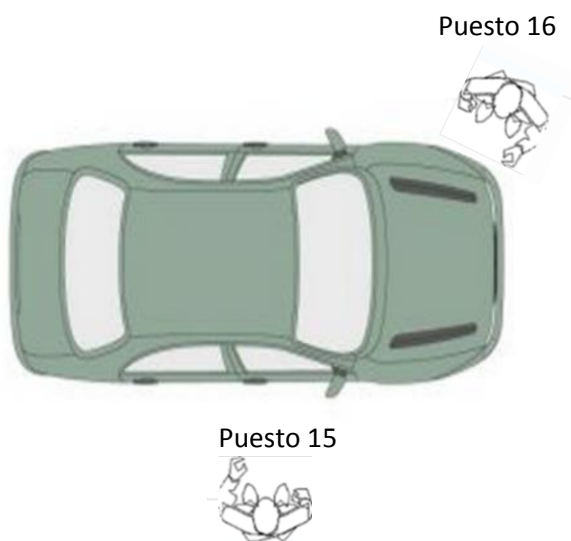


Figura 7.9: Puestos de estación n° 5. Fuente: Elaboración propia.

Puesto 15:

- Grabación de chasis.
- Lectura de carrocería.
- Montaje de cable de antena.





## Puesto 16:

- Montaje cable vano motor.

Una vez que se cuenta con una visión general del proceso se hace uso del cursograma analítico de operario para registrar las actividades de cada uno de los puestos.

### **7.2.3 Cursograma analítico del operario**

El cursograma analítico para el operario es un diagrama donde se registra lo que hace el trabajador.

Es utilizado en esta etapa para registrar lo que hacen las personas que trabajan en los puestos que se han de estudiar, teniendo en cuenta las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos.

Se confecciona un formulario en función de lo recomendado por la Organización Internacional del Trabajo, y se procede con el relevamiento:



**Puesto 1:**

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	1		Resumen		Actual				
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●	5				
			Transporte	➔	3				
			Espera	●	0				
Actividad:	Montaje		Inspección	■	0				
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento	▼	0				
Método:	Actual		Distancia (m)	25,2					
Lugar:	UTE 1- Estación 1		Tiempo (horas-hombre)	1,130					
Operario:	Nº 1								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca al lado de línea un asta de apertura capot y soporte sustentación de asta		6,7	0,090	●	➔	■	▼		TRASLADO
Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria			0,042	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
Posiciona el soporte del asta de sustentación			0,052	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
Busca al lado de línea el asta para apertura del capó, la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.		11,8	0,157	●	➔	■	▼		TRASLADO
Encaja el asta en el soporte			0,207	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
Monta la presilla de descanso del asta del capó			0,105	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
Monta la bucha de fijación del asta			0,124	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
Busca de lado de línea un ribete m6x16 y la ribeteadora		6,7	0,090	●	➔	■	▼		TRASLADO
Coloca el ribete sobre el larguero derecho			0,132	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
Busca de lado de línea un conjunto cable accionamiento apertura del capó		6,7	0,090	●	➔	■	▼		TRASLADO
Introduce extremidad de lado de traba y posicionar provisoriamente la otra extremidad del cable en el agujero central de la travesa del panel			0,226	●	➔	■	▼		OPERACIÓN
<b>Total</b>		25,2	1,130	5	3	0	0	0	

Figura 7.10: Cursograma analítico de operario puesto 1. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 2:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	2		Resumen			Actual			
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●	4				
			Transporte	➔	3				
			Espera	■	0				
Actividad:	Montaje		Inspección	■	0				
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento	▼	0				
Método:	Actual		Distancia (m)		38,6				
Lugar:	UTE 1- Estación 1		Tiempo (horas-hombre)		1,296				
Operario:	Nº 2								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca de lado de línea un tapón de pared de cruscotto		6,7	0,090	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Coloca manualmente el tapón en su respectiva cede.			0,104	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea 3 buchas distanciadoras		8,4	0,112	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Colocar las buchas sobre las paredes correspondientes.			0,209	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea el aislante vano motor y 3 botones de fijación		13,4	0,179	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Posiciona el aislante en la parte frontal de la pared del vano motor cortando los agujeros del aislante con los pernos tuckers de la carrocería, y coloca los tres botones con un martillo de nylon			0,402	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea un tapon dis 46436385 o un tapon dis 7625445 según versión		10,1	0,134	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Coloca el tapón tapones en la longherina derecha			0,066	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
<b>Total</b>		38,6	1,296	4	4	0	0	0	

Figura 7.11: Cursograma analítico de operario puesto 2. Fuente: Elaboración propia.



### Puesto 3:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	3			Resumen		Actual			
Objeto:	Relevamiento de información			Operación	●	6			
				Transporte	→	5			
				Espera	⏸	0			
Actividad:	Montaje			Inspección	■	0			
Unidad Operativa:	Montaje			Almacenamiento	▼	0			
Método:	Actual					38,6			
Lugar:	UTE 1- Estación 1			Tiempo (horas-hombre)		1,320			
Operario:	Nº 3								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	●	→	⏸	■	▼	Observaciones
Busca de lado de línea una guarnición		6,7	0,090	X					TRASLADO
Aplica guarnición manualmente sobre el agujero del vamo motor			0,094	X					OPERACIÓN
Busca de lado de línea 2 tacos metálicos DX y un atrezo		8,4	0,112	X					TRASLADO
Aplicar los tacos con presión manual y con la ayuda de un atrezo			0,174	X					OPERACIÓN
Busca de lado de línea tres tapones obturadores		8,4	0,112	X					TRASLADO
Fija los tapones a través de presión manual en la solera derecha			0,085	X					OPERACIÓN
Busca de lado de línea un tapon oblongo obt. Agujero inferior montante		8,4	0,112	X					TRASLADO
Fija los tapones a través de presión manual en el montante inferior			0,267	X					OPERACIÓN
Busca de lado de línea 1 tapon para cable de puerta y 2 tapones para orificios en puerta.		6,7	0,090	X					TRASLADO
Coloca el tapon tapon de cable por presión manual			0,100	X					OPERACIÓN
Coloca tapones en orificios interiores sobre lateral inferior			0,084	X					OPERACIÓN
<b>Total</b>		38,6	1,320	6	5	0	0	0	

Figura 7.12: Cursograma analítico de operario puesto 3. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 4:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	4			Resumen			Actual		
Objeto:	Relevamiento de información			Operación	●		8		
				Transporte	→		7		
				Espera	⏸		0		
Actividad:	Montaje			Inspección	■		0		
Unidad Operativa:	Montaje			Almacenamiento	▼		0		
Método:	Actual			Distancia (m)			39,8		
Lugar:	UTE 1- Estación 1			Tiempo (horas-hombre)			1,280		
Operario:	Nº 4								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca de lado de línea 1 tapón		5,9	0,078	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Aplica el tapón en agujero de pasaje del cable acelerador			0,105	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea un comando cerradura dis 735304831, un tirante, 2 tornillos		6,7	0,090	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Encaja el tirante en su respectiva sede sobre el comando cerradura y aplica tinta entre asta y presilla, certificando la operación			0,102	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea una guarnición de pasaje de tubos		6,9	0,092	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Aplica guarnición manualmente sobre el agujero del vamo motor.			0,105	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 2 tacos metálicos SX y un atrezo		4,2	0,056	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Aplicar los tacos con presión manual y con la ayuda de un atrezo			0,089	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea tres tapones obturadores		6,0	0,081	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Fija los tapones a través de presión manual en la solera izquierda			0,107	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea un tapon oblongo obt. Agujero inferior montante		5,0	0,067	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Fija los tapones a través de presión manual en el montante inferior			0,132	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de lado de línea 1 tapon para cable de puerta y 2 tapones para orificios en puerta.		5,0	0,067	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Coloca el tapon tapon de cable por presión manual			0,058	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Coloca tapones en orificios interiores sobre lateral inferior			0,050	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
<b>Total</b>		39,8	1,280	8	7	0	0	0	

Figura 7.13: Cursograma analítico de operario puesto 4. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 5:

Cursograma analítico								
Diagrama núm.:	5		Resumen			Actual		
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●		8		
			Transporte	→		8		
			Espera	■		34		
Actividad:	Montaje		Inspección	■		34		
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento	▼		0		
Método:	Actual		Distancia (m)			48,7		
Lugar:	UTE 1- Estación 1		Tiempo (horas-hombre)			1,312		
Operario:	Nº 5							
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo			Observaciones	
Busca de al lado de línea un dispositivo de retención de tapa trasera		4,3	0,058	●	→		TRASLADO	
Elevar la tapa trasera y coloca el dispositivo			0,044				OPERACIÓN	
Busca de al lado de línea 2 ribetes		6,5	0,086	●	→		TRASLADO	
Coloca los ribetes en la tapa trasera con una ribeteadora			0,109				OPERACIÓN	
Deposita la ribeteadora y busca de al lado de línea 2 tapones obturación fijación luz trasera		4,3	0,058	●	→		TRASLADO	
Aplica los tapones sobre la parte central de la tapa trasera			0,086				OPERACIÓN	
Busca de al lado de línea 2 tapones		6,7	0,090	●	→		TRASLADO	
Inserta los tapones en sus respectivos agujeros.			0,188				OPERACIÓN	
Busca de al lado de línea soporte amortiguador izquierdo y dos tornillos torx		11,8	0,157	●	→		TRASLADO	
Fija el soporte con un torque predefinido.			0,061				OPERACIÓN	
Busca de al lado de línea soporte amortiguador der.		5,0	0,067	●	→		TRASLADO	
Fija el soporte con un torque predefinido.			0,057				OPERACIÓN	
Busca de al lado de línea amortiguador DX.		6,7	0,090	●	→		TRASLADO	
Coloca el amortiguador de la tapa trasera			0,080				OPERACIÓN	
Retira el dispositivo de retención de la puerta trasera.			0,038				OPERACIÓN	
Deposita sobre el soporte al lado de línea.		3,4	0,045	●	→		TRASLADO	
<b>Total</b>		48,7	1,312	8	8	0	0	0

Figura 7.14: Cursograma analítico de operario puesto 5. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 6:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	6			Resumen			Actual		
Objeto:	Relevamiento de información			Operación	●		7		
				Transporte	→		4		
				Espera	⏸		0		
Actividad:	Montaje			Inspección	■		0		
Unidad Operativa:	Montaje			Almacenamiento	▼		0		
Método:	Actual			Distancia (m)			26,9		
Lugar:	UTE 1- Estación 2			Tiempo (horas-hombre)			1,111		
Operario:	Nº 6								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca de al lado de línea 2 tapones		8,4	0,112	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Posiciona los tapones en sus respectivos lugares mediante presión manual			0,090	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 8 presillas		5,0	0,067	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Aplica 3 presillas en agujeros sobre loguerina izquierda			0,085	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Aplica 3 presillas en agujeros cerca de pasa rueda trasero izquierdo			0,088	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Aplica 2 presillas en los agujeros sobre la travesa lateral debajo del asiento trasero izq			0,080	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 8 buchas de fijación de soleras		5,0	0,067	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Aplica las buchas en los agujeros respectivos			0,207	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Posiciona el cable de apertura del capó			0,113	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 1 palanca comando apertura capó		8,4	0,112	●	→	⏸	■	▼	TRASLADO
Encaja el cable y fija la palanca a la carrocería			0,090	●	→	⏸	■	▼	OPERACIÓN
<b>Total</b>		26,9	1,111	7	4	0	0	0	

Figura 7.15: Cursograma analítico de operario puesto 6. Fuente: Elaboración propia.



### Puesto 7:

Cursograma analítico										
Diagrama núm.:	7		Resumen		Actual					
Objeto:	Relevamiento de información		Operación		5					
			Transporte		3					
			Espera		0					
			Inspección		0					
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento		0						
Método:	Actual	Distancia (m)		23,5						
Lugar:	UTE 1- Estación 2		Tiempo (horas-hombre)		1,214					
Operario:	Nº 7									
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
Busca de al lado de línea 8 presillas		6,7	0,090							TRASLADO
Aplica 3 presillas en agujeros sobre loguerina derecha			0,120							OPERACIÓN
Aplica 3 presillas en agujeros cerca de pasa rueda trasero derecho			0,119							OPERACIÓN
Aplica 2 presillas en los agujeros sobre la travesa lateral debajo del asiento trasero der			0,102							OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 8 buchas de fijación de soleras		6,7	0,090							TRASLADO
Aplica las buchas en los agujeros respectivos			0,339							OPERACIÓN
Busca de al lado de línea un soporte plafonera y 3 ribetes		10,1	0,134							TRASLADO
Coloca el soporte plafonera con los 3 ribetes			0,221							OPERACIÓN
<b>Total</b>		23,5	1,214	5	3	0	0	0		

Figura 7.16: Cursograma analítico de operario puesto 7. Fuente: Elaboración propia.

### Puesto 8:

Cursograma analítico										
Diagrama núm.:	8		Resumen		Actual					
Objeto:	Relevamiento de información		Operación		1					
			Transporte		1					
			Espera		0					
			Inspección		0					
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento		0						
Método:	Actual	Distancia (m)		15,1						
Lugar:	UTE 1- Estación 2		Tiempo (horas-hombre)		0,557					
Operario:	Nº 1									
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
Busca de al lado de línea amortiguador SX		15,1	0,202							TRASLADO
Coloca el amortiguador de la tapa trasera			0,356							OPERACIÓN
<b>Total</b>		15,1	0,557	1	1	0	0	0		

Figura 7.17: Cursograma analítico de operario puesto 8. Fuente: Elaboración propia.





## Puesto 9:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	9		Resumen		Actual				
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●	4				
			Transporte	→	3				
			Espera	●	0				
Actividad:	Montaje		Inspección	■	0				
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento	▼	0				
Método:	Actual				Distancia (m)				
Lugar:	UTE 1- Estación 3				Tiempo (horas-hombre)				
Operario:	Nº 9				37,0				
					1,135				
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca de al lado de línea un moleta		6,7	0,090	●	→	●	■	▼	TRASLADO
Posiciona presilla en la parte delantera central del techo			0,200	●	→	●	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 1 tapon		10,1	0,134	●	→	●	■	▼	TRASLADO
Coloca el tapon sobre el lado interno derecho de la puerta trasera			0,152	●	→	●	■	▼	OPERACIÓN
Coloca el tapón sobre lado interno izquierdo de la puerta trasera			0,135	●	→	●	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 1 tapon de tapa baúl		20,2	0,269	●	→	●	■	▼	TRASLADO
Coloca tapon sobre el agujero del montante de la tapa baul del lado izquierdo			0,156	●	→	●	■	▼	OPERACIÓN
<b>Total</b>		37,0	1,135	4	3	0	0	0	

Figura 7.18: Cursograma analítico de operario puesto 9. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 10:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	10		Resumen			Actual			
Objeto:	Relevamiento de información		Operación			7			
			Transporte			5			
			Espera			0			
Actividad:	Montaje		Inspección			0			
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento			0			
Método:	Actual		Distancia (m)			59,4			
Lugar:	UTE 1- Estación 3		Tiempo (horas-hombre)			1,233			
Operario:	Nº 10								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Abre la puerta anterior lado derecho y retira tornillos de las bisagras			0,120	X					OPERACIÓN
Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.		8,6	0,115						TRASLADO
Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.		18,4	0,245						TRASLADO
Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas			0,019	X					OPERACIÓN
Abre la puerta posterior lado derecho y retira los tornillos de las bisagras			0,121	X					OPERACIÓN
Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.		8,6	0,115						TRASLADO
Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posicionar sobre ascensores trabando las mismas.			0,000	X					OPERACIÓN
Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas			0,021	X					OPERACIÓN
Busca de los flangers de las puertas 1 protector anterior y 1 protector posterior de los guardabarros		13,0	0,173						TRASLADO
Aplica los protectores sobre los guardabarros mediante presion manual			0,056	X					OPERACIÓN
Busca de al lado de línea el protector solera anterior y posterior derecha		10,8	0,144						TRASLADO
Coloca la protección en solera anterior y posterior			0,104	X					OPERACIÓN
<b>Total</b>		59,4	1,233	7	5	0	0	0	

Figura 7.19: Cursograma analítico de operario puesto 10. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 11:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	11		Resumen		Actual				
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●	8				
			Transporte	→	4				
			Espera	⏸	0				
Actividad:	Montaje		Inspección	■	0				
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento	▼	0				
Método:	Actual/Propuesto		Distancia (m)		63,8				
Lugar:	UTE 1- Estación 3		Tiempo (horas-hombre)		1,340				
Operario:	Nº11								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				●	→	⏸	■	▼	
Abre la puerta anterior lado izquierdo y retira los tornillos de las bisagras			0,117	X					OPERACIÓN
Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.		13,4	0,179		X				TRASLADO
Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.			0,000	X					OPERACIÓN
Acciona pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas			0,050	X					OPERACIÓN
Abre puerta posterior lado izquierdo y retira los tornillos de las bisagras			0,117	X					OPERACIÓN
Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.		13,4	0,179		X				TRASLADO
Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posicionar sobre ascensores trabando las mismas.			0,000	X					OPERACIÓN
Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas			0,054	X					OPERACIÓN
Busca de los flangers de las puertas 1 protector anterior y 1 protector posterior de los guardabarros y aplicarlos sobre los mismo mediante presion manual		20,2	0,269		X				TRASLADO
Aplica los protectores sobre los guardabarros mediante presion manual			0,050	X					OPERACIÓN
Busca de al lado de línea el protector solera anterior y posterior izquierda		16,8	0,224		X				TRASLADO
Coloca la protección en solera anterior y posterior			0,101	X					OPERACIÓN
<b>Total</b>		63,8	1,340	8	4	0	0	0	

Figura 7.20 Cursograma analítico de operario puesto 11. Fuente: Elaboración propia.



### Puesto 12:

Cursograma analítico											
Diagrama núm.:	12		Resumen		Actual						
Objeto:	Relevamiento de información		Operación		5						
			Transporte		4						
			Espera		0						
Actividad:	Montaje		Inspección		0						
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento		0						
Método:	Actual		Distancia (m)		28,6						
Lugar:	UTE 1- Estación 4		Tiempo (horas-hombre)		1,291						
Operario:	Nº 12										
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano										
Descripción		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
Busca de al lado de línea 3 presillas para fijación de cables			8,4	0,112							TRASLADO
Aplica las presillas en los respectivos agujeros del vano motor con un martillo de uterano				0,121							OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 5 moletas			6,7	0,090							TRASLADO
Aplica las moletas en la travesa inf. Del vano motor con un martillo de uretano				0,178							OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 1 moleta de retención del cable motor limpiaparabrisas y 1 del tubo de combustible			8,4	0,112							TRASLADO
Coloca la moleta de retención del cable motor limpiaparabrisas.				0,058							OPERACIÓN
Coloca la presilla de retención del tubo de combustible				0,044							OPERACIÓN
Busca de al lado de línea una cerradura capot			5,0	0,067							TRASLADO
Conecta vaina de apertura capot con la cerradura y monta la cerradura				0,510							OPERACIÓN
<b>Total</b>			28,6	1,291	5	4	0	0	0		

Figura 7.21: Cursograma analítico de operario puesto 12. Fuente: Elaboración propia.

### Puesto 13:

Cursograma analítico											
Diagrama núm.:	13		Resumen		Actual						
Objeto:	Relevamiento de información		Operación		2						
			Transporte		2						
			Espera		0						
Actividad:	Montaje		Inspección		0						
Unidad Operativa:	Montaje		Almacenamiento		0						
Método:	Actual		Distancia (m)		18,5						
Lugar:	UTE 1- Estación 4		Tiempo (horas-hombre)		1,309						
Operario:	Nº 13										
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano										
Descripción		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
Busca de al lado de línea 3 presillas			10,1	0,134							TRASLADO
Fija las presillas en sus respectivos lugares y posiciona la vaina en las mismas				0,720							OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 3 moletas de retención del cable de apertura tapa baúl, y un tapón para boca de combustible			8,4	0,112							TRASLADO
Aplica las 3 moletas de retención y el tapón de boca de combustible.				0,343							OPERACIÓN
<b>Total</b>			18,5	1,309	2	2	0	0	0		

Figura 7.22: Cursograma analítico de operario puesto 13. Fuente: Elaboración propia.



### Puesto 14:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	14		Resumen		Actual				
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●	3				
			Transporte	➔	3				
			Espera	■	0				
Actividad:	Montaje	Inspección	■	0					
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento	▼	0					
Método:	Actual	Distancia (m)			27,4				
Lugar:	UTE 1- Estación 4	Tiempo (horas-hombre)			0,994				
Operario:	Nº 14								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca de al lado de línea 8 nastros adhesivos para obstrucción de agujeros.		6,8	0,091	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Aplica los nastros en la parte posterior del vehículo			0,039	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 1 chicote tapa trasera		9,1	0,122	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Coloca el chicote de la tapa trasera			0,533	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca de al lado de línea 5 presillas para cable de luneta termica		11,4	0,152	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Coloca las 5 presillas al cable de la luneta térmica y las fija a los respectivos agujeros de la tapa trasera			0,057	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
<b>Total</b>		27,4	0,994	3	3	0	0	0	

Figura 7.23: Cursograma analítico de operario puesto 14. Fuente: Elaboración propia.

### Puesto 15:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	15		Resumen		Actual				
Objeto:	Relevamiento de información		Operación	●	3				
			Transporte	➔	3				
			Espera	■	0				
Actividad:	Montaje	Inspección	■	0					
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento	▼	0					
Método:	Actual	Distancia (m)			36,1				
Lugar:	UTE 1- Estación 5	Tiempo (horas-hombre)			1,245				
Operario:	Nº 15								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca de al lado de línea un cable para la antena, 2 moletas y un insonorizante		8,4	0,112	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Coloca las 2 moletas, el cable de antena y el insonorizante por el parante superior derecho del vehículo			0,524	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca al lado de línea hand held para realizar lectura de carrocería		20,2	0,269	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Efectúa lectura de carrocería			0,035	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
Busca marcadora de chasis		7,6	0,101	●	➔	■	■	▼	TRASLADO
Posiciona la marcadora de chasis, la asegura y presiona botón para comenzar marcación			0,205	●	➔	■	■	▼	OPERACIÓN
<b>Total</b>		36,1	1,245	3	3	0	0	0	

Figura 7.24: Cursograma analítico de operario puesto 15. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 16:

Cursograma analítico									
Diagrama núm.:	16			Resumen			Actual		
Objeto:	Relevamiento de información			Operación			1		
				Transporte			1		
				Espera			0		
Actividad:	Montaje			Inspección			0		
Unidad Operativa:	Montaje			Almacenamiento			0		
Método:	Actual			Distancia (m)			15,1		
Lugar:	UTE 1- Estación 5			Tiempo (horas-hombre)			1,142		
Operario:	Nº 16								
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Busca al lado de línea un chicote cables vano motor		15,1	0,202						TRASLADO
Montaje chicote en sus respectivas moletas			0,941						OPERACIÓN
<b>Total</b>		15,1	1,142	1	1	0	0	0	

Figura 7.25: Cursograma analítico de operario puesto 16. Fuente: Elaboración propia.

La información es confirmada con los responsables de las operaciones para verificar que los datos sean correctos y no omitir ningún hecho que constituya el proceso, además de demostrar la importancia de la contribución del responsable al mismo.

Con la información reunida se desarrolla un diagrama que resume los tiempos de trabajo en cada uno de los puestos y los tiempos de falta de saturación del operario que se puede observar a continuación en el gráfico 7.6, y vemos que existen puestos de trabajo con elevada falta de saturación y en la mayoría de los puestos se presenta un porcentaje de la misma mayor al 15%. Esto demuestra que es necesario trabajar sobre los mismos para hacer más eficiente el proceso productivo:

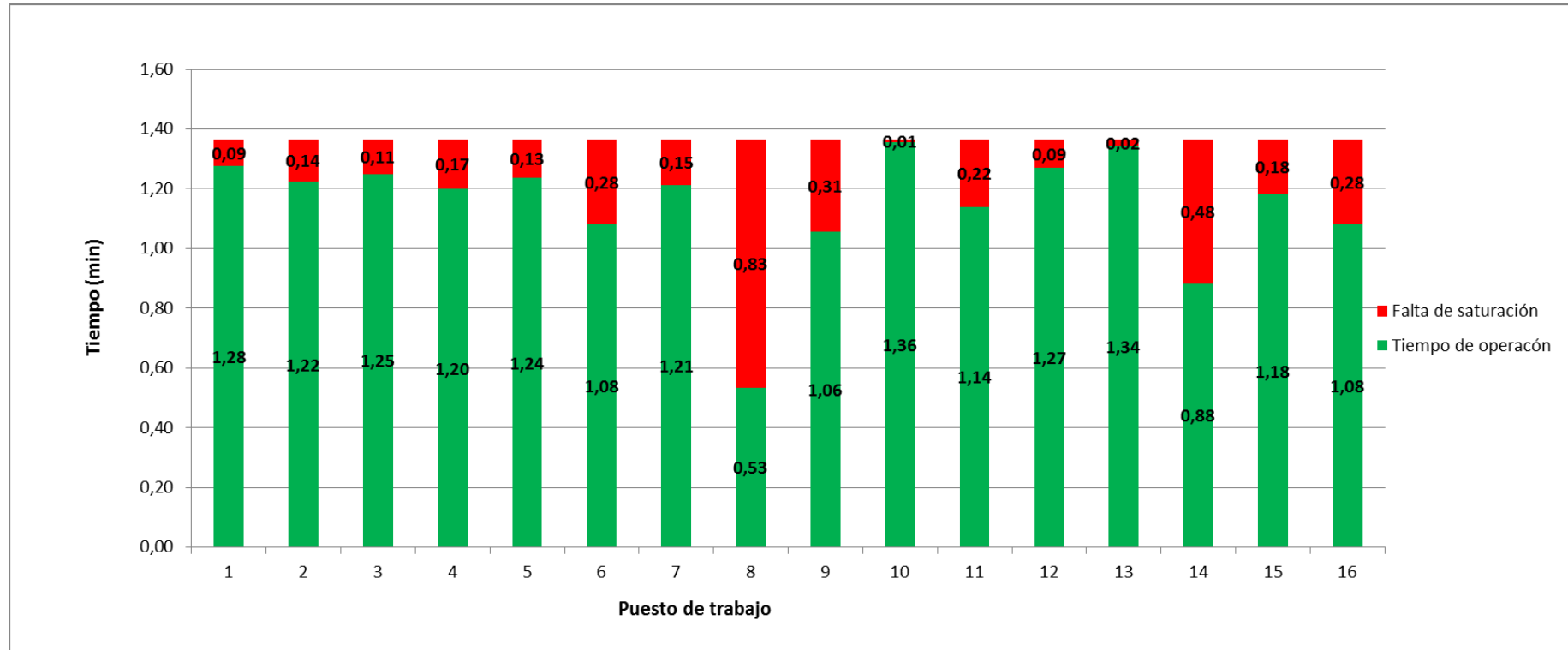


Grafico 7.6: Saturación por puesto de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

## 7.2.4 Registro de características ergonómicas de cada puesto

Una vez que se cuenta con la información correspondiente a las actividades realizadas por los operadores, recorro a la metodología World Class Manufacturing, que plantea el desarrollo de una matriz de evaluación ergonómica donde se registran los diferentes niveles de movimiento involucrados en las distintas operaciones, con el fin de relevar la situación ergonómica de cada puesto de trabajo.

En las columnas de la matriz de evaluación ergonómica, se describen los tipos de movimientos en el trabajo y sus respectivos niveles en función de las características del mismo:

Angulo de flexión de cintura/espalda			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas		
3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg

Figura 7.26: Tipos de movimientos según matriz de evaluación ergonómica. Fuente: Pilar Workplace Organization, World Class Manufacturing.

El nivel deseado en cada tipo de movimiento es el 1, y mientras más alto es el nivel, mayor es el riesgo ergonómico.

En las filas de la matriz, se describe la operación que se analiza, y se completa colocando una cruz en la celda correspondiente según el nivel relevado:





Movimiento en el trabajo	Angulo de flexión de cintura/espald a	Rotación de cintura / espalda (pies fijos)	Altura de los brazos durante el trabajo	Angulo de flexión y estiramiento de rodillas	Angulo de rotación de muñecas	Forma y agarre de la carga	Movimiento acompañado con los pies	Caminar	Levantamiento de cargas																			
										3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1				
Puesto	Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg	
Operación																												
1	Apertura capot	X			X	X						X			X			X			X		X					X
	Aplicación asta capot		X			X					X				X			X			X		X					X
	Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	X			X				X		X				X			X			X		X					X
	Aplicación vaina apertura capot	X			X				X		X				X			X			X	X						X

Figura 7.27: Elaboración de matriz de evaluación ergonómica. Fuente: Pilar Workplace Organization, World Class Manufacturing.

Luego se asigna un valor de 2 puntos a las actividades con nivel 3, un valor de 1 punto a cada actividad con nivel 2, y un valor de 0 puntos a la actividad con nivel 1, y se totaliza para obtener el nivel de riesgo ergonómico del puesto:

Movimiento en el trabajo	Angulo de flexión de cintura/espald a	Rotación de cintura / espalda (pies fijos)	Altura de los brazos durante el trabajo	Angulo de flexión y estiramiento de rodillas	Angulo de rotación de muñecas	Forma y agarre de la carga	Movimiento acompañado con los pies	Caminar	Levantamiento de cargas																			
										3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1							
Puesto	Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg	
Operación																												
1	Apertura capot	X			X	X						X			X			X			X		X					X
	Aplicación asta capot		X			X					X				X			X			X		X					X
	Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	X			X				X		X				X			X			X		X					X
	Aplicación vaina apertura capot	X			X				X		X				X			X			X	X						X
Sub Total	4	2	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	13

Figura 7.28: Matriz de evaluación ergonómica. Fuente: Pilar Workplace Organization, World Class Manufacturing.



La situación ideal en cada puesto de trabajo es que todos los movimientos realizados sean nivel 1, con lo que se obtiene una puntuación total igual a 0.

Vemos a continuación las matrices de cada uno de los puestos:

### Puesto 1:

Movimiento en el trabajo		Angulo de flexión de cintura/espalda			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			
		Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg			
1	Operación																														
	Apertura capot		X			X	X				X			X			X			X			X			X			X	4	
	Aplicación asta capot		X			X		X			X			X			X			X			X			X			X	2	
	Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	X			X				X			X			X			X			X			X			X			X	4
	Aplicación vaina apertura capot	X			X				X			X			X			X			X			X			X			X	6
		Total																											16		

Figura 7.29: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 1. Fuente: elaboración propia.

### Puesto 2

Movimiento en el trabajo		Angulo de flexión de cintura/espalda			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			
		Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg			
2	Operación																														
	Aplicación tapón sobre longuerina		X		X			X			X			X			X			X			X			X			X	4	
	Montaje Bucha		X		X			X			X			X			X			X			X			X			X	5	
	Montaje Isolamento Vano Motor	X			X				X			X			X			X			X			X			X			X	7
	Montaje Tapón sobre pared cruscoto		X		X				X			X			X			X			X			X			X			X	4
		Total																											20		

Figura 7.30: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 2. Fuente: elaboración propia.





### Puesto 5

Movimiento en el trabajo	Puesto	Operación	Angulo de flexión de cintura/espalda			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
			Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg	
5	Aplicación rivetto cerradura baúl		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	6	
	Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
	Aplicación tapón zona batente asiento posterior		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
	Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera			X		X		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X	5		
	Colocar amortiguador tapa trasera			X		X		X			X		X		X		X		X		X		X		X		X	6		
	Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	6	
	Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	6	
	Retirada dispositivo de retención tapa trasera			X		X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
<b>Total</b>																											<b>44</b>			

Figura 7.33: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 5. Fuente: elaboración propia.

### Puesto 6

Movimiento en el trabajo	Puesto	Operación	Angulo de flexión de cintura/espalda			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total
			3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1				
			Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg	
6	Aplicación moleta retención cable VH		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
	Bucha fijación solera Izquierda		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
	Montaje leva apertura capot			X		X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
	Montaje tapones aislantes para fijación de cable delantero		X			X		X			X		X			X		X		X		X		X		X		X	5	
<b>Total</b>																											<b>20</b>			

Figura 7.34: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 6. Fuente: elaboración propia.



### Puesto 7

Movimiento en el trabajo		Angulo de flexión de cintura/espald a			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
		Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg		
7	Operación																													
	Aplicación moleta retención cable VH		X			X			X				X	X			X			X			X			X			X	5
	Aplicación soporte plafonera	X				X			X				X	X			X			X			X			X			X	7
	Bucha fijación solera Derecha		X			X			X				X	X			X			X			X			X			X	5
Total		17																												

Figura 7.35: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 7. Fuente: elaboración propia.

### Puesto 8

Movimiento en el trabajo		Angulo de flexión de cintura/espald a			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
		Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg	
8	Operación																												
	Colocar amortiguador tapa trasera		X			X			X				X	X			X			X			X			X			X
Total		6																											

Figura 7.36: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 8. Fuente: elaboración propia.







### Puesto 13

Movimiento en el trabajo		Angulo de flexión de cintura/espald a			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			
		Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg			
13	cable anterior y tapón de combustible		X			X			X					X						X								X			5
	Posicionamiento del cable de apertura del capó	X			X						X		X		X			X			X	X							X		10
<b>Total</b>																												<b>15</b>			

Figura 7.41: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 13. Fuente: elaboración propia.

### Puesto 14

Movimiento en el trabajo		Angulo de flexión de cintura/espald a			Rotación de cintura / espalda (pies fijos)			Altura de los brazos durante el trabajo			Angulo de flexión y estiramiento de rodillas			Angulo de rotación de muñecas			Forma y agarre de la carga			Movimiento acompañado con los pies			Caminar			Levantamiento de cargas			Total	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
		Más de 30°	15° - 30°	0° - 15°	Mayor de 45°	15° - 45°	0° - 15°	Por encima de los hombros	A la altura de los hombros	A la altura de la cintura	Mayor que 60°	30° - 60°	0° - 30°	Mayor que 180°	90° - 180°	0° - 90°	Difícil de manejar, prestar atención	Puede ser levantada estirando un brazo	Fácil de manipular	Mayor que 90°	45° - 90°	0° - 45°	Más de 10 pasos	5 a 9 pasos	0 a 4 pasos	Mayor que 5 kg	3 a 5 kg	3 a 0 kg		
14	Colocación de presillas sobre la tapa trasera para cable baúl		X			X		X			X		X				X			X		X						X		6
	Colocación recubrimientos zona vano baúl			X		X		X			X		X				X			X	X							X		3
	Sistematización cable tapa baúl	X			X				X		X		X		X			X			X	X						X		10
<b>Total</b>																												<b>19</b>		

Figura 7.42: Matriz de evaluación ergonómica de puesto 14. Fuente: elaboración propia.





En el gráfico 7.7 se puede observar un diagrama donde se resume el nivel de riesgo ergonómico de cada uno de los puestos de trabajo:

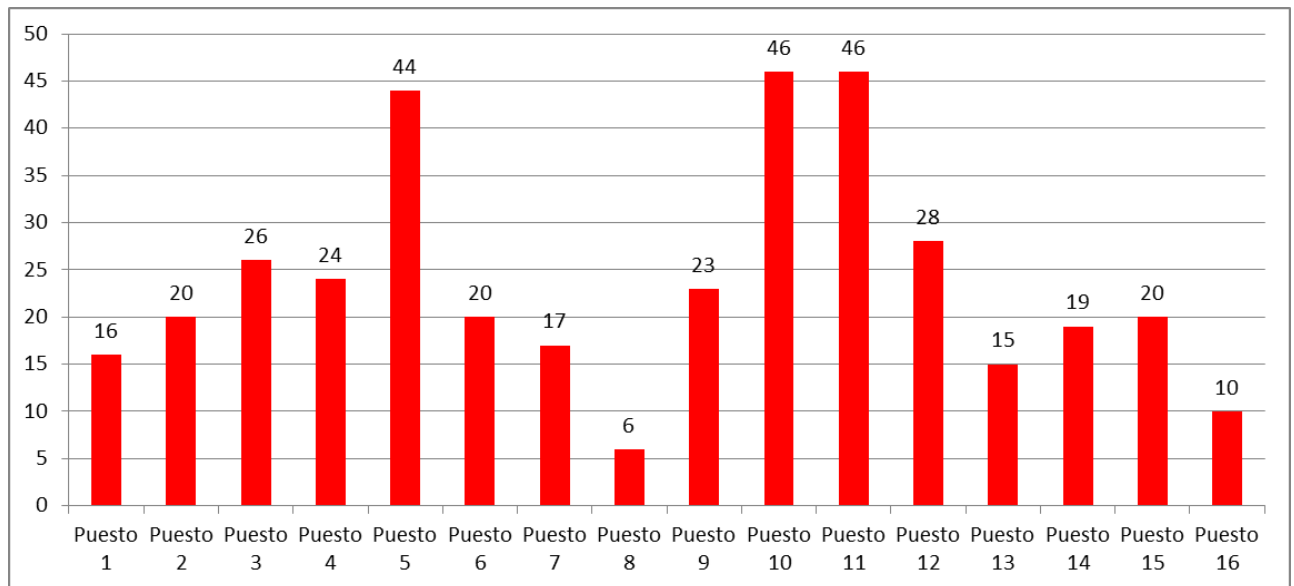


Grafico 7.7: Nivel de riesgo ergonómico. Fuente: Elaboración propia.

Todos los puestos presentan un cierto nivel de riesgo ergonómico, y en su mayoría son niveles altos con una puntuación mayor a 15, lo que equivale al desarrollo de más de 7 movimientos repetitivos por puesto que pueden generar lesiones en los trabajadores. Es por ello que debe trabajarse en la mejora de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo.

## 7.2.5 Materiales o piezas utilizadas

Se realiza un relevamiento de los materiales utilizados en los distintos puestos de trabajo por medio de la observación directa:

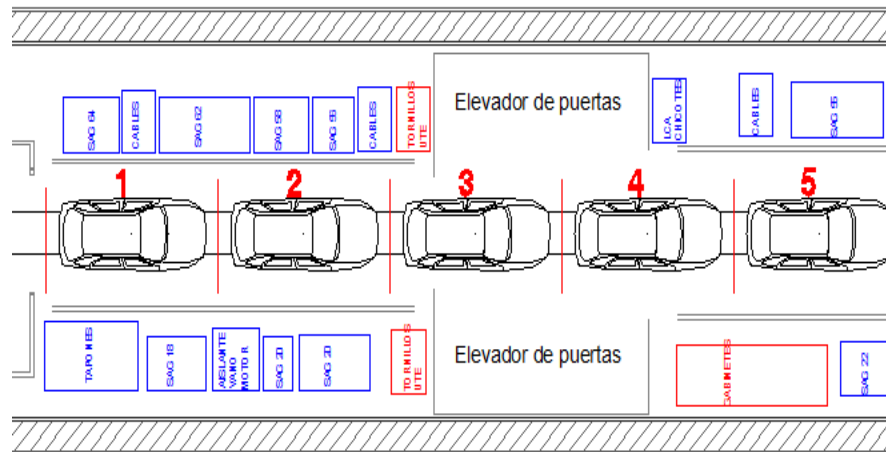


Figura 7.45: Croquis del área en estudio. Fuente: Elaboración propia.

### Facilidad Aislante vano Motor

Aislante vano motor

### SAG 18

Botones fijación respectivos diseños

Buchas distanciadoras

Tapón de pared de cruscotto

Tapón longherina

### SAG 19

Amortiguador tapa trasera

Dispositivo de retención de tapa trasera

Guarnición de pasaje de tubos

Ribetes

Soporte amortiguador derecho

Soporte amortiguador izquierdo

Tacos metálicos

Tapón de cable interruptor puerta ant

Tapón de montante inferior

Tapón obturación luz trasera

Tapón obturador

Tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.



Tapón zona batente asiento posterior

Tornillos torx

---

**SAG 20**

Buchas fijación solera der.

Moleta plafonera

Plafonera

Presillas dis 82456864

Presillas dis 7782316

Presillas dis 82456864

Ribetes plafonera

Tapón de tapa baúl

Tapón derecho cable interruptor baúl

Tapón izquierdo cable interruptor baúl

---

**SAG 22**

Cable de antena

Cerradura capó

Insonorizante cable de antena

Moleta de fijación cable anterior

Moleta retención cable antena

Moletas vano motor

Nastros adhesivos

Presilla de fijación

Presilla fijación de cable

Presilla retención cable motor limpiaparabrisas

Presilla retención tubo de combustible

Tapón combustible

---

**SAG 55**

Presilla fijación cable luneta térmica baúl

---

**SAG 56**

Amortiguador tapa trasera

Palanca comando apertura capot

---

**SAG 58**

Buchas fijación solera izq.

Presillas dis 82456864

Presillas dis 7782316

Presillas dis 82456864

Tapón aislante cable delantero

---

**SAG 62**

Comando cerradura

Guarnición de pasaje de tubos

Tacos metálicos DX de fijación parasol

Tapón de cable interruptor puerta ant

Tapón de montante inferior

Tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.

Tapón pasaje cable acelerador



Tapones obturadores  
Tirante comando cerradura baúl  
Tornillos fijación cerradura baúl

#### **SAG 64**

---

Asta de capot  
Bucha de fijación asta capot  
Presilla de descanso del asta  
Ribete para Aire acondicionado

#### **Facilidades Cables**

---

Cable accionamiento apertura capó  
Cable apertura baúl.

#### **Facilidad Chicote**

---

Chicote tapa trasera  
Chicote vano motor

Relevados los materiales utilizados en los puestos de trabajo en estudio, se procede con el registro de los procesos de abastecimiento. Para ello se emplean herramientas como el diagrama de recorrido y el cursograma analítico.

### **7.2.6 Diagrama de recorrido**

George Kanawaty (1996) define al diagrama de recorrido como una herramienta para registro de información donde se puede observar la distribución en planta de las distintas secciones, y representar el trayecto que siguen las piezas para llegar al puesto de trabajo. Éste, utiliza la simbología convencional en su representación por lo que facilita la lectura de las operaciones realizadas.

El abastecimiento de las piezas del área en estudio involucra distintos vehículos y operadores para el abastecimiento, por lo que a continuación se muestran los circuitos afectados:

#### **Abastecimiento de SAG**

El abastecimiento de los distintos SAG (Sistemas de abastecimiento gravitacional: son estanterías dinámicas donde se coloca el material en

pequeños contenedores), es desarrollado por un vehículo eléctrico hasta el punto de consumo (SAG).

Vemos a continuación el diagrama de recorrido:

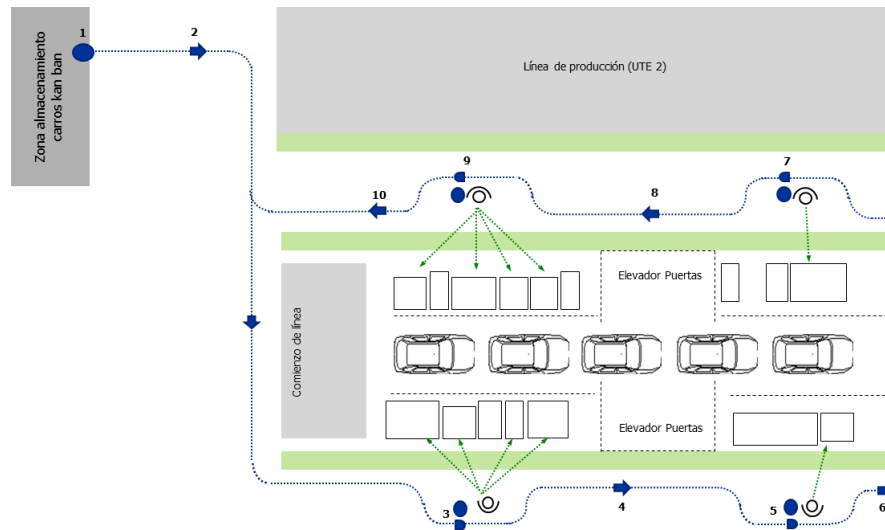


Figura 7.46: Diagrama de recorrido de abastecimiento de SAG. Fuente: Elaboración propia.

Como complemento al diagrama de recorrido, se desarrolla un cursograma analítico de material, el cual es un diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material donde se detallan las actividades con los tiempos y recursos asignados a cada una.



Cursograma analítico del material						
Diagrama núm.:	-	Resumen			Actual	
Objeto:	Relevamiento de información	Operación	●	5		
		Transporte	→	5		
		Espera	■	0		
Actividad:	Abastecimiento SAGS	Inspección	▼	4		
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento	□	0		
Método:	Actual	Distancia (m)		322,3		
Lugar:	Estaciones 1 - 5	Tiempo (horas-hombre)		0,269		
Operario:	CARGO	Observaciones: Para el desarrollo de dicha operación se dispone de dos personas en un vehículo eléctrico. El recorrido es realizado cada 30 minutos.				
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano					

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				●	→	■	▼	□	
Recambio de carro kan ban vacío por lleno			6,033	x					
Traslado de carro kan ban hasta primer punto de consumo		53,3	0,320		x				
Chequeo de casetas vacías en SAG lado de línea			1,117				x		
Recambio de casetas llenas por vacías entre SAG y carro kan ban			1,567	x					
Traslado de carro kan ban hasta segundo punto de consumo		25,5	0,153		x				
Chequeo de casetas vacías en SAG lado de línea			0,850				x		
Recambio de casetas llenas por vacías entre SAG y carro kan ban			0,617	x					
Traslado de carro kan ban hasta tercer punto de consumo		171,0	1,026		x				
Chequeo de casetas vacías en SAG lado de línea			0,767				x		
Recambio de casetas llenas por vacías entre SAG y carro kan ban			0,267	x					
Traslado de carro kan ban hasta cuarto punto de consumo		23,0	0,138		x				
Chequeo de casetas vacías en SAG lado de línea			1,383				x		
Recambio de casetas llenas por vacías entre SAG y carro kan ban			1,617	x					
Traslado a zona de carros kan ban en alero		49,5	0,297		x				
<b>Total</b>		322,3	16,151	5	5	0	4	0	

Figura 7.47: Cursograma analítico del abastecimiento de SAG. Fuente: Elaboración propia.

## Abastecimiento de Facilidad Cables

Se observa que el abastecimiento de cables es realizado por una persona de manera manual, trasladando el carro a pie desde la zona de preparación de la secuencia de cables anterior y posterior hasta el punto de uso.

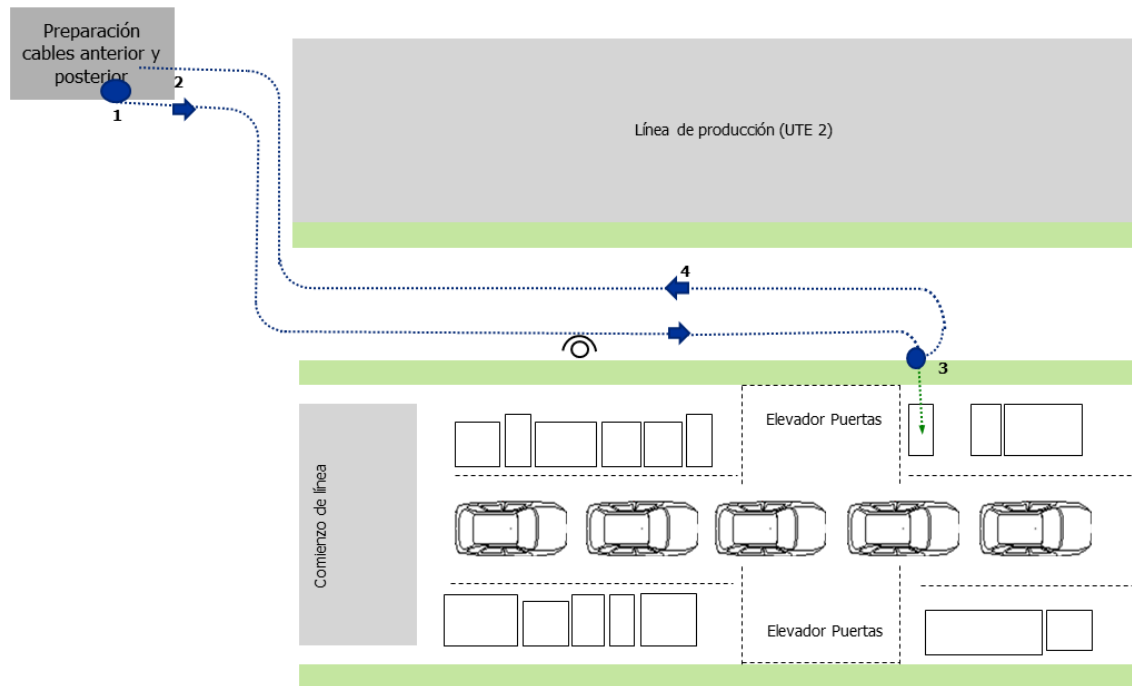


Figura 7.48: Diagrama de recorrido de abastecimiento de cables. Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico del material									
Diagrama núm.:	-	Resumen			Actual				
Objeto:	Relevamiento de información	Operación	●	2					
		Transporte	➔	2					
		Espera	⏸	0					
Actividad:	Abastecimiento Chicotes	Inspección	■	0					
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento	▼	0					
Método:	Actual	Distancia (m)		91,7					
Lugar:	Estaciones 1 - 5	Tiempo (horas-hombre)		0,153					
Operario:	CARGO	Observaciones: Para el desarrollo de dicha operación se dispone de una persona que traslada manualmente un carro específico con material para el montaje de 9 vehículos.							
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Descarga de contenedores vacíos y carga de contenedores llenos			4,570	●	➔	⏸	■	▼	
Traslado de carro hasta el punto de uso.		45,8	0,275	●	➔	⏸	■	▼	
Descarga contenedores llenos en sag del punto de uso y recoge contenedores vacíos			4,060	●	➔	⏸	■	▼	
Traslado del carro hasta zona de chicotes		45,8	0,275	●	➔	⏸	■	▼	
<b>Total</b>		91,7	9,180	2	2	0	0	0	

Figura 7.49: Cursograma analítico del abastecimiento de cables. Fuente: Elaboración propia.



## Abastecimiento de Facilidades de cable y de aislante vano motor

El abastecimiento se desarrolla por medio de un vehículo eléctrico que lleva un tren con 3 facilidades (una de aislante vano motor, una de cable apertura baúl y otra de cable apertura capot).

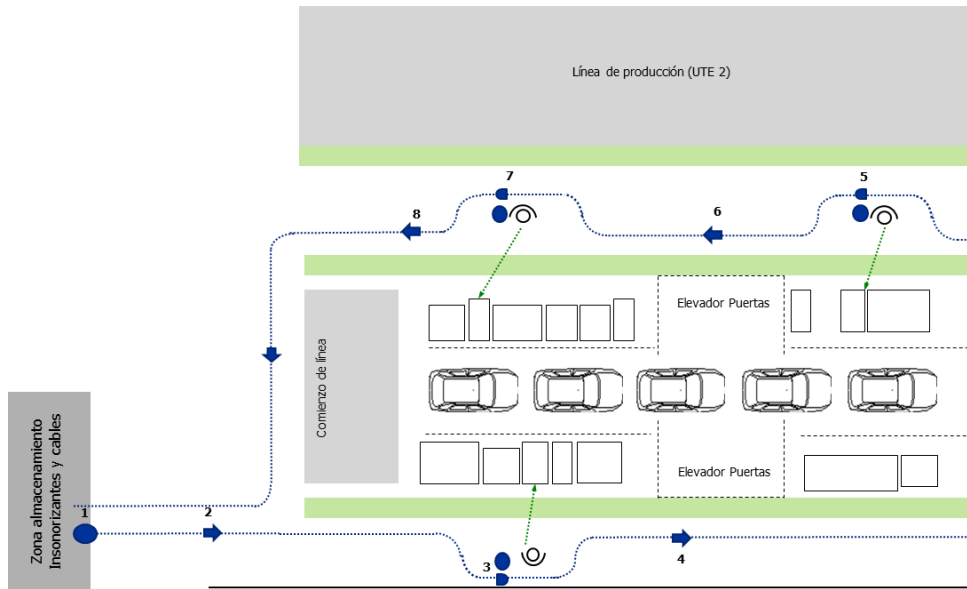
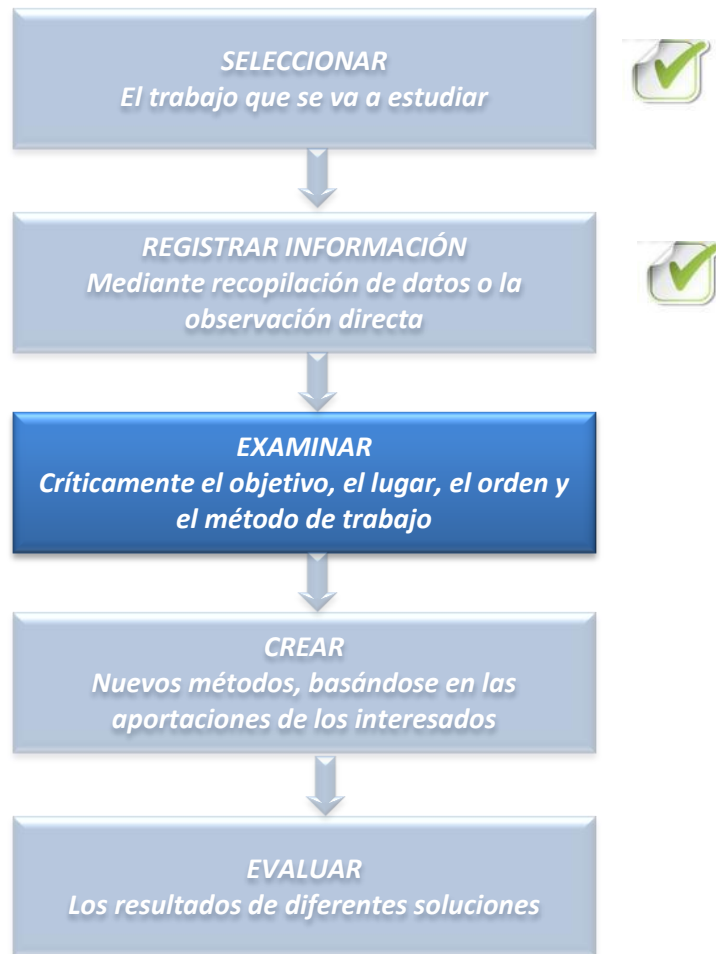


Figura 7.50: Diagrama de recorrido de abastecimiento de cables y aislantes. Fuente: Elaboración propia.

Cursograma analítico del material									
Diagrama núm.:	-	Resumen			Actual				
Objeto:	Relevamiento de información	Operación	●	4					
		Transporte	→	4					
		Espera	■	0					
Actividad:	Abastecimiento Cable y aislante vano motor	Inspección	□	0					
Unidad Operativa:	Montaje	Almacenamiento	▼	0					
Método:	Actual	Distancia (m)		265,8					
Lugar:	Estaciones 1 - 5	Tiempo (horas-hombre)		0,139					
Operario:	CARGO	Observaciones: Para el desarrollo de una persona y un vehículo eléctrico que realiza el recorrido cada 20 minutos							
Compuesto por:	Amuchástegui Mariano								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	●	→	■	□	▼	Observaciones
Recambio de carros de cables y de carro de aislante vano motor vacío por lleno			3,640	X					
Traslado de carro kan ban hasta primer punto de consumo		35,0	0,210	X					
Recambio de carros vacíos por llenos de aislante vano motor			1,340	X					
Traslado hasta próximo punto de consumo		176,7	1,060	X					
Recambio de carros vacíos por llenos de cable apertura capot			1,150	X					
Traslado hasta próximo punto de consumo			0,617	X					
Recambio de carros vacíos por llenos de cable apertura baúl		19,2	0,115	X					
Traslado a zona de preparación en alero		35,0	0,210	X					
<b>Total</b>		265,8	8,342	4	4	0	0	0	

Figura 7.51: Cursograma analítico del abastecimiento de cables y aislantes. Fuente: Elaboración propia.

### 7.3 Examinar los hechos registrados e identificar las causas raíces



#### **Examinar críticamente**

Para examinar críticamente porqué se producen los problemas, recorro al autor Duke Okes (2009) quien describe que el Análisis de Causa Raíz (ACR) es un método para la resolución de problemas que intenta identificar las causas de los mismos. El objetivo primario del ACR es identificar los factores que resultaron en la naturaleza, la magnitud, la ubicación o el momento de un evento o más, para poder identificar comportamientos, acciones, o condiciones que son necesarias que cambien.



Para la implementación del método se debe:

- Preguntar por qué e identificar las causas asociadas al problema. El por qué se refiere a los factores que contribuyeron directamente con el problema.
- Identificar los demás factores perjudiciales que puedan también ser consideradas causas raíces. Si existen múltiples causas, que es lo que suele suceder, detectarlas para accionar sobre ellas en el futuro.

Para ello, se toma cada uno de los problemas y con el fin de tener en cuenta estos aspectos, se utilizarán las siguientes herramientas:

**Los 5 porqués**, recurriendo a los autores Peter S. Pande, Robert Neuman y Roland Cavanagh (2002), para identificar las causas asociadas a cada problema. Consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿por qué?" hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las acciones necesarias para erradicarla y solucionar el problema. El número cinco no es fijo y hace referencia al número de preguntas a realizar, de esta manera se trata de ir preguntando sucesivamente "¿por qué?" hasta encontrar la solución, sin importar el número de veces que se realiza la pregunta.

**El diagrama de Causa-Efecto**, recurriendo al Dr. Kaoru Ishikawa (1990), para identificar los demás factores que puedan ser considerados causas raíces. Este diagrama, también conocido como diagrama espina de pescado o diagrama causal, consiste en una representación gráfica de las relaciones de causa-efecto entre las distintas variables que intervienen en un proceso como Personal, Método, Materiales, Máquina, Administración y Entorno entre otras. Es una herramienta que facilita el entendimiento de las causas que originan el problema, además de pensar sobre todas las causas reales y potenciales del mismo. El diagrama tiene la ventaja que permite visualizar de manera rápida y clara la relación entre las distintas causas que inciden en el origen del problema.

**Gráfico de afinidad**, recurriendo al autor Joseph Juran (1993), para asociar las causas y clasificarlas en conceptos de diversas categorías. Este es un método de categorización de la información mediante el cual se clasifican

varios conceptos en diversas categorías y se agrupan los elementos que estén relacionados entre sí.

Se procede a utilizar las herramientas recién mencionadas:

### 7.3.1 Los 5 por qué y el diagrama causa-efecto

**Problema:** *Baja flexibilidad operativa*

#### 5 ¿Por qué?

- ¿Por qué hay baja flexibilidad operativa en las primeras estaciones?

Porque no se tiene capacidad para planificar, producir o controlar los procesos y productos comprometidos.

- ¿Por qué no se tiene capacidad para planificar, producir o controlar los procesos y productos comprometidos?

Porque el **espacio al lado de línea es escaso** para toda la variedad de material que es necesario que esté disponible para la producción, ya que la planta fue concebida para la producción solo del modelo Siena.

#### Diagrama Causa - Efecto

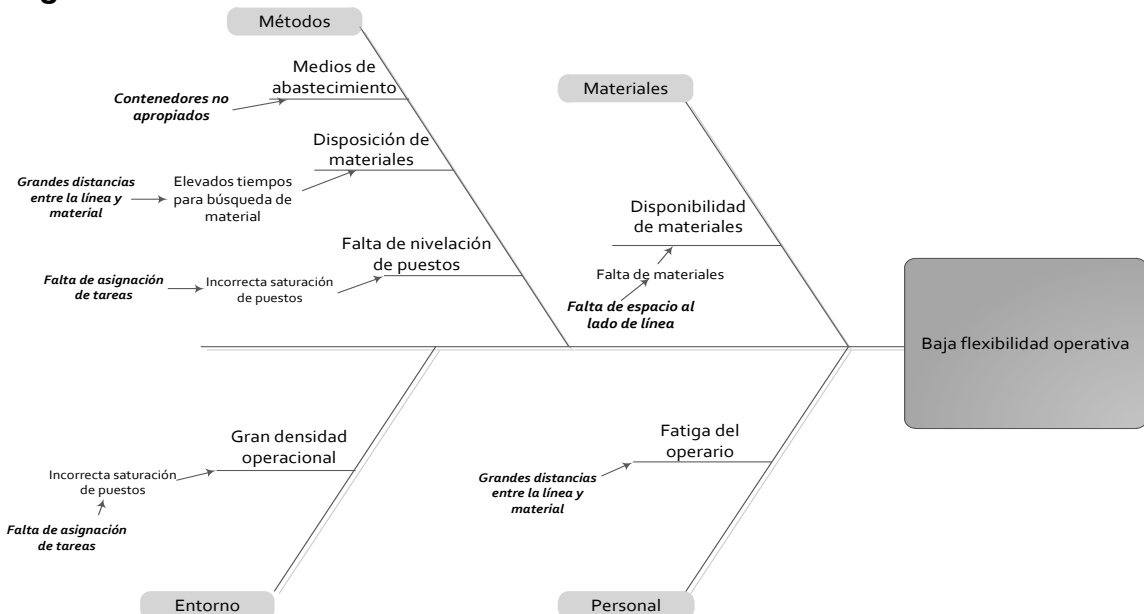


Figura 7.52: Diagrama causa-efecto de baja flexibilidad operativa. Fuente: Elaboración propia.

## **Problema: Elevadas pérdidas de mano de obra**

### **5 ¿Por qué?**

- ¿Por qué hay elevadas pérdidas de mano de obra en las primeras estaciones?

Debido a que el operador tiene un exceso de recorrido para la búsqueda de materiales.

- ¿Por qué el operador tiene un exceso de recorrido para la búsqueda de materiales?

Porque el puesto de trabajo no está organizado de manera correcta.

- ¿Por qué el puesto de trabajo no está organizado de manera correcta?

Porque la diversidad de material que debe ubicarse a borde de línea, actualmente excede al espacio disponible.

### **Diagrama Causa – Efecto**

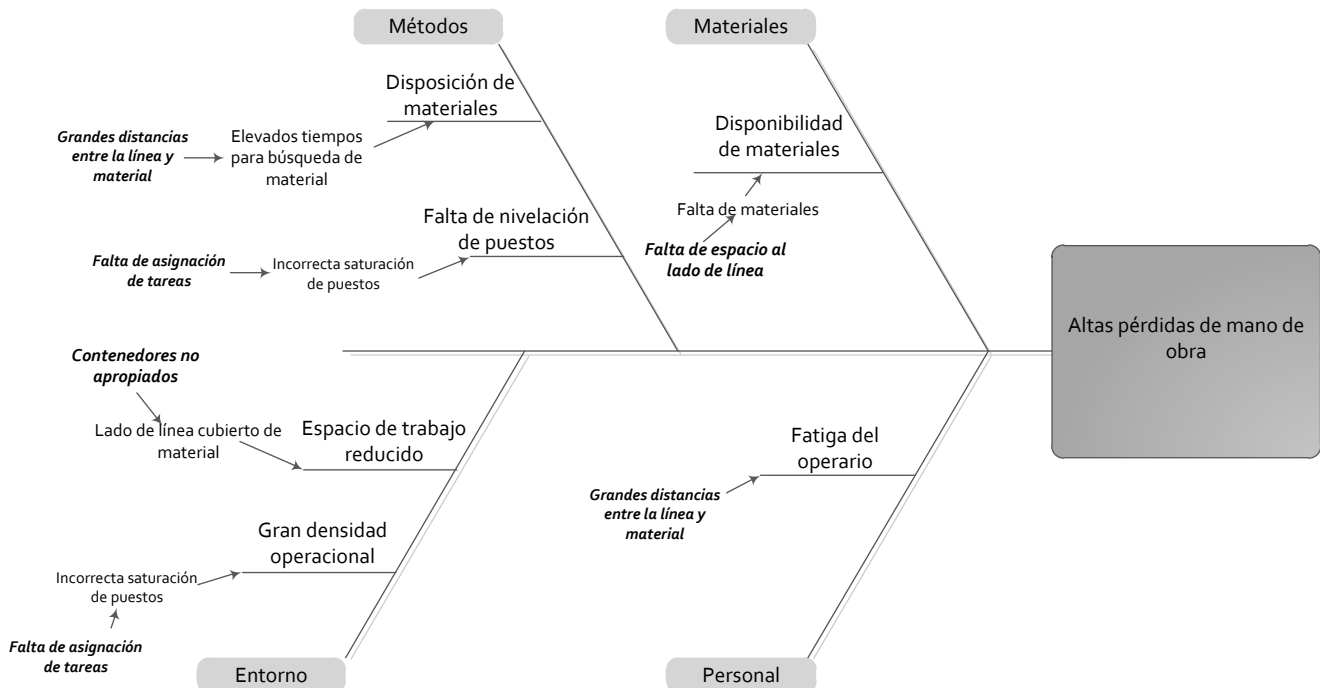


Figura 7.53: Diagrama causa-efecto de altas pérdidas de mano de obra.

Fuente: Elaboración propia.

## **Problema: Condiciones anti ergonómicas**

### **5 ¿Por qué?**

- ¿Por qué existen condiciones anti ergonómicas en las primeras estaciones?

Porque algunas de las posturas para la toma y montaje del material no son las correctas.

- ¿Por qué las posturas para la toma del material no son las correctas?

Porque los contenedores de algunos materiales que deben ser tomados por el operario no respetan los estándares ergonómicos

- ¿Por qué no respetan los estándares ergonómicos?

Porque no fueron considerados a la hora del diseño de los contenedores del material.

### **Diagrama Causa – Efecto**

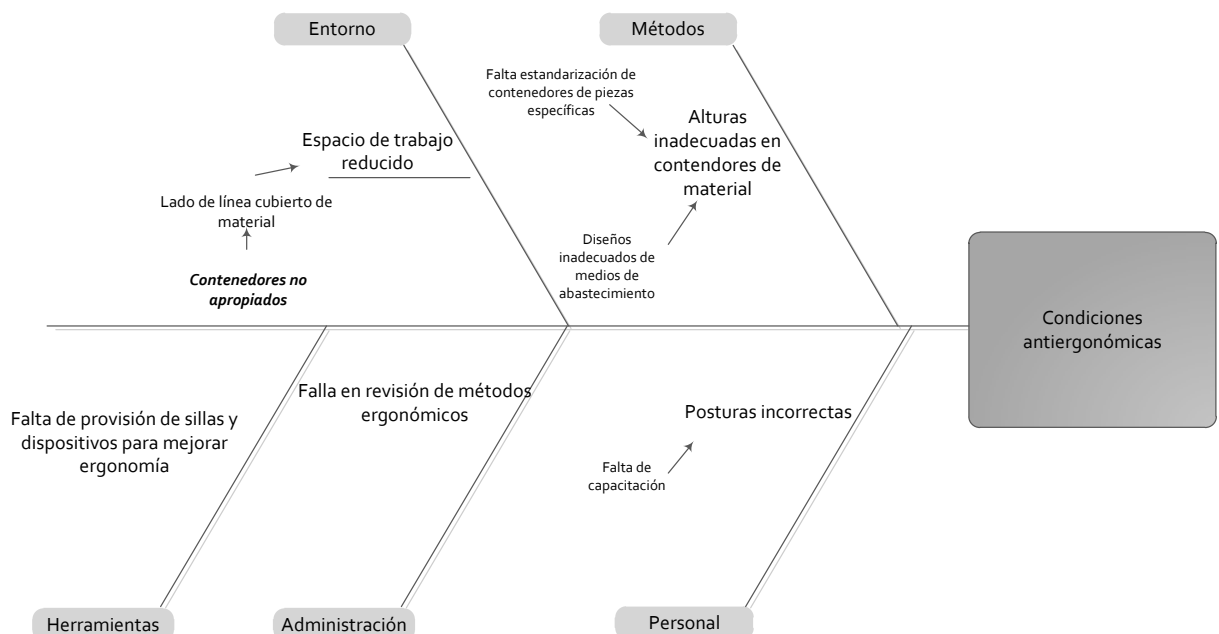


Figura 7.54: Diagrama causa–efecto de condiciones anti ergonómicas.  
Fuente: Elaboración propia.

## **Problema: Abastecimiento Ineficiente**

### **5 ¿Por qué?**

- ¿Por qué el abastecimiento es ineficiente?

Porque se generan demoras en el aprovisionamiento de material al lado de línea.

- ¿Por qué se generan demoras en el aprovisionamiento de material al lado de línea?

Porque los operarios tienen inconvenientes para maniobrar en dicha zona.

- ¿Por qué los operarios tienen inconvenientes para maniobrar?

Porque el **espacio es escaso** y las **facilidades no son adecuadas** para maniobrarlas.

### **Diagrama Causa – Efecto**

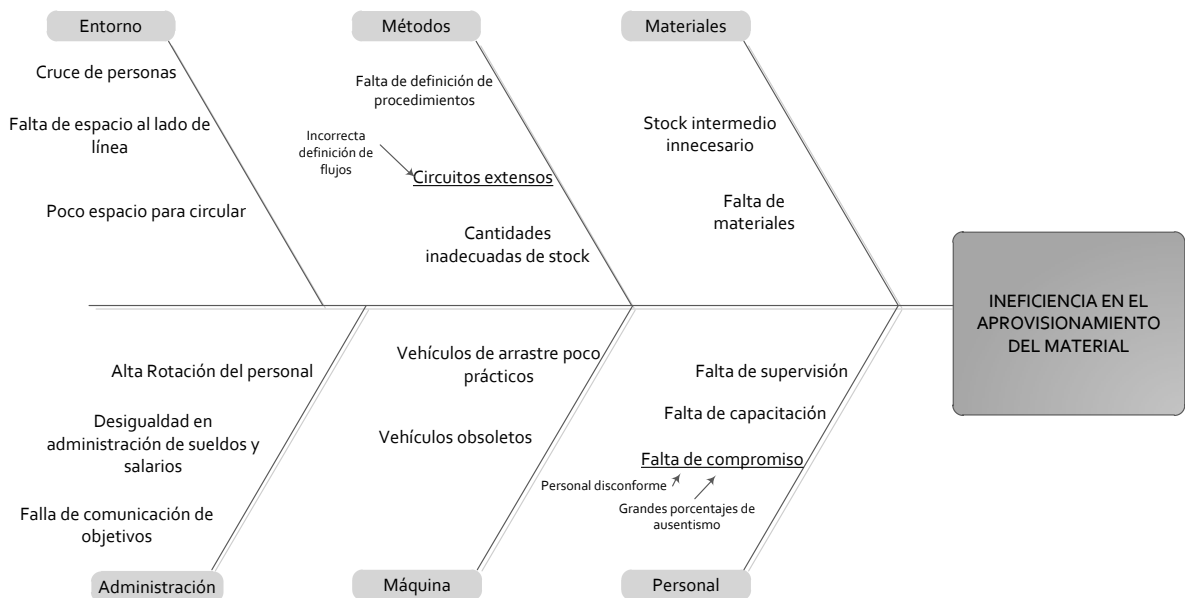


Figura 7.55: Diagrama causa–efecto de ineficiencia en el aprovisionamiento del material.

Fuente: Elaboración propia.

### 7.3.2 Gráfico de Afinidad

Al contar con las diferentes causas que generan nuestros problemas las consignamos en un gráfico de afinidad, para ello, se exponen las causas identificadas con los 5 porqué y los diagramas de causa – efecto relacionadas a cada problema:

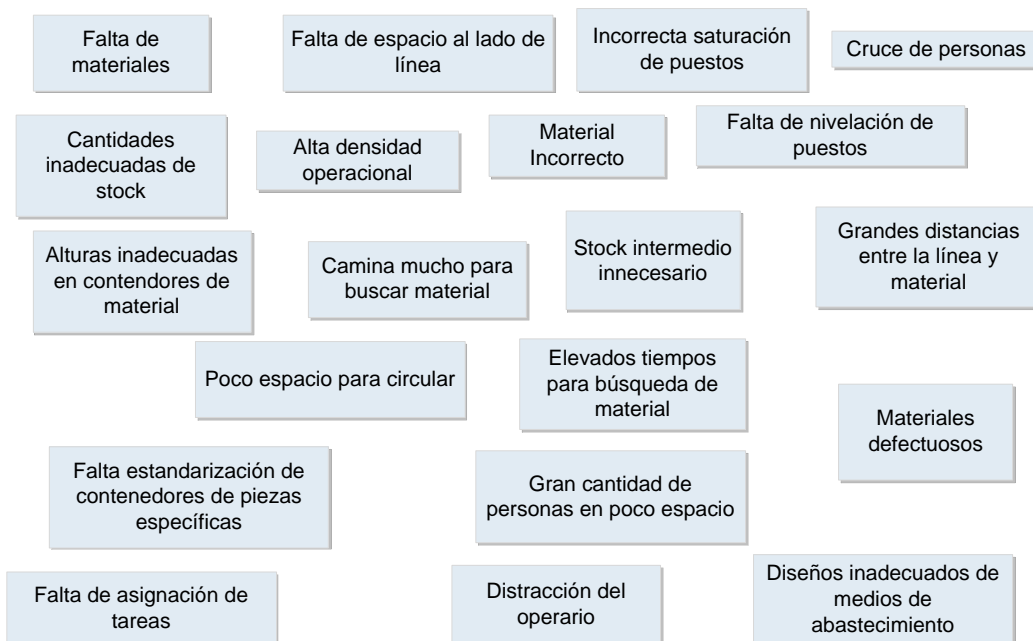


Figura 7.56: Causas identificadas con los 5 porqué. Fuente: Elaboración propia.

Luego se estratifican todas las causas por grupos afines, donde las causas que sean similares se consideran “de afinidad mutua” y se colocan en un solo grupo:



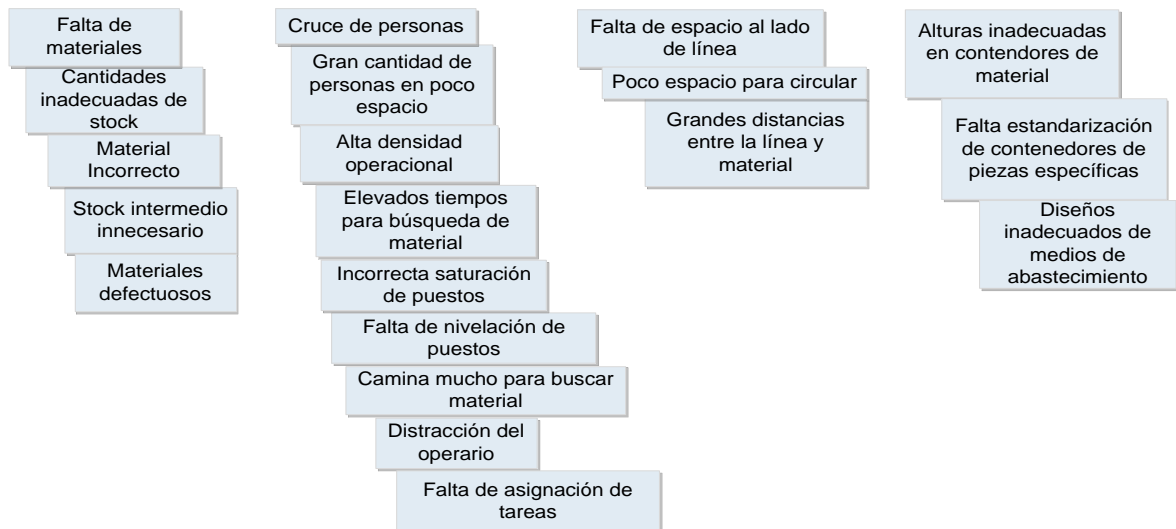


Figura 7.57: Causas agrupadas por afinidad mutua. Fuente: Elaboración propia

Una vez agrupadas las causas se crea un título jerárquico para cada agrupación, obteniendo el gráfico de afinidad:

Materiales	Mano de obra	Espacio	Medios
Falta de materiales	Cruce de personas	Falta de espacio al lado de línea	Alturas inadecuadas en contenedores de material
Cantidades inadecuadas de stock	Gran cantidad de personas en poco espacio	Poco espacio para circular	Falta estandarización de contenedores de piezas específicas
Material Incorrecto	Alta densidad operacional	Grandes distancias entre la línea y material	Diseños inadecuados de medios de abastecimiento
Stock intermedio innecesario	Elevados tiempos para búsqueda de material		
Materiales defectuosos	Incorrecta saturación de puestos		
	Falta de nivelación de puestos		
	Camina mucho para buscar material		
	Falta de asignación de tareas		
	Distracción del operario		

Figura 7.58: Resultados del grafico de afinidad. Fuente: Elaboración propia.



Una vez que contamos con el gráfico de afinidad podemos decir que las deficiencias de la producción y la escasa flexibilidad productiva se deben a las siguientes causas:

**Materiales:** falta de materiales, material en exceso, material defectuoso, material incorrecto.

**Mano de Obra:** gran densidad operacional, elevados tiempos en búsqueda de material, incorrecta saturación, falta de saturación del operario, distracciones del operario.

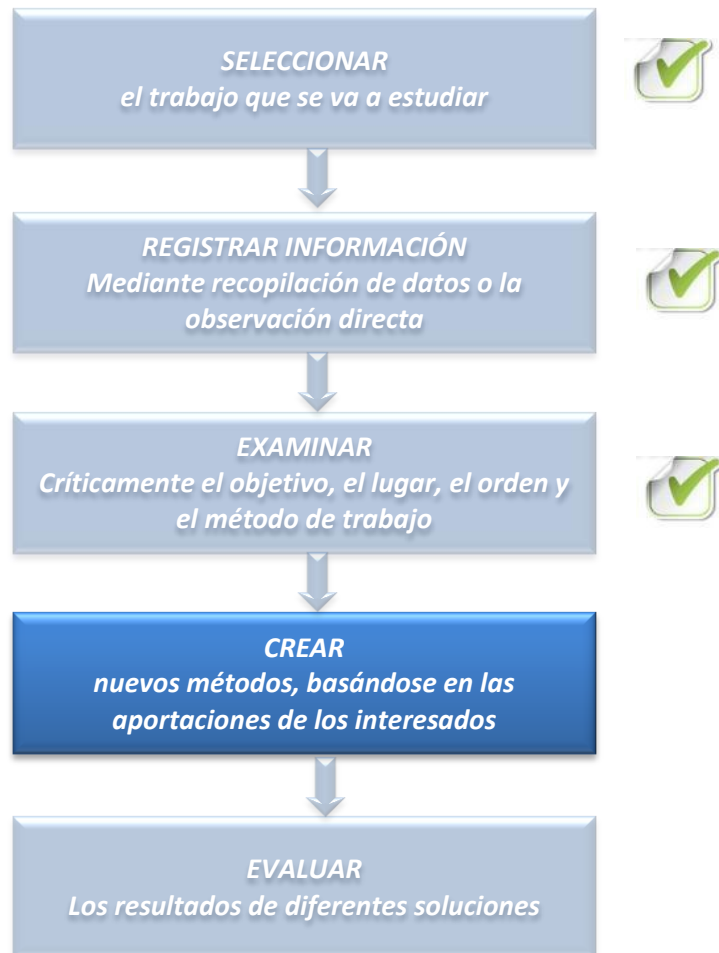
**Espacio:** falta espacio al borde de línea, espacio insuficiente para el aprovisionamiento de material, grandes distancias entre el material y el operario.

**Medios:** material dispuesto en alturas inadecuadas, falta de estandarización de contenedores, diseños inadecuados de los medios específicos.

Por medio del análisis de especialistas del área de calidad, logística, ingeniería, producción y mano de obra, se toma cada uno de los grupos mencionados anteriormente y se resume en una causa raíz por grupo (materiales, mano de obra, espacio y medios). De esta manera, las causas raíces identificadas son:

- *Método de abastecimiento inadecuado.*
- *Incorrecta saturación de los operarios.*
- *Espacio insuficiente al borde de línea.*
- *Contenedores inadecuados.*

## 7.4 Crear nuevos métodos



En esta etapa se busca establecer el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas.

Para generar soluciones eficaces, recorro a los autores Peter Pande, Robert Neuman y Roland Cavanagh (2009), que sugieren el seguimiento de tres pasos:



**1) Generar ideas creativas como posibles soluciones:** por medio del desarrollo de una tormenta de ideas.

**2) Organizar esas ideas:** una vez generadas las ideas, se necesita desarrollar y refinar una "declaración de la solución" que aborde lo recogido en la declaración del problema. Para hacerlo, se debe:

- a. Refinar la lista que se obtiene en la tormenta de ideas.
- b. Descripción e impacto esperado.
- c. Utilizar la información del punto b para generar ideas de solución global.

**3) Seleccionar una solución:** se debe tomar la mejor decisión posible a la hora de seleccionar la solución. Los pasos son:

- a. Realizar una prueba de requisitos mínimos.
- b. Evaluar el beneficio que se conseguirá y el esfuerzo necesario para ello.

#### **7.4.1 Generar ideas creativas como posibles soluciones**

En este paso, se recurre a Peter Pande, Robert Neuman y Roland Cavanagh (2009), quienes proponen el uso de la herramienta tormenta de ideas o brainstorming. Esta es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de diferentes posibles soluciones, donde la principal regla del método es aplazar el juicio, ya que en un principio toda idea es válida y ninguna debe ser rechazada. En un brainstorming se busca tácticamente la cantidad sin pretensiones de calidad y se valora la originalidad. Cualquier persona del grupo puede aportar cualquier idea de cualquier índole, la cual crea conveniente para el caso tratado. Un análisis ulterior explota estratégicamente la validez cualitativa de lo producido con esta técnica. En la sesión se debe aportar una idea por ronda. Por lo cual se debe ser claro de lo que se expone. Se elige un tema,



establece un tiempo y escribe frases o palabras relacionadas con el tema de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado.

Para la aplicar este método se trabaja con las personas referentes y responsables de las distintas áreas a las que afecta el problema. Este grupo se conforma por las siguientes personas:

- Responsable de la unidad de montaje.
- Responsable de métodos logísticos.
- Responsables de los tramos afectados.
- Referentes de la organización del puesto de trabajo.
- Coordinadores de los tramos.
- Operarios de los puestos de trabajo.
- Coordinadores de la operación logística.
- Responsables de mano de obra.
- Analistas de tiempo.
- Referentes de calidad.
- Responsable de World Class Manufacturing de la unidad de montaje.
- Referente de recursos humanos.
- Referente de higiene y seguridad.

Con la formación de este grupo multidisciplinario se asegura la diversidad de opiniones y gracias a la experiencia de los integrantes, la posibilidad de que surjan ideas relacionadas con la aplicación de buenas prácticas utilizadas en



otras plantas del grupo. Además al incluir a personas con distintos niveles de jerarquía permite incluir opiniones tanto del personal que se encuentra trabajando en la operación y el personal de apoyo del mismo, con lo que se logra una mejor aceptación por parte de los operarios.

Como resultado de la aplicación de este método surgieron las siguientes ideas:

- Implementación de Kit car.
- Implementación de camas de rodillos ubicadas entre el operario y el vehículo donde se disponga del material necesario.
- Implementación de kit box.
- Uso de bandejas para minutería.
- Utilización de carros con contenedores para minutería.
- Contenedores específicos para los materiales más voluminosos.
- Abastecimiento por medio de Vehículos guiados automáticamente (AGV).
- Extensión de la línea de montaje para aumentar espacio en línea.
- Creación de nuevas líneas productivas en el predio de la empresa.



## 7.4.2 Organizar las ideas

### ***7.4.2.a Refinar la lista que se obtiene en la tormenta de ideas.***

En esta etapa se eliminan las ideas sin posibilidades mediante votación múltiple, que es un método utilizado para reducir una larga lista de posibilidades a sólo una que el equipo de trabajo pueda debatir en detalle.

Las ideas eliminadas por votación múltiple debido a inviabilidad técnica, económica y poca practicidad son:

- Implementación de camas de rodillos ubicadas entre el operario y el vehículo donde se disponga del material necesario (Inviabilidad Técnica: debido a que la línea de producción se mueve y el operario debe acompañar al vehículo en su montaje, por lo que las camas de rodillos serían estáticas e quedarían inutilizables e impedirían el normal trabajo del operario).
- Contenedores específicos para los materiales más voluminosos. (Poca practicidad debido a falta de condiciones ergonómicas y problemas de espacio al borde de línea).
- Extensión de la línea de montaje para aumentar espacio en línea. (Inviabilidad económica, debido a que se deberían realizar grandes inversiones con cambios edilicios de gran envergadura).
- Creación de nuevas líneas productivas en el predio de la empresa. (Inviabilidad económica, debido a necesidades de grandes inversiones para nuevas plantas y adquisición de tecnología para crear la nueva línea).

Las ideas o soluciones posibles que se analizan con mayor profundidad son:

- Implementación de Kit car.



- Implementación de kit box.
- Uso de bandejas para minutería.
- Utilización de carros con contenedores para minutería. (Carros Ro Ro)
- Abastecimiento por medio de Vehículos guiados automáticamente (AGV).

En lo que respecta a las ideas a analizar, las mismas ya se han implementado en otras empresas del grupo dando resultados satisfactorios para los cuales se está trabajando.

#### ***7.4.2.b Descripción e impacto esperado***

##### **Implementación de Kit Car:**

Ayuda a aumentar la flexibilidad productiva y reducir los tiempos de búsqueda de material mejorando además las condiciones ergonómicas del operario.

El **kit car** (carro kit) consiste en una estructura tubular sobre ruedas diseñada específicamente para disponer cierta cantidad de piezas en la posición más cercana al punto de utilización. Éste acompaña al vehículo enganchado al mismo durante un número determinado de estaciones de trabajo, hasta que todos los materiales del mismo son utilizados. Una vez vacío, se desengancha y se coloca fuera de línea.

Este método permite al operario trabajar en concordancia con los principios de la economía de movimientos.





*Figura 7.59: Imagen de kit car*

### Implementación de Kit Box:

Aumenta la flexibilidad productiva y reduce los porcentajes de actividades que no agregan valor del operario.

**Kit Box** (caja kit), es un contenedor el cual es colocado en el interior del vehículo y viaja durante un número determinado de estaciones con un conjunto de materiales o piezas que corresponden a ese vehículo, protegidas y con ubicación específica dentro del contenedor. De esta manera los materiales se ubican lo más cercano posible al punto de utilización respetando los principios de economía de los movimientos.

El contenedor es tomado desde una estantería dinámica en el primer puesto de trabajo, colocado en el interior del vehículo, y una vez utilizadas las piezas en el interior del vehículo el contenedor es retirado y colocado en estanterías para este fin.

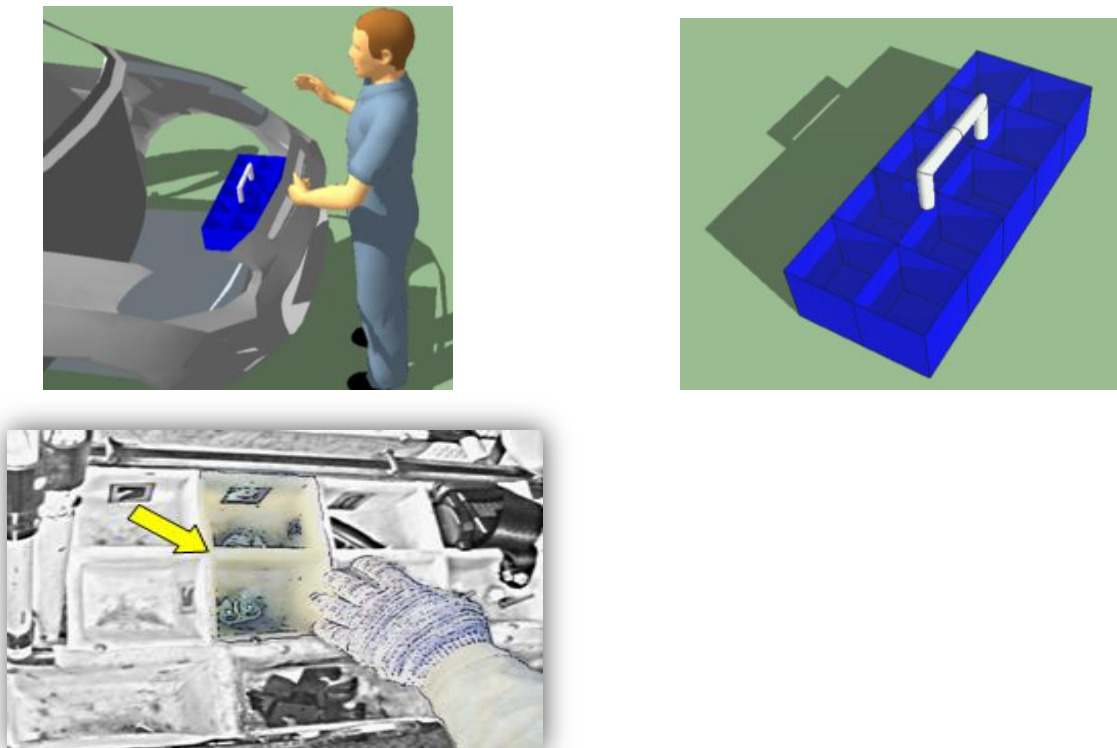


*Figura 7.60: Imagen de kit box*

### Implementación de bandejas con minutería:

Disminuye los tiempos de abastecimiento, reduce los tiempos de búsqueda de material del borde de línea, y mejora las condiciones ergonómicas del puesto.

Las **bandejas con minutería** constan de alojamientos para los distintos materiales utilizados en el puesto, donde el operario transportará consigo la bandeja.



*Figura 7.61: Imagen de bandeja para minutería*

Dichas bandejas disponen de mangos ergonómicos y su peso no debe superar los 10 kg (condición ergonómica).

Cada una de ellas tienen identificado el material que va en cada alojamiento mediante una etiqueta, y diferenciado con colores según el modelo al que corresponda el material.

En caso de que la bandeja no pueda ser apoyada en el interior del vehículo, se disponen de “ganchos” para afirmarla a la carrocería, evitando así que el operador la tenga que sujetar durante el tiempo de operación.

La cantidad de piezas de cada alojamiento debe cubrir 2 horas de stock, lo que produce un recambio cada dos horas de una bandeja llena por una vacía por parte del operador.

### Implementación de carros Ro Ro:

Ayuda a reducir los tiempos de búsqueda de material por parte del operario y mejorar las condiciones ergonómicas del puesto.

Los carros Ro-Ro son pequeñas estructuras tubulares con ruedas en cuya parte superior se alojan contenedores con la minutería que se debe utilizar en el puesto de trabajo.



*Figura 7.62: Imagen de carros ro ro.*

Se aconseja utilizar este sistema en aquellos puestos donde se cuenta con suficiente espacio en el interior de la línea para trasladarlos sin que interrumpan el paso de otros operarios.

Se emplean medidas estándares y ergonómicas para su diseño, donde el material quede a la altura adecuada de acuerdo al puesto en el que se utilice.

Debe ser empleado en el caso de que no haya más de 6 diseños distintos de minutería a ser montados en el puesto, ya que perdería su practicidad.

La cantidad de cada material dependerá del contenedor que sea cargado en la parte superior del carro, pero habitualmente oscila entre 4 y 6 hs de producción.

#### Abastecimiento por medio de Vehículos guiados automáticamente (AGV):

Elimina los tiempos muertos de los operadores logísticos y optimiza el abastecimiento.

**El AGV** es un vehículo guiado por cinta magnética que realiza el traslado de los materiales hasta el punto donde es necesario utilizarlo, y permite un abastecimiento más eficiente ya que se prescinde del recurso humano. Las frecuencias y tiempos de abastecimiento pueden ser programadas en función de las necesidades de la línea productiva.



*Figura 7.63: Imagen AGV.*

### 7.4.2.c Utilizar la información del punto anterior para generar ideas de solución global.

Antes de definir soluciones globales, se procede al seguimiento de una matriz definida por World Class Manufacturing que define el método óptimo de abastecimiento en función del tipo de material que se trate.

La matriz de abastecimiento es la siguiente:

CLASE	TIPOLOGÍA	SUB CLASE	SUBGRUPO	KIT CAR	KIT BOX	Bandejas de minutería	Carros Ro Ro	AGV	
A	A	COSTOSO	AA1	Multivariante / Voluminoso	X				X
			AA2	Voluminoso	X				X
			AA3	Multivariante	X				X
			AA4	Resto Costosos	X				X
	B	VOLUMINOSO	AB1	Multivariante	X				X
			AB2	Resto voluminosos	X				X
	C	MULTIVARIANTE	AC		X				X
B	NORMAL	B		X	X			X	
C	MINUTERÍA	C				X	X		

Figura 7.64: Matriz de abastecimiento. Fuente: Pilar Logística, World Class manufacturing.

En las filas vemos los distintos tipos de materiales, los cuales están clasificados en: A, B y C, donde se definen a los clase A como los materiales más caros cuya suma de costo conforman un 50% del costo del vehículo, los clase C, categorizados como minutería, que son aquellos cuyo volumen es menor a 0,015 lts, y los clase B son los restantes. A su vez, los clase A se subcategorizan en AA, AB y AC, siendo los AA los materiales más caros de los clase A que conforman un 50% del total, los AB son aquellos clase A que no son AA y su volumen es mayor a 60 lts, y por otro lado, los AC son los clase A que no son AA ni AB, pero tienen 3 o más versiones. Finalmente los clase AA y AB se subcategorizan como se ve en la matriz con los mismos criterios anteriores. Vemos un resumen:

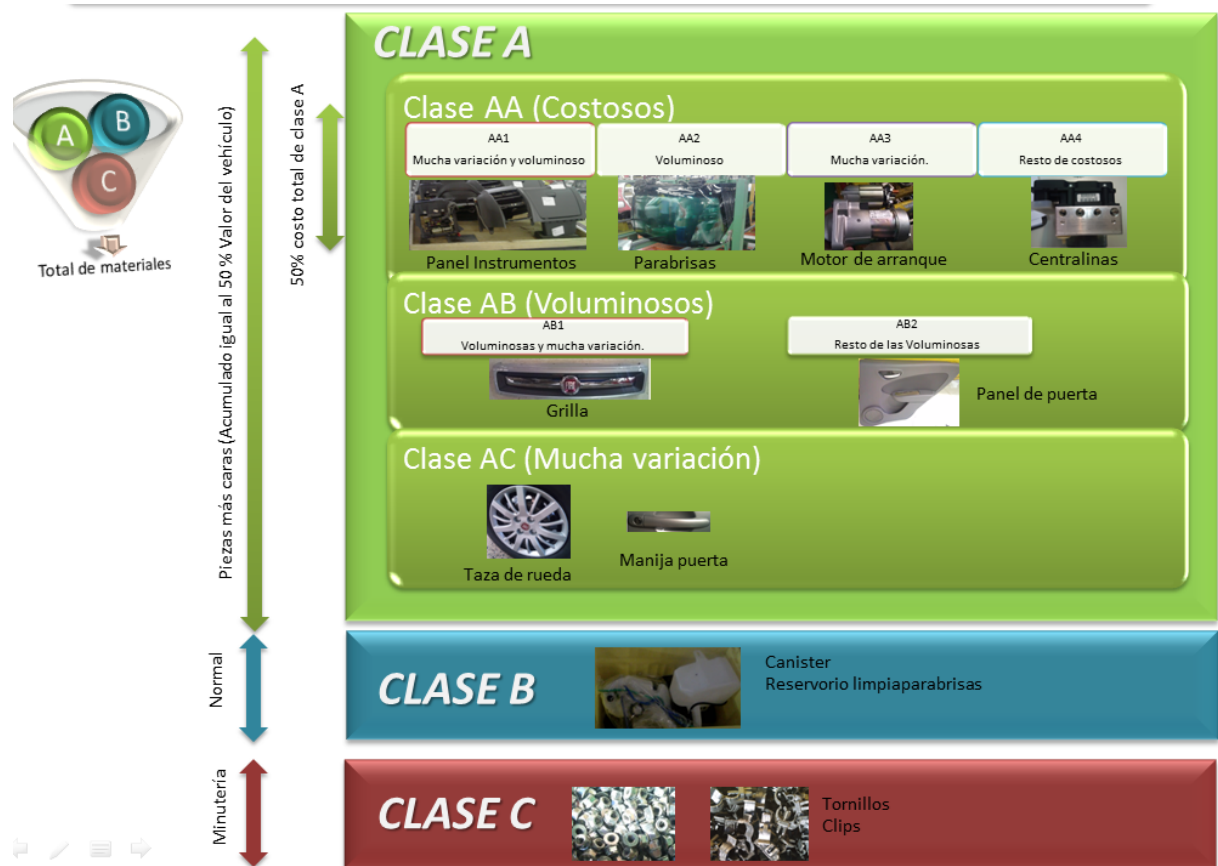


Figura 7.65: Clasificación de materiales. Fuente: Elaboración propia.

En las columnas podemos ver los métodos descritos en el punto 7.4.2.b.

Señalados con una cruz se indica qué método puede ser utilizado para cada clase de material.

En función de lo expuesto anteriormente, se establecen las distintas posibilidades de combinación para determinar una solución global

**Alternativa 1:** Abastecimiento en kit car para materiales clase A + Abastecimiento en Kit Box de materiales clase B + Abastecimiento en bandejas materiales clase C + AGV

**Alternativa 2:** Abastecimiento en kit car materiales clase A + Abastecimiento en Kit Box materiales clase B + Abastecimiento en carros Ro-Ro para materiales clase C + AGV



**Alternativa 3:** Abastecimiento Kit car materiales clase A + Abastecimiento en kit car materiales clase B + Abastecimiento en bandejas materiales clase C + AGV

**Alternativa 4:** Abastecimiento Kit car materiales clase A + Abastecimiento en kit car materiales clase B + Abastecimiento en carros Ro-Ro para materiales clase C + AGV.

### 7.4.3 Seleccionar una solución

a. Realizar una prueba de requisitos mínimos.

Para la selección de la solución global se definen una serie de requisitos:

- 1) Mejorar la eficiencia del sistema de abastecimiento.
- 2) Mejorar las condiciones ergonómicas en el puesto.
- 3) Liberar espacio ocupado por materiales al borde de línea.
- 4) Tener capacidad de absorber nuevos diseños para el desarrollo de nuevos vehículos.

Se definen los siguientes criterios:

*Nota 1:* No Cumple

*Nota 2:* Cumple Parcialmente

*Nota 3:* Cumple.

*Nota 4:* Cumple Satisfactoriamente



Se desarrolla la prueba de requisitos:

	Requisito 1	Requisito 2	Requisito 3	Requisito 4	Total
Alternativa 1	3	3	3	4	13
Alternativa 2	3	2	2	2	9
Alternativa 3	3	4	4	4	15
Alternativa 4	3	3	2	3	11

Tabla 7.10: Prueba de requisitos. Fuente: Elaboración propia.

Las alternativas más satisfactorias son:

**Alternativa 1:** Abastecimiento en kit car para materiales clase A + Abastecimiento en Kit Box de materiales clase B + Abastecimiento en bandejas materiales clase C + AGV

**Alternativa 3:** Abastecimiento Kit car materiales clase A + Abastecimiento en kit car materiales clase B + Abastecimiento en bandejas materiales clase C + AGV.

b. Evaluar el beneficio que se conseguirá y el esfuerzo necesario para ello.

Se elabora junto con el área de finanzas, ingeniería, logística y mantenimiento un presupuesto estimado de cada una de las alternativas:





## **Alternativa 1:**

### **INVERSIONES**

#### **Kit car:**

Cantidad: 60

Costo unitario: \$2,000.-

**Costo total: \$ 120,000.-**

#### **Kit Box:**

Cantidad: 30.

Costo unitario: \$1,200.-

**Costo total: \$36,000.-**

#### **Bandejas para minutería:**

Cantidad: 45

Costo unitario: \$800.-

**Costo Total: \$36,000.-**

#### **AGV:**

Cantidad: 4

Costo unitario: \$150,000.-

**Costo total: \$ 600,000.-**

***Inversión necesaria Alternativa 1: \$ 792,000.-***



## **BENEFICIOS**

Beneficio estimado por mano de Obra:

### **Mano de obra directa (Línea de producción):**

Reducción de mano de obra: 4 operadores.

Beneficio anual por operario línea productiva: \$192,000.-

**Beneficio anual total de Mano de obra directa: \$768,000.-**

### **Mano de obra indirecta (Operador abastecimiento):**

Reducción de mano de obra indirecta: 2 operadores.

Beneficio anual por operario abastecimiento: \$180,000.-

**Beneficio anual total de Mano de obra indirecta: \$360,000.-**

### **Alquiler de medios:**

Reducción de medios: 1

Costo anual alquiler de medios: \$144,000.-

**Beneficio anual total alquiler de medios: \$ 144,000.-**

***Beneficio total anual estimado: \$1,272 ,000.-***

**B/C= 1,6**



### **Alternativa 3:**

#### **INVERSIONES**

##### **Kit car:**

Cantidad: 60

Costo unitario: \$2,000.-

**Costo total: \$ 120,000.-**

##### **Bandejas para minutería:**

Cantidad: 45

Costo unitario: \$800.-

**Costo Total: \$36,000.-**

##### **AGV:**

Cantidad: 6

Costo unitario: \$150,000.-

**Costo total: \$ 900,000.-**

***Inversión necesaria Alternativa 1: \$ 1,056,000.-***

#### **BENEFICIOS**

Beneficio estimado por mano de Obra:

##### **Mano de obra directa (Línea de producción):**

Reducción de mano de obra: 6 operadores.



Beneficio anual por operario línea productiva: \$192,000.-

**Beneficio anual total de Mano de obra directa: \$1,152,000.-**

**Mano de obra indirecta (Operador abastecimiento):**

Reducción de mano de obra indirecta: 4 operadores.

Beneficio anual por operario abastecimiento: \$180,000.-

**Beneficio anual total de Mano de obra indirecta: \$720,000.-**

**Alquiler de medios:**

Reducción de medios: 2

Costo anual alquiler de medios: \$144,000.-

**Beneficio anual total alquiler de medios: \$ 288,000.-**

***Beneficio total anual estimado: \$2,160,000.-***

***B/C= 2,04***

A partir de los análisis realizados, se puede observar que la alternativa más conveniente es la Alternativa 3, ya que podemos observar una relación B/C mucho mayor a la alternativa 1.



#### 7.4.4 Desarrollo de la solución:

La solución seleccionada es: Abastecimiento Kit car materiales clase A + Abastecimiento en kit car materiales clase B + Abastecimiento en bandejas materiales clase C + AGV.

Para el desarrollo de la misma, lo primero que debemos realizar es determinar la distribución de los materiales clase A y clase B en los kit car. Para ello, agrupan los materiales en función de la zona donde va montado cada uno, y se procede a determinar la ubicación y el diseño de cada uno de los kit car.

A continuación se detalla un listado con el material agrupado por la ubicación que tiene en el vehículo:

##### **ANTERIOR**

---

Aislante vano motor  
Asta de capot  
Cerradura capó  
Chicote vano motor

##### **DERECHO**

---

Cable de antena  
Plafonera

##### **IZQUIERDO**

---

Cable accionamiento apertura capó  
Comando cerradura  
Palanca comando apertura capot

##### **POSTERIOR**

---

Amortiguador derecho tapa trasera  
Amortiguador izquierdo tapa trasera  
Chicote tapa trasera  
Dispositivo de retención de tapa trasera  
Soporte amortiguador derecho  
Soporte amortiguador izquierdo

En función de la ubicación de los materiales se determinan 2 kit car y se desarrollan sus prototipos;

### ***Kit car anterior Izquierdo:***

- Aislante vano motor
- Asta de capot
- Cerradura capó
- Chicote vano motor
- Cable accionamiento apertura capó
- Comando cerradura
- Palanca comando apertura capot

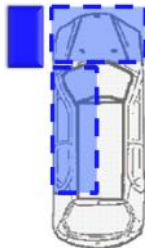
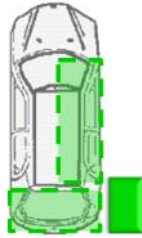


Figura 7.66: Esquema kit car anterior Izquierdo

### ***Kit car posterior Derecho***

- Amortiguador derecho tapa trasera
- Amortiguador izquierdo tapa trasera
- Chicote tapa trasera
- Dispositivo de retención de tapa trasera
- Soporte amortiguador derecho
- Soporte amortiguador izquierdo

- Cable de antena
- Plafonera



*Figura 7.67: Esquema kit car posterior derecho*

Vemos una imagen de los prototipos en la línea de producción:



*Figura 7.68: Imagen de prototipos de kit car.*

Definido el abastecimiento de los materiales clase A y B, se procede con la definición del material clase C.

### Material clase C

Se define el uso de bandejas con minutería para los distintos puestos en cuestión con una cantidad de piezas que cubra un tiempo de 2 horas productivas.



*Figura 7.69: Imagen de bandeja con minutería*

El contenido de cada bandeja se determina en función del material necesario en cada uno de los puestos, esto se hace a partir del relevamiento realizado en la etapa del relevamiento de la información.

Una vez determinados los materiales y cantidades necesarias en cada bandeja, se procede con el desarrollo de un prototipo estándar de la misma.

El material necesario para cada uno de los puestos y el stock necesario es:





## Puesto 1

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
1	1	Presilla de descanso del asta	C	1	2	2	80
1	1	Bucha de fijación asta capot	C	1	2	2	80
1	1	Ribete para Aire acondicionado	C	1	1	1	80

Tabla 7.11: Materiales puesto 1.

## Puesto 2

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
1	2	Tapón de pared de cruscotto	C	1	1	1	80
1	2	Buchas distanciadoras	C	3	2	2	240
1	2	Botones fijación respectivos diseños	C	3	2	2	240
1	2	Tapon longherina	C	1	2	2	80

Tabla 7.12: Materiales puesto 2.



### Puesto 3

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
1	3	Guarnición de pasaje de tubos	C	1	1	1	80
1	3	Tacos metálicos	C	2	1	1	160
1	3	Tapon obturador	C	3	1	1	240
1	3	Tapon de montante inferior	C	1	1	1	80
1	3	Tapon de cable interruptor puerta ant	C	1	2	2	80
1	3	Tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	C	1	2	2	80

Tabla 7.13: Materiales puesto 3.

### Puesto 4

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
1	4	Tapon pasaje cable acelerador	C	1	1	1	80
1	4	Tirante comando cerradura baúl	C	1	2	2	80
1	4	Tornillos fijación cerradura baúl	C	2	1	1	160
1	4	Guarnición de pasaje de tubos	C	1	1	1	80



1	4	Tacos metálicos DX de fijación parasol	C	2	1	1	160
1	4	Tapones obturadores	C	3	1	1	240
1	4	Tapon de montante inferior (Dis: 4103756)	C	1	1	1	80
1	4	Tapon de cable interruptor puerta ant	C	1	2	2	80
1	4	Tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	C	1	2	2	80

Tabla 7.14: Materiales puesto 4.

## Puesto 5

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
1	5	Ribetes	C	2	1	1	160
1	5	Tapon obturación luz trasera	C	2	2	2	160
1	5	Tapon zona batente asiento posterior	C	2	1	1	160
1	5	Tornillos torx dis 46536331	C	2	1	1	160
1	5	Tornillos torx dis 46536331	C	2	1	1	160

Tabla 7.15: Materiales puesto 5.



## Puesto 6

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
2	6	Tapon aislante fij cable delantero (dis 46436386)	C	2	1	1	160
2	6	Presillas dis 82456864	C	3	1	1	240
2	6	Presillas dis 7782316	C	3	1	1	240
2	6	Presillas dis 82456864	C	2	1	1	160
2	6	Buchas fijación solera izq. dis 7754387	C	8	1	1	640

Tabla 7.16: Materiales puesto 6.

## Puesto 7

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
2	7	Presillas dis 82456864	C	3	1	1	240
2	7	Presillas dis 7782316	C	3	1	1	240
2	7	Presillas dis 82456864	C	2	1	1	160
2	7	Buchas fijación solera der. dis 7754387	C	8	1	1	640
2	7	Ribetes plafonera	C	3	2	2	240

Tabla 7.17: Materiales puesto 7.



## Puesto 9

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
3	9	Moleta plafonera (Dis 4573480)	C	1	1	1	80
3	9	Tapón izquierdo cable interruptor baúl (dis 46429819)	C	1	1	1	80
3	9	Tapón derecho cable interruptor baúl (dis 46429823)	C	1	1	1	80
3	9	Tapón de tapa baúl (dis 46429819)	C	1	1	1	80

Tabla 7.18: Materiales puesto 9.

## Puesto 12

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
4	12	Presilla fijación de cable (dis 46443163)	C	3	1	1	240
4	12	Moletas vano motor (dis 852456864)	C	5	1	1	400
4	12	Presilla retención cable motor limpiaparabrisas	C	1	1	1	80
4	12	Presilla retención tubo de combustible	C	1	1	1	80

Tabla 7.19: Materiales puesto 12.



### Puesto 13

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
4	13	Presilla de fijación(14572480)	C	3	1	1	240
4	13	Moleta de fijación cable anterior	C	3	1	1	240
4	13	Tapón combustible (Dis 46790059)	C	1	1	1	80

Tabla 7.20: Materiales puesto 13.

### Puesto 14

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
4	14	Nastros adhesivos (Dis131440580)	C	8	1	1	640
4	14	Presilla fijación cable luneta termica baúl (4569680)	C	5	1	1	400

Tabla 7.21: Materiales puesto 14.

### Puesto 15

Nº Estación	Nº Puesto de Trabajo	Material	Clase de material	Uso	Diversidad de Diseños	Cantidad de alojamientos asignados	Stock en cada alojamiento
5	15	Moleta retención cable antena (4573480)	C	1	2	2	80
5	15	Insonorizante cable de antena (46515267)	C	2	2	2	160

Tabla 7.22: Materiales puesto 15.

En cuanto a las operaciones de apoyo para el aprovisionamiento del material con el nuevo método planteado, se desarrolla de la siguiente manera:

### Abastecimiento de kit cars

Para el desarrollo del kit car se determina un área de preparación del mismo en espacio disponible en el alero de la unidad de montaje con el lay out que se detalla a continuación:

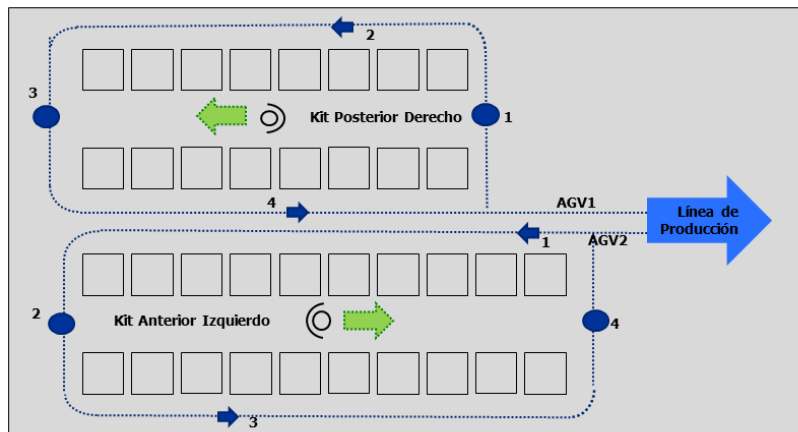


Figura 7.70: Lay out de zona de preparación de kit cars. Fuente: Elaboración propia

Para su preparación se requieren de dos personas que realicen el armado de cada uno, con las piezas que correspondan según la secuencia. Dicha preparación se desarrolla mediante ayuda de un sistema pick by light. Este sistema es reconocido como la estrategia de picking manual (selección de productos) más rápida para ejecutar operaciones de cumplimiento de órdenes o preparación de pedidos. Es un sistema de luces creado para simplificar y agilizar el proceso de selección de productos. Con el sistema Pick by light cada ítem o material tiene su ubicación propia. Cuando una orden es ingresada al sistema, en cada una de las ubicaciones de los productos requeridos se iluminará una luz que guiará al operario a la locación exacta y una pantalla LED le indicará la

cantidad precisa de ítems a tomar. De esta manera el operario encuentra rápidamente la ubicación correcta y sabe la cantidad de productos a tomar. El proceso deberá ser confirmado por el operario apagando la luz y pasando la orden a otra zona de picking.



*Figura 7.71: Sistema pick by light. Fuente: Elaboración propia*

El aprovisionamiento es llevado a cabo por 4 AGV (Dos para el Kit Car anterior Izquierdo y Dos para el kit car posterior derecho), cuya frecuencia de abastecimiento será de 16 minutos, determinada por un traslado de 12 carros por viaje, a una cadencia de línea de 1,34 min / vehículo.



*Figura 7.72: AGV utilizado para abastecimiento de kit car.*



## Abastecimiento de bandejas con minutería

Para el aprovisionamiento de las bandejas con minutería se define una frecuencia de aprovisionamiento cada 14 minutos. Esta frecuencia se determina considerando que hay 9 estanterías al lado de línea donde se descargan las bandejas del puesto correspondiente. Considerando que cada bandeja cuenta con 2 horas o 120 minutos de stock. La frecuencia será  $120 \text{ minutos} / 9 \text{ estanterías}$ , lo que equivale a 14 minutos por estantería.

Dicho aprovisionamiento se realiza por medio de un AGV, el cual tendrá 2 circuitos. Estos son los siguientes:

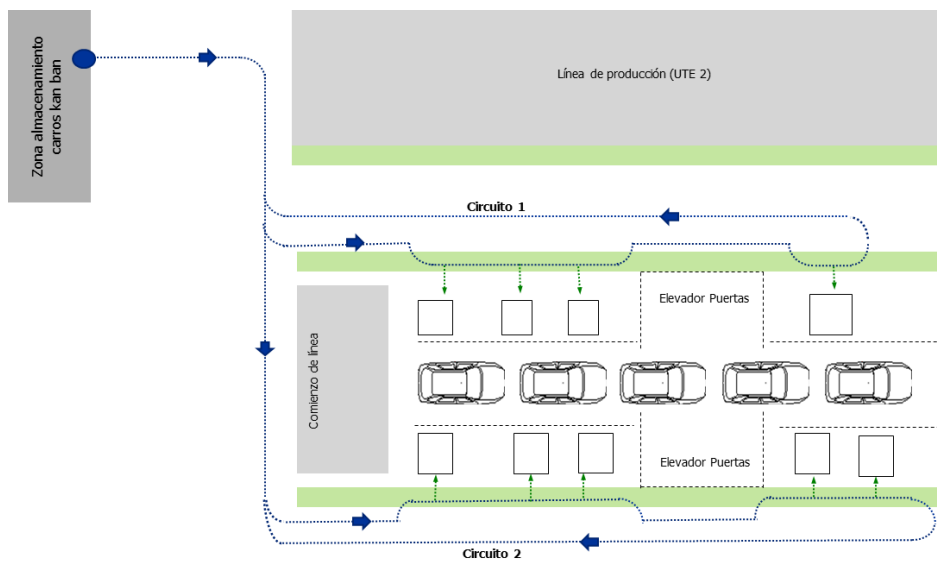


Figura 7.73: Circuito abastecimiento AGV. Fuente: Elaboración propia

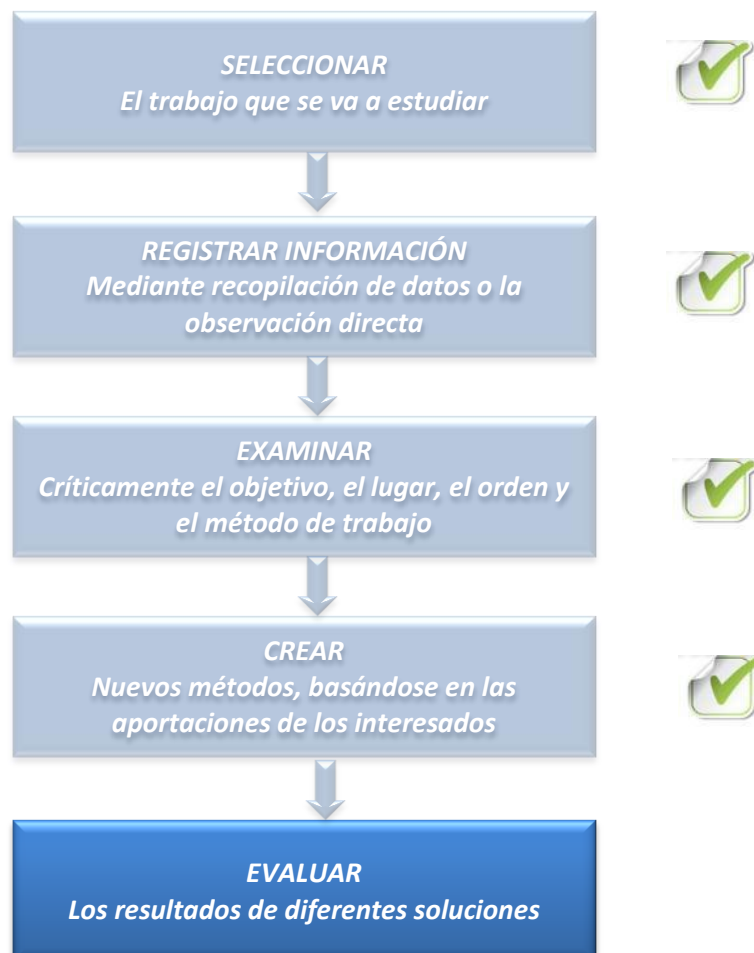
Para evitar la intervención del operario en el abastecimiento, se desarrolla un sistema de automatización de bajo costo, donde la carga de la bandeja llena a la estantería y la descarga de la bandeja vacía al carro que abastece se realiza de manera automática. Vemos a continuación una imagen que ilustra esto último:



Figura 7.74: Sistema de automatización de bajo costo.

La flecha verde indica la carga de la bandeja llena a la estantería y la flecha roja indica la descarga de la bandeja vacía al carro que abastece.

## 7.5 Evaluar los resultados de diferentes soluciones





### **7.5.1 Evaluación de resultados de mano de obra directa**

Definidos los nuevos métodos de aprovisionamiento y disposición de material, y contando con los prototipos mostrados anteriormente, procedemos a evaluar los tiempos obtenidos en las distintas operaciones haciendo uso de la medición del trabajo, recurriendo al autor George Kanawaty(1996).

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Una de las técnicas más importantes utilizadas en la medición del trabajo es el estudio de tiempos, y utilizaremos la misma para nuestro análisis. La selección de esta técnica se realizó en función de las herramientas disponibles, los métodos aplicados en la empresa y el proceso a ser analizado.

El estudio de tiempos es utilizado para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Los pasos a seguir para efectuar el estudio de tiempos son:

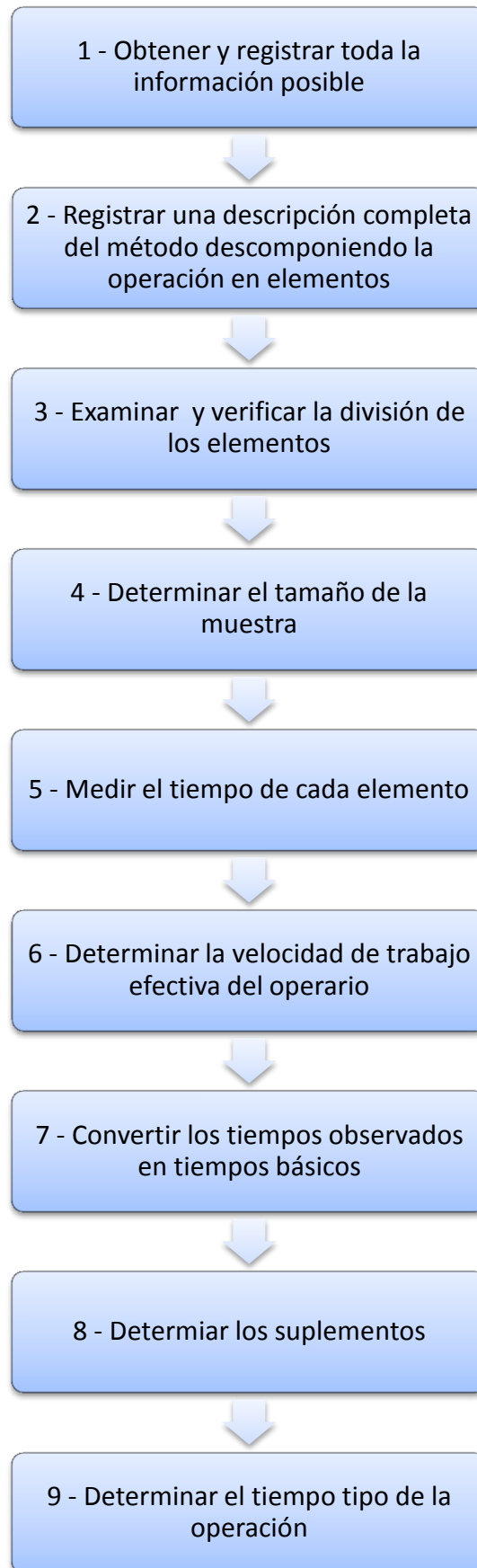


Figura 7.75: Pasos del estudio de tiempos



### **7.5.1.1 Estudio de tiempos**

#### ***Obtener y registrar toda la información posible***

En esta etapa se registra toda la información pertinente a partir de la observación directa. Para el registro de la misma se utiliza un formulario elaborado en base a recomendaciones dadas por la OIT donde se cuenta con la siguiente información:

- Información que permite hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite:
  - Número del estudio;
  - Número de la hoja;
  - Nombre de la persona que hace el estudio;
  - Fecha del estudio;
- Información que permite identificar con exactitud el proceso:
  - Departamento o lugar donde se lleva a cabo la operación;
  - Estación de trabajo.
  - N° de puesto de trabajo.
  - Croquis del lugar de trabajo.
- Duración del estudio:
  - Comienzo (Hora en que empieza el estudio)
  - Término (Hora en que termina el estudio)
  - Tiempo Transcurrido.
- Condiciones físicas de trabajo:
  - Temperatura, humedad, buena o mala luz.
- Información referida a la toma de tiempos:
  - Operación.
  - Elementos.
  - Frecuencia.
  - Tiempos cronometrados./ unidad de tiempo





Es necesario detallar los elementos para separar el trabajo productivo de la actividad improductiva y evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, definiendo como ciclo de trabajo a la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea.

Los elementos que se detallan en el estudio son de distintos tipos:

- Elementos repetitivos: son los que reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado. Por ejemplo: montar una pieza.
- Elementos casuales: son los que no reaparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Por ejemplo: buscar una bandeja con materiales.
- Elementos constantes: son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual. Por ejemplo: atornillar y apretar una tuerca
- Elementos variables: son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, o proceso. Por ejemplo: reemplazar los contenedores llenos por los vacíos.
- Elementos manuales: son los que realiza el trabajador.
- Elementos extraños: son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

Para poder registrar los elementos, la operación es observada durante varios ciclos, y luego se realiza dicha descomposición de manera mental, anotando los mismos en la columna "descripción del elemento" detallando a qué operación corresponde.

Podemos ver un ejemplo en la figura 7.77:



Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	1			Croquis del puesto de trabajo							
Estación de trabajo:	Estación 1				Hoja Num:	1										
Nº Puesto de trabajo:	1				Comienzo:	11:12 hs										
Herramientas:	Asta de sustentación provisoria				Término:	11:50 hs										
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación				Tiempo Transc.	38 min										
					Operario:											
					Observado por:	Amuchástegui										
					Fecha:	19/06/2014										
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Introducción kit car	Introduce kit car anterior izquierdo	80	0,221	0,177	90	0,236	0,213	75	0,234	0,176	100	0,236	0,236	100	0,203	0,203
Apertura capot	Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta	75	0,035	0,026	90	0,034	0,030	90	0,037	0,033	75	0,037	0,028	75	0,037	0,028
Apertura capot	Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria	90	0,042	0,038	80	0,041	0,033	80	0,044	0,035	100	0,045	0,045	90	0,038	0,035
Aplicación asta capot	Posiciona el soporte del asta de sustentación	100	0,052	0,052	90	0,056	0,051	90	0,049	0,044	100	0,055	0,055	100	0,049	0,049
Aplicación asta capot	Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.	75	0,060	0,045	75	0,067	0,050	75	0,064	0,048	75	0,060	0,045	75	0,063	0,047
Aplicación asta capot	Encaja el asta en el soporte	75	0,207	0,155	75	0,223	0,167	80	0,211	0,169	75	0,196	0,147	75	0,211	0,158
Aplicación asta capot	Monta la presilla de descanso del asta del capó	90	0,105	0,095	90	0,095	0,085	100	0,110	0,110	100	0,103	0,103	90	0,113	0,102
Aplicación asta capot	Monta la bucha de fijación del asta	90	0,124	0,112	100	0,128	0,128	100	0,120	0,120	100	0,137	0,137	90	0,125	0,113
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora	75	0,035	0,026	75	0,037	0,028	90	0,032	0,029	75	0,036	0,027	75	0,036	0,027
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Coloca el ribete sobre el larguero derecho	100	0,132	0,132	90	0,128	0,115	110	0,134	0,148	100	0,124	0,124	90	0,137	0,123
Aplicación vaina apertura capot	Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó	125	0,035	0,043	100	0,038	0,038	90	0,036	0,032	125	0,036	0,045	100	0,034	0,034
Aplicación vaina apertura capot	Introduce extremidad de lado de traba y posicionar provisoriamente la otra extremidad del cable en el agujero central de la travesa del panel	90	0,226	0,204	90	0,213	0,191	100	0,233	0,233	100	0,213	0,213	100	0,235	0,235
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,152													

Operación	Descripción del elemento
Introducción kit car	Introduce kit car anterior izquierdo
Apertura capot	Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta
Apertura capot	Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria
Aplicación asta capot	Posiciona el soporte del asta de sustentación
Aplicación asta capot	Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.
Aplicación asta capot	Encaja el asta en el soporte
Aplicación asta capot	Monta la presilla de descanso del asta del capó
Aplicación asta capot	Monta la bucha de fijación del asta
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Coloca el ribete sobre el larguero derecho
Aplicación vaina apertura capot	Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó
Aplicación vaina apertura capot	Introduce extremidad de lado de traba y posicionar provisoriamente la otra extremidad del cable en el agujero central de la travesa del panel
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía

Figura 7.77: Ejemplo de formulario de estudio de tiempos. Fuente: Elaboración propia.

### Examinar y verificar la división de los elementos

Se verifican los elementos anteriores para controlar que no se omita ninguno y verificar que se estén utilizando los mejores métodos.





## Determinar el tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se recurre al autor George Kanawaty (1996), que determina que en el caso de que el análisis de tiempos que tengan como objetivo establecer ciclos de trabajo, el tamaño de la muestra o número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, es definido en función de un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados por medio de métodos estadísticos.

Por ejemplo, si se busca un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de 5 por ciento, se deben efectuar al menos 15 observaciones preliminares y aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

Siendo:

$n$  : tamaño de la muestra que deseamos determinar,

$n'$  : número de observaciones del estudio preliminar,

$x$  : valor de las observaciones.

Y se debe realizar este desarrollo para cada elemento.

El propósito del estudio de tiempos en este proyecto es determinar o evaluar que el método propuesto sea eficiente, por lo que se determina un tamaño de la muestra es de 5 mediciones para cada elemento.



## ***Medir el tiempo de cada elemento***

Al contar con los elementos ya delimitados y conociendo el tamaño de la muestra, se comienza con el cronometraje. El procedimiento seleccionado para el mismo es el cronometraje acumulativo con vuelta a cero, donde se utiliza un cronómetro electrónico. Cada una de las mediciones es relevada en las celdas ubicadas al lado de cada elemento en el formulario de relevamiento.

En cuanto a los elementos casuales, se señala su respectiva frecuencia y se dividen según la misma para determinar cuánto incide en cada ciclo de operación.

Antes de proceder con el cronometraje, debemos prestar atención a la velocidad de trabajo efectiva del operario.

## ***Determinar la velocidad de trabajo efectiva del operario***

Esta etapa, también es conocida como valoración del ritmo. La valoración se realiza para determinar cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado. Por consiguiente, se debe determinar la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación a la idea propia de velocidad normal.

Para comparar el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo, es necesaria una escala numérica que sirva de metro para calcularlos. La valoración, se puede utilizar como un factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, es decir, el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo tipo un trabajador calificado. La escala que se utilizará es la escala 0-100, la cual fue adoptada por las normas británicas. En esta escala, 0 representa



la actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del obrero calificado motivado, es decir, el ritmo tipo.

La escala es al siguiente:

Escala 0-100	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de virtuoso, solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

*Tabla 7.23: Escala de valoración del ritmo de trabajo. Fuente: George Kanawaty, "Introducción al estudio del trabajo", Oficina internacional del trabajo, 1996, página 318.*

Una vez descrito esto, se procede con la toma de tiempos. Vemos a continuación un ejemplo de la toma de tiempos en el puesto número 1, con los registros de tiempo:



<b>Departamento:</b>	Producción - Montaje	<b>Estudio Num:</b>	1	<b>Croquis del puesto de trabajo</b>												
		<b>Hoja Num:</b>	1													
<b>Estación de trabajo:</b>	Estación 1	<b>Comienzo:</b>	11:12 hs													
		<b>Término:</b>	11:50 hs													
<b>Nº Puesto de trabajo:</b>	1	<b>Tiempo Transc.</b>	38 min													
		<b>Operario:</b>	-													
<b>Herramientas:</b>	Asta de sustentación provisoria	<b>Observado por:</b>	Amuchástegui													
		<b>Fecha:</b>	19/06/2014													
<b>Condiciones de trabajo</b>	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación															
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Introducción kit car	Introduce kit car anterior izquierdo	80	0,221		90	0,236		75	0,234		100	0,236		100	0,203	
Apertura capot	Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta	75	0,035		90	0,034		90	0,037		75	0,037		75	0,037	
Apertura capot	Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria	90	0,042		80	0,041		80	0,044		100	0,045		90	0,038	
Aplicación asta capot	Posiciona el soporte del asta de sustentación	100	0,052		90	0,056		90	0,049		100	0,055		100	0,049	
Aplicación asta capot	Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.	75	0,060		75	0,067		75	0,064		75	0,060		75	0,063	
Aplicación asta capot	Encaja el asta en el soporte	75	0,207		75	0,223		80	0,211		75	0,196		75	0,211	
Aplicación asta capot	Monta la presilla de descanso del asta del capó	90	0,105		90	0,095		100	0,110		100	0,103		90	0,113	
Aplicación asta capot	Monta la bucha de fijación del asta	90	0,124		100	0,128		100	0,120		100	0,137		90	0,125	
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora	75	0,035		75	0,037		90	0,032		75	0,036		75	0,036	
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Coloca el ribete sobre el larguero derecho	100	0,132		90	0,128		110	0,134		100	0,124		90	0,137	
Aplicación vaina apertura capot	Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó	125	0,035		100	0,038		90	0,036		125	0,036		100	0,034	
Aplicación vaina apertura capot	Introduce extremidad de lado de traba y posicionar provisoriamente la otra extremidad del cable en el agujero central de la travesa del panel	90	0,226		90	0,213		100	0,233		100	0,213		100	0,235	
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,152													

Figura 7.78: Registro de tiempos en puesto número 1. Fuente: Elaboración propia.



## Convertir los tiempos observados en tiempos básicos

Una vez valorado el ritmo, se realiza el cálculo del tiempo básico. Este último es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo.

$$\text{Tiempo cronometrado} \times \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} = \text{Tiempo básico}$$

Donde Valor atribuido es V. en el formulario, y el valor tipo es 100.

Descripción del elemento	1			2		
	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Introduce kit car anterior izquierdo	80	0,221	0,177	90	0,236	0,213
Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta	75	0,035	0,026	90	0,034	0,030
Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria	90	0,042	0,038	80	0,041	0,033
Posiciona el soporte del asta de sustentación	100	0,052	0,052	90	0,056	0,051
Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.	75	0,060	0,045	75	0,067	0,050
Encaja el asta en el soporte	75	0,207	0,155	75	0,223	0,167
Monta la presilla de descanso del asta del capó	90	0,105	0,095	90	0,095	0,085
Monta la bucha de fijación del asta	90	0,124	0,112	100	0,128	0,128
Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora	75	0,035	0,026	75	0,037	0,028
Coloca el ribete sobre el larguero derecho	100	0,132	0,132	90	0,128	0,115
Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó	125	0,035	0,043	100	0,038	0,038
Introduce extremidad de lado de traba y posicionar provisoriamente la otra extremidad del cable en el agujero central de la travesa del panel	90	0,226	0,204	90	0,213	0,191
Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,152				

Figura 7.79: Conversión de tiempos observados en tiempos básicos. Fuente: Elaboración propia.

## Tiempo seleccionado

Definidos los tiempos básicos de cada elemento, se procede a seleccionar el más representativo. El método más común y que más ventajas tiene, consiste en sacar el promedio de los tiempos correspondientes a ese elemento.

Para esto se confecciona una hoja de resumen estudio donde se completará el T.B. Promedio (Tiempo Básico Promedio) con el promedio de los tiempos correspondientes a cada elemento:





- Se calcula el M.B. (minutos básicos por ciclo), que resulta del producto de T.B Promedio por la frecuencia (F.)
- Se calcula el 10% del M.B. Este valor, es el tiempo suplemento correspondiente al elemento.

### Determinar el tiempo tipo de la operación

El tiempo tipo, es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo y resulta de la suma del M.B. + Factor descanso.

Resumen del estudio								
Departamento:	Producción	Estudio Num:	1					
		Hoja Num:	1					
Estación de trabajo:	Estación 1	Comienzo	11:12 hs					
		Término	11:50 hs					
Nº Puesto de trabajo:	1	Tiempo Transc.	38 min					
		Operario:	-					
Herramientas:		Observado por:	Amuchástegui					
		Fecha:	19/06/2014					
Condiciones de trabajo:								
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota
Introducción kit car	Introduce kit car anterior izquierdo	0,201	1/1	5	0,201	0,020	0,221	
Apertura capot	Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta	0,029	1/1	5	0,029	0,003	0,032	
Apertura capot	Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria	0,037	1/1	5	0,037	0,004	0,041	
Aplicación asta capot	Posiciona el soporte del asta de sustentación	0,050	1/1	5	0,050	0,005	0,055	
Aplicación asta capot	Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de	0,047	1/1	5	0,047	0,005	0,052	
Aplicación asta capot	Encaja el asta en el soporte	0,159	1/1	5	0,159	0,016	0,175	
Aplicación asta capot	Monta la presilla de descanso del asta del capó	0,099	1/1	5	0,099	0,010	0,109	
Aplicación asta capot	Monta la bucha de fijación del asta	0,122	1/1	5	0,122	0,012	0,134	
Aplicación ribete para soporte retenc	Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora	0,027	1/1	5	0,027	0,003	0,030	
Aplicación ribete para soporte retenc	Coloca el ribete sobre el larguero derecho	0,128	1/1	5	0,128	0,013	0,141	
Aplicación vaina apertura capot	Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó	0,038	1/1	5	0,038	0,004	0,042	Uso de pincel y baselina
Aplicación vaina apertura capot	Introduce extremidad de lado de traba y posicionar provisoriamente la otra extremidad del cable en el	0,215	1/1	5	0,215	0,022	0,237	
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,152	1/80	1	0,002	0,000	0,002	

Figura 7.81: Ejemplo de hoja de resumen del estudio de tiempos para puesto 1.

Fuente: Elaboración propia.



El tiempo tipo de la operación será la suma de todos los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, habida añadida cuenta de la frecuencia con que se presenta cada elemento, más el suplemento.

A continuación se detalla para cada puesto:

### Puesto 1

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje		Estudio Num:	1		Croquis del puesto de trabajo										
Estación de trabajo:	Estación 1		Hoja Num:	1												
Nº Puesto de trabajo:	1		Comienzo:	11:12 hs												
Herramientas:	Asta de sustentación provisoria		Término:	11:50 hs												
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación		Tiempo Transc.	38 min												
			Operario:	-												
			Observado por:	Amuchástegui												
			Fecha:	19/06/2014												
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Introducción kit car	Introduce kit car anterior izquierdo	80	0,221	0,177	90	0,236	0,213	75	0,234	0,176	100	0,236	0,236	100	0,203	0,203
Apertura capot	Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta	75	0,035	0,026	90	0,034	0,030	90	0,037	0,033	75	0,037	0,028	75	0,037	0,028
Apertura capot	Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria	90	0,042	0,038	80	0,041	0,033	80	0,044	0,035	100	0,045	0,045	90	0,038	0,035
Aplicación asta capot	Posiciona el soporte del asta de sustentación	100	0,052	0,052	90	0,056	0,051	90	0,049	0,044	100	0,055	0,055	100	0,049	0,049
Aplicación asta capot	Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.	75	0,060	0,045	75	0,067	0,050	75	0,064	0,048	75	0,060	0,045	75	0,063	0,047
Aplicación asta capot	Encaja el asta en el soporte	75	0,207	0,155	75	0,223	0,167	80	0,211	0,169	75	0,196	0,147	75	0,211	0,158
Aplicación asta capot	Monta la presilla de descanso del asta del capó	90	0,105	0,095	90	0,095	0,085	100	0,110	0,110	100	0,103	0,103	90	0,113	0,102
Aplicación asta capot	Monta la bucha de fijación del asta	90	0,124	0,112	100	0,128	0,128	100	0,120	0,120	100	0,137	0,137	90	0,125	0,113
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora	75	0,035	0,026	75	0,037	0,028	90	0,032	0,029	75	0,036	0,027	75	0,036	0,027
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	Coloca el ribete sobre el larguero derecho	100	0,132	0,132	90	0,128	0,115	110	0,134	0,148	100	0,124	0,124	90	0,137	0,123
Aplicación vaina apertura capot	Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó	125	0,035	0,043	100	0,038	0,038	90	0,036	0,032	125	0,036	0,045	100	0,034	0,034
Aplicación vaina apertura capot	Introduce extremidad de lado de traba y posiciona provisoriamente la otra extremidad del cable en el asiento central de la travesera del panel	90	0,226	0,204	90	0,213	0,191	100	0,233	0,233	100	0,213	0,213	100	0,235	0,235
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,152													

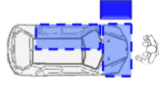
Resumen del estudio									
Departamento:	Producción		Estudio Num:	1					
Estación de trabajo:	Estación 1		Hoja Num:	1					
Nº Puesto de trabajo:	1		Comienzo:	11:12 hs					
Herramientas:	Pincel y baselina		Término:	11:50 hs					
Condiciones de trabajo:	Normales		Tiempo Transc.	38 min					
			Operario:	-					
			Observado por:	Amuchástegui					
			Fecha:	19/06/2014					
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota	
Introducción kit car	Introduce kit car anterior izquierdo	0,201	1/1	5	0,201	0,020	0,221		
Apertura capot	Toma de kit car un asta de sustentación provisoria y soporte sustentación de asta	0,029	1/1	5	0,029	0,003	0,032		
Apertura capot	Abre el capó y posiciona el asta de sustentación provisoria	0,037	1/1	5	0,037	0,004	0,041		
Aplicación asta capot	Posiciona el soporte del asta de sustentación	0,050	1/1	5	0,050	0,005	0,055		
Aplicación asta capot	Toma de kit car el asta para apertura del capó, y de bandeja la presilla de descanso del asta y la bucha de fijación de asta.	0,047	1/1	5	0,047	0,005	0,052		
Aplicación asta capot	Encaja el asta en el soporte	0,159	1/1	5	0,159	0,016	0,175		
Aplicación asta capot	Monta la presilla de descanso del asta del capó	0,099	1/1	5	0,099	0,010	0,109		
Aplicación asta capot	Monta la bucha de fijación del asta	0,122	1/1	5	0,122	0,012	0,134		
Aplicación ribete para soporte	Toma de bandeja un ribete m6x16 y la ribeteadora	0,027	1/1	5	0,027	0,003	0,030		
Aplicación ribete para soporte	Coloca el ribete sobre el larguero derecho	0,128	1/1	5	0,128	0,013	0,141		
Aplicación vaina apertura capot	Toma de kit car un conjunto cable accionamiento apertura del capó	0,038	1/1	5	0,038	0,004	0,042	Isa de pincel y baselina	
Aplicación vaina apertura capot	Introduce extremidad de lado de traba y posiciona provisoriamente la otra extremidad del cable en el asiento central de la travesera del panel	0,215	1/1	5	0,215	0,022	0,237		
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,152	1/80	1	0,002	0,000	0,002		
<b>Total</b>							<b>1,270</b>		

Figura 7.82: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 1. Fuente: Elaboración propia.





## Puesto 2

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	2		Croquis del puesto de trabajo								
Estación de trabajo:	Estación 1				Hoja Num:	1										
Nº Puesto de trabajo:	2				Comienzo	12:00										
Herramientas:	-				Término	12:51										
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación				Tiempo Transc.	51 min										
					Operario:	-										
					Observado por:	Amuchástegui										
					Fecha:	19/06/2014										
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Montaje Tapón sobre pared cruscoto	Toma de bandeja un tapón de pared de cruscoto	90	0,035	0,031	100	0,037	0,037	100	0,038	0,038	100	0,034	0,034	100	0,033	0,033
Montaje Tapón sobre pared cruscoto	Coloca manualmente el tapón en su respectiva cede.	80	0,104	0,083	125	0,106	0,133	80	0,097	0,077	80	0,094	0,075	80	0,102	0,082
Montaje Bucha	Toma de bandeja 3 buchas distanciadoras	90	0,043	0,039	90	0,040	0,036	90	0,043	0,039	90	0,043	0,039	90	0,041	0,037
Montaje Bucha	Colocar las buchas sobre las paredes correspondientes.	75	0,209	0,156	90	0,202	0,182	75	0,202	0,152	75	0,192	0,144	75	0,202	0,152
Montaje Isolamento Vano Motor	Toma de kit car el aislante vano motor y y de bandeja 3 botones de fijación	75	0,069	0,052	80	0,066	0,053	80	0,074	0,059	80	0,072	0,058	80	0,070	0,056
Montaje Isolamento Vano Motor	Posiciona el aislante en la parte frontal de la pared del vano motor cortando los agujeros del aislante con los pemas buchas de la carrocería, y coloca los tres botones con un martillo de nylon.	90	0,402	0,362	90	0,406	0,366	90	0,418	0,376	90	0,386	0,347	90	0,390	0,351
Aplicación tapón sobre longuerina	Toma de bandeja un tapon dis 46436385 o un tapon dis 7625445 según versión	100	0,052	0,052	80	0,054	0,044	80	0,057	0,045	80	0,055	0,044	80	0,047	0,037
Aplicación tapón sobre longuerina	Toma de bandeja un tapon dis 46436385 o un tapon dis 7625445 según versión	100	0,052	0,052	100	0,050	0,050	90	0,057	0,051	90	0,047	0,042	90	0,054	0,049
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,180													

Resumen del estudio														
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	2								
Estación de trabajo:	Estación 1				Hoja Num:	1								
Nº Puesto de trabajo:	2				Comienzo	12:00								
Herramientas:	-				Término	12:51								
Condiciones de trabajo:	Normales				Tiempo Transc.	51 min								
					Operario:	-								
					Observado por:	Amuchástegui								
					Fecha:	19/06/2014								

Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota	
									Montaje Tapón sobre pared cruscoto
Montaje Tapón sobre pared cruscoto	Coloca manualmente el tapón en su respectiva cede.	0,090	1/1	5	0,090	0,009	0,099		
Montaje Bucha	Toma de bandeja 3 buchas distanciadoras	0,038	1/1	5	0,038	0,004	0,042		
Montaje Bucha	Colocar las buchas sobre las paredes correspondientes.	0,157	1/1	5	0,157	0,016	0,173		
Montaje Isolamento Vano Motor	Toma de kit car el aislante vano motor y y de bandeja 3 botones de fijación	0,055	1/1	5	0,055	0,006	0,061		
Montaje Isolamento Vano Motor	Posiciona el aislante en la parte frontal de la pared del vano motor cortando los agujeros del aislante con los	0,361	1/1	5	0,361	0,036	0,397		
Aplicación tapón sobre longuerina	Toma de bandeja un tapon dis 46436385 o un tapon dis 7625445 según versión	0,044	1/1	5	0,044	0,004	0,049		
Aplicación tapón sobre longuerina	Toma de bandeja un tapon dis 46436385 o un tapon dis 7625445 según versión	0,049	1/1	5	0,049	0,005	0,054		
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,180	1/80	1	0,002	0,000	0,002		
<b>Total</b>								<b>0,914</b>	

Figura 7.83: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 2. Fuente: Elaboración propia.



### Puesto 3

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	3			Cronograma del puesto de trabajo							
Estación de trabajo:	Estación 1				Hoja Num:	1										
Nº Puesto de trabajo:	3				Comienzo:	14:05										
Herramientas:					Término:	14:46										
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación				Tiempo Transc.:	0:41										
					Operario:	Amuchástegui										
					Observado por:	Amuchástegui										
					Fecha:	19/06/2014										
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Introducción kit car	Introduce kit car posterior derecho	75	0,251	0,188	100	0,241	0,241	100	0,254	0,254	80	0,231	0,185	90	0,266	0,239
Montaje guarnición pasaje de tubos	Toma de bandeja una guarnición	125	0,035	0,043	80	0,036	0,029	75	0,032	0,024	75	0,032	0,024	75	0,032	0,024
Montaje guarnición pasaje de tubos	Aplica guarnición manualmente sobre el agujero del vamo motor	90	0,094	0,084	90	0,093	0,084	75	0,094	0,070	75	0,102	0,077	75	0,100	0,075
Aplicación bucha fijación parasol DX	Toma de bandeja 2 tacos metálicos DX y un atrezzo	90	0,043	0,039	75	0,042	0,032	90	0,041	0,037	90	0,044	0,040	90	0,047	0,042
Aplicación bucha fijación parasol DX	Aplicar los tacos con presión manual y con la ayuda de un atrezzo	80	0,174	0,139	80	0,157	0,125	100	0,160	0,160	100	0,174	0,174	100	0,192	0,192
Aplicación tapón sobre solera	Toma de bandeja tres tapones obturadores	75	0,043	0,032	90	0,046	0,042	100	0,042	0,042	100	0,043	0,043	100	0,047	0,047
Aplicación tapón sobre solera	Fija los tapones a través de presión manual en la solera derecha	100	0,085	0,085	80	0,088	0,070	80	0,084	0,068	80	0,079	0,063	80	0,087	0,070
Aplicación tapón sobre pavimento	Toma de bandeja un tapon oblongo obt. Agujero inferior montante	100	0,043	0,043	90	0,041	0,037	80	0,046	0,037	80	0,046	0,037	80	0,042	0,034
Aplicación tapón sobre pavimento	Fija los tapones a través de presión manual en el montante inferior	75	0,267	0,200	75	0,259	0,194	90	0,294	0,264	90	0,246	0,221	90	0,273	0,245
Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	Toma de bandeja 1 tapon para cable de puerta y 2 tapones para orificios en puerta.	100	0,035	0,035	75	0,035	0,026	75	0,035	0,026	75	0,036	0,027	75	0,032	0,024
Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	Coloca el tapon tapon de cable por presión manual	125	0,100	0,125	90	0,106	0,096	90	0,108	0,097	90	0,101	0,091	90	0,104	0,094
Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. inf.	Coloca tapones en orificios interiores sobre lateral inferior	75	0,084	0,063	100	0,092	0,092	100	0,076	0,076	100	0,089	0,089	100	0,079	0,079
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía					0,137										

Resumen del estudio										
Departamento:	Producción - Montaje			Estudio Num:	3					
Estación de trabajo:	Estación 1			Hoja Num:	1					
Nº Puesto de trabajo:	3			Comienzo:	14:05					
Herramientas:				Término:	14:46					
Condiciones de trabajo:	Normales			Tiempo Transc.:	0:41					
				Operario:						
				Observado por:	Amuchástegui					
				Fecha:	19/06/2014					
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota		
Introducción kit car	Introduce kit car posterior derecho	0,221	1/1	5	0,221	0,022	0,244			
Montaje guarnición pasaje de tubos	Toma de bandeja una guarnición	0,029	1/1	5	0,029	0,003	0,032			
Montaje guarnición pasaje de tubos	Aplica guarnición manualmente sobre el agujero del vamo motor	0,078	1/1	5	0,078	0,008	0,086			
Aplicación bucha fijación parasol DX	Toma de bandeja 2 tacos metálicos DX y un atrezzo	0,038	1/1	5	0,038	0,004	0,042			
Aplicación bucha fijación parasol DX	Aplicar los tacos con presión manual y con la ayuda de un atrezzo	0,158	1/1	5	0,158	0,016	0,174			
Aplicación tapón sobre solera	Toma de bandeja tres tapones obturadores	0,041	1/1	5	0,041	0,004	0,045			
Aplicación tapón sobre solera	Fija los tapones a través de presión manual en la solera derecha	0,071	1/1	5	0,071	0,007	0,078			
Aplicación tapón sobre pavimento	Toma de bandeja un tapon oblongo obt. Agujero inferior montante	0,037	1/1	5	0,037	0,004	0,041			
Aplicación tapón sobre pavimento	Fija los tapones a través de presión manual en el montante inferior	0,225	1/1	5	0,225	0,023	0,248			
Aplicación tapón interior cable intern	Toma de bandeja 1 tapon para cable de puerta y 2 tapones para orificios en puerta.	0,028	1/1	5	0,028	0,003	0,030			
Aplicación tapón interior cable intern	Coloca el tapon tapon de cable por presión manual	0,101	1/1	5	0,101	0,010	0,111			
Aplicación tapón orificio interior sob	Coloca tapones en orificios interiores sobre lateral inferior	0,080	1/1	5	0,080	0,008	0,088			
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,137	1/80	1	0,002	0,000	0,002			
<b>Total</b>							<b>1,220</b>			

Figura 7.84 Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 3. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 4

Estudio de tiempos		Estudio Num: 4		Croquis del puesto de trabajo												
Departamento:	Producción - Montaje	Hoja Num:	1													
Estación de trabajo:	Estación 1	Comienzo:	14:50													
Nº Puesto de trabajo:	4	Término:	15:22													
Herramientas:		Tiempo Transc.:	0:32													
Condiciones de trabajo:	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación	Operario:	-													
		Observado por:	Amuchástegui													
		Fecha:	19/06/2014													
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Tapón sobre pared cruscoto	Toma de bandeja 1 tapón	100	0,030	0,030	100	0,031	0,031	100	0,028	0,028	100	0,032	0,032	100	0,028	0,028
Tapón sobre pared cruscoto	Aplica el tapón en agujero de pasaje del cable acelerador	100	0,105	0,105	80	0,096	0,076	75	0,113	0,085	75	0,107	0,080	75	0,101	0,076
Aplicación comando cerradura baúl	Toma de kit car comando cerradura dis 735304831, y de bandeja un tirante, 2 tornillos	75	0,035	0,026	80	0,031	0,025	100	0,035	0,035	100	0,037	0,037	100	0,032	0,032
Aplicación comando cerradura baúl	Encaja el tirante en su respectiva sede sobre el comando cerradura y aplica tinta entre asta y presilla, certificando la operación.	75	0,102	0,077	90	0,096	0,087	75	0,107	0,081	75	0,100	0,075	75	0,106	0,080
Montaje guarnición pasaje de tubos	Toma de bandeja una guarnición de pasaje de tubos	100	0,035	0,035	75	0,033	0,024	90	0,032	0,029	90	0,039	0,035	90	0,035	0,031
Montaje guarnición pasaje de tubos	Aplica guarnición manualmente sobre el agujero del vamo motor.	100	0,105	0,105	90	0,103	0,093	90	0,108	0,098	90	0,095	0,085	90	0,110	0,099
Aplicación bucha fijación parasol DX	Toma de bandeja 2 tacos metálicos SX y un atrezzo	75	0,022	0,016	100	0,022	0,022	90	0,020	0,018	90	0,021	0,018	90	0,022	0,020
Aplicación bucha fijación parasol DX	Aplicar los tacos con presión manual y con la ayuda de un atrezzo	100	0,089	0,089	100	0,083	0,083	90	0,096	0,087	90	0,088	0,079	90	0,093	0,084
Aplicación tapón sobre solera	Toma de bandeja tres tapones obturadores	75	0,031	0,023	75	0,034	0,025	100	0,028	0,028	100	0,034	0,034	100	0,034	0,034
Aplicación tapón sobre solera	Fija los tapones a través de presión manual en la solera izquierda	90	0,107	0,096	100	0,102	0,102	100	0,110	0,110	100	0,117	0,117	100	0,097	0,097
Aplicación tapón sobre pavimento	Toma de bandeja un tapon oblongo obt. Agujero inferior montante	100	0,026	0,026	75	0,025	0,019	100	0,024	0,024	100	0,025	0,025	100	0,026	0,026
Aplicación tapón sobre pavimento	Fija los tapones a través de presión manual en el montante inferior	75	0,132	0,099	90	0,140	0,126	125	0,142	0,178	125	0,136	0,170	125	0,124	0,155
Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	Toma de bandeja 1 tapon para cable de puerta y 2 tapones para orificios en puerta.	75	0,026	0,019	90	0,026	0,024	90	0,028	0,025	90	0,026	0,023	90	0,029	0,026
Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	Coloca el tapon tapon de cable por presión manual	90	0,058	0,053	90	0,056	0,050	75	0,062	0,047	75	0,058	0,044	75	0,055	0,042
Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	Coloca tapones en orificios interiores sobre lateral inferior	90	0,050	0,045	90	0,050	0,045	100	0,046	0,046	100	0,050	0,050	100	0,047	0,047
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,168													

Resumen del estudio		Estudio Num: 4		Hoja Num: 1				
Departamento:	Producción - Montaje	Comienzo:	14:50					
Estación de trabajo:	Estación 1	Término:	15:22					
Nº Puesto de trabajo:	4	Tiempo Transc.:	0:32					
Herramientas:		Operario:	-					
Condiciones de trabajo:	Normales	Observado por:	Amuchástegui					
		Fecha:	19/06/2014					
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota
Tapón sobre pared cruscoto	Toma de bandeja 1 tapón	0,030	1/1	5	0,030	0,003	0,033	
Tapón sobre pared cruscoto	Aplica el tapón en agujero de pasaje del cable acelerador	0,084	1/1	5	0,084	0,008	0,093	
Aplicación comando cerradura baúl	Toma de kit car comando cerradura dis 735304831, y de bandeja un tirante, 2 tornillos	0,031	1/1	5	0,031	0,003	0,034	
Aplicación comando cerradura baúl	Encaja el tirante en su respectiva sede sobre el comando cerradura y aplica tinta entre asta y presilla.	0,080	1/1	5	0,080	0,008	0,088	
Montaje guarnición pasaje de tubos	Toma de bandeja una guarnición de pasaje de tubos	0,031	1/1	5	0,031	0,003	0,034	
Montaje guarnición pasaje de tubos	Aplica guarnición manualmente sobre el agujero del vamo motor.	0,096	1/1	5	0,096	0,010	0,106	
Aplicación bucha fijación parasol DX	Toma de bandeja 2 tacos metálicos SX y un atrezzo	0,019	1/1	5	0,019	0,002	0,021	
Aplicación bucha fijación parasol DX	Aplicar los tacos con presión manual y con la ayuda de un atrezzo	0,084	1/1	5	0,084	0,008	0,093	
Aplicación tapón sobre solera	Toma de bandeja tres tapones obturadores	0,029	1/1	5	0,029	0,003	0,032	
Aplicación tapón sobre solera	Fija los tapones a través de presión manual en la solera izquierda	0,105	1/1	5	0,105	0,010	0,115	
Aplicación tapón sobre pavimento	Toma de bandeja un tapon oblongo obt. Agujero inferior montante	0,024	1/1	5	0,024	0,002	0,026	
Aplicación tapón sobre pavimento	Fija los tapones a través de presión manual en el montante inferior	0,145	1/1	5	0,145	0,015	0,160	
Aplicación tapón interior cable inter	Toma de bandeja 1 tapon para cable de puerta y 2 tapones para orificios en puerta.	0,024	1/1	5	0,024	0,002	0,026	
Aplicación tapón interior cable inter	Coloca el tapon tapon de cable por presión manual	0,047	1/1	5	0,047	0,005	0,052	
Aplicación tapón orificio interior sob	Coloca tapones en orificios interiores sobre lateral inferior	0,046	1/1	5	0,046	0,005	0,051	
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,168	1/80	1	0,002	0,000	0,002	
<b>Total</b>							<b>0,965</b>	

Figura 7.85: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 4. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 5

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	5				Croquis del puesto de trabajo						
Estación de trabajo:	Estación 1				Hoja Num:	1										
Nº Puesto de trabajo:	5				Comienzo	15:34										
Herramientas:	Dispositivo retención tapa trasera				Término	16:08										
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación				Tiempo Transc.	0:34										
					Operario:											
					Observado por:	Amuchástegui										
					Fecha:	19/06/2014										
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera	Toma de kit car un dispositivo de retención de tapa trasera	75	0,035	0,026	100	0,035	0,035	100	0,032	0,032	100	0,035	0,035	100	0,032	0,032
Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera	Elevar la tapa trasera y coloca el dispositivo	90	0,044	0,040	100	0,048	0,048	75	0,040	0,030	75	0,047	0,035	75	0,047	0,035
Aplicación rivetto cerradura baúl	Toma de bandeja 2 ribetes	100	0,035	0,035	100	0,038	0,038	100	0,033	0,033	100	0,031	0,031	100	0,036	0,036
Aplicación rivetto cerradura baúl	Coloca los ribetes en la tapa trasera con una ribeteadora	100	0,109	0,109	125	0,098	0,122	75	0,118	0,089	75	0,102	0,076	75	0,101	0,076
Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop	Deposita la ribeteadora y busca de al lado de línea 2 tapones obturación fijación luz trasera	90	0,035	0,031	90	0,037	0,034	75	0,036	0,027	75	0,038	0,029	75	0,035	0,026
Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop	Aplica los tapones sobre la parte central de la tapa trasera	80	0,086	0,069	75	0,082	0,062	90	0,088	0,079	90	0,086	0,077	90	0,079	0,071
Aplicación tapón zona batente asiento posterior	Toma de kit car un soporte amortiguador der.	90	0,035	0,031	100	0,037	0,037	100	0,034	0,034	100	0,032	0,032	100	0,038	0,038
Aplicación tapón zona batente asiento posterior	Inserta los tapones en sus respectivos agujeros.	75	0,188	0,141	100	0,185	0,185	100	0,170	0,170	100	0,196	0,196	100	0,192	0,192
Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera	Toma de kit car soporte amortiguador izquierdo y y de bandeja dos tornillos torx	75	0,060	0,045	75	0,060	0,045	80	0,063	0,050	80	0,064	0,051	80	0,059	0,047
Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera	Fija el soporte con un torque predefinido.	90	0,061	0,054	100	0,062	0,062	90	0,056	0,051	90	0,061	0,055	90	0,060	0,054
Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera	Toma de kit car un soporte amortiguador der.	100	0,026	0,026	75	0,026	0,020	75	0,024	0,018	75	0,025	0,019	75	0,028	0,021
Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera	Fija el soporte con un torque predefinido.	75	0,057	0,043	75	0,061	0,046	75	0,055	0,041	75	0,052	0,039	75	0,051	0,038
Colocar amortiguador tapa trasera	Toma de kit car un amortiguador DX.	90	0,035	0,031	90	0,035	0,031	90	0,034	0,031	90	0,032	0,029	90	0,031	0,028
Colocar amortiguador tapa trasera	Coloca el amortiguador de la tapa trasera	100	0,080	0,080	100	0,085	0,085	100	0,078	0,078	100	0,073	0,073	100	0,084	0,084
Retirada dispositivo de retención tapa trasera	Retira el dispositivo de retención de la puerta trasera.	90	0,038	0,034	100	0,042	0,042	100	0,041	0,041	100	0,038	0,038	100	0,039	0,039
Retirada dispositivo de retención tapa trasera	Deposita sobre el soporte al lado de línea.	80	0,017	0,014	80	0,017	0,014	75	0,017	0,013	75	0,017	0,013	75	0,019	0,014
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,175													

Resumen del estudio															
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	5									
Estación de trabajo:	Estación 1				Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	5				Comienzo	15:34									
Herramientas:	Dispositivo retención tapa trasera				Término	16:08									
Condiciones de trabajo:	Normales				Tiempo Transc.	0:34									
					Operario:										
					Observado por:	Amuchástegui									
					Fecha:	19/06/2014									

Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota
Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera	Elevar la tapa trasera y coloca el dispositivo	0,038	1/1	5	0,038	0,004	0,041	
Aplicación rivetto cerradura baúl	Toma de bandeja 2 ribetes	0,034	1/1	5	0,034	0,003	0,038	
Aplicación rivetto cerradura baúl	Coloca los ribetes en la tapa trasera con una ribeteadora	0,094	1/1	5	0,094	0,009	0,104	
Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop	Deposita la ribeteadora y busca de al lado de línea 2 tapones obturación fijación luz trasera	0,029	1/1	5	0,029	0,003	0,032	
Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop	Aplica los tapones sobre la parte central de la tapa trasera	0,072	1/1	5	0,072	0,007	0,079	
Aplicación tapón zona batente asiento posterior	Toma de bandeja 2 tapones	0,034	1/1	5	0,034	0,003	0,038	
Aplicación tapón zona batente asiento posterior	Inserta los tapones en sus respectivos agujeros.	0,177	1/1	5	0,177	0,018	0,194	
Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera	Toma de kit car soporte amortiguador izquierdo y y de bandeja dos tornillos torx	0,048	1/1	5	0,048	0,005	0,052	
Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera	Fija el soporte con un torque predefinido.	0,055	1/1	5	0,055	0,006	0,061	
Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera	Toma de kit car un soporte amortiguador der.	0,021	1/1	5	0,021	0,002	0,023	
Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera	Fija el soporte con un torque predefinido.	0,041	1/1	5	0,041	0,004	0,046	
Colocar amortiguador tapa trasera	Toma de kit car un amortiguador DX.	0,030	1/1	5	0,030	0,003	0,033	
Colocar amortiguador tapa trasera	Coloca el amortiguador de la tapa trasera	0,080	1/1	5	0,080	0,008	0,088	
Retirada dispositivo de retención tapa trasera	Retira el dispositivo de retención de la puerta trasera.	0,039	1/1	5	0,039	0,004	0,043	
Retirada dispositivo de retención tapa trasera	Deposita sobre el soporte al lado de línea.	0,013	1/1	5	0,013	0,001	0,015	
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,175	1/80	1	0,002	0,000	0,002	
<b>Total</b>							<b>0,924</b>	

Figura 7.86: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 5. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 6

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje	Estudio Num:	6	Croquis del puesto de trabajo												
Estación de trabajo:	Estación 2	Hoja Num:	1													
Nº Puesto de trabajo:	6	Comienzo:	16:25													
Herramientas:		Término:	17:00													
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación	Tiempo Transc.:	0:35													
		Operario:	-													
		Observado por:	Amuchástegui													
		Fecha:	19/06/2014													
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Montaje tapones aislantes para fijación de cable delantero	Toma de bandeja 2 tapones	90	0,043	0,039	90	0,040	0,036	100	0,044	0,044	100	0,044	0,044	100	0,047	0,047
Montaje tapones aislantes para fijación de cable delantero	Posiciona los tapones en sus respectivos lugares mediante presión manual	75	0,090	0,067	75	0,094	0,071	75	0,093	0,069	75	0,088	0,066	75	0,088	0,066
Aplicación moleta retención cable VH	Toma de bandeja 8 presillas	75	0,026	0,019	75	0,025	0,018	90	0,028	0,025	90	0,027	0,025	90	0,026	0,023
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 3 presillas en agujeros sobre loguerina izquierda	90	0,085	0,077	90	0,093	0,083	100	0,084	0,084	100	0,083	0,083	100	0,083	0,083
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 3 presillas en agujeros cerca de pasa rueda trasero izquierdo	100	0,088	0,088	100	0,095	0,095	75	0,081	0,061	75	0,082	0,062	75	0,087	0,066
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 2 presillas en los agujeros sobre la travesa lateral debajo del asiento trasero izq	75	0,080	0,060	100	0,078	0,078	90	0,074	0,067	90	0,080	0,072	90	0,076	0,068
Bucha fijación solera izquierda	Toma de bandeja 8 buchas de fijación de soleras	90	0,026	0,023	75	0,027	0,020	100	0,028	0,028	100	0,025	0,025	100	0,024	0,024
Bucha fijación solera izquierda	Aplica las buchas en los agujeros respectivos	100	0,207	0,207	100	0,198	0,198	100	0,203	0,203	90	0,213	0,192	75	0,205	0,153
Montaje leva apertura capot	Posiciona el cable de apertura del capó	90	0,113	0,101	75	0,118	0,089	80	0,111	0,089	75	0,110	0,083	90	0,107	0,096
Montaje leva apertura capot	Toma de kit car 1 palanca comando apertura capó	100	0,043	0,043	90	0,047	0,042	90	0,047	0,042	100	0,046	0,046	100	0,039	0,039
Montaje leva apertura capot	Encaja el cable y fija la palanca a la carrocería	125	0,090	0,113	100	0,089	0,089	75	0,086	0,064	100	0,086	0,086	100	0,089	0,089
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,154													

Resumen del estudio									
Departamento:	Producción - Montaje	Estudio Num:	6						
Estación de trabajo:	Estación 2	Hoja Num:	1						
Nº Puesto de trabajo:	6	Comienzo:	16:25						
Herramientas:		Término:	17:00						
Condiciones de trabajo:	Normales	Tiempo Transc.:	0:35						
		Operario:	-						
		Observado por:	Amuchástegui						
		Fecha:	19/06/2014						
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota	
Montaje tapones aislantes para fijac	Toma de bandeja 2 tapones	0,042	1/1	5	0,042	0,004	0,046		
Montaje tapones aislantes para fijac	Posiciona los tapones en sus respectivos lugares mediante presión manual	0,068	1/1	5	0,068	0,007	0,075		
Aplicación moleta retención cable VH	Toma de bandeja 8 presillas	0,022	1/1	5	0,022	0,002	0,024		
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 3 presillas en agujeros sobre loguerina izquierda	0,082	1/1	5	0,082	0,008	0,090		
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 3 presillas en agujeros cerca de pasa rueda trasero izquierdo	0,074	1/1	5	0,074	0,007	0,082		
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 2 presillas en los agujeros sobre la travesa lateral debajo del asiento trasero izq	0,069	1/1	5	0,069	0,007	0,076		
Bucha fijación solera izquierda	Toma de bandeja 8 buchas de fijación de soleras	0,024	1/1	5	0,024	0,002	0,026		
Bucha fijación solera izquierda	Aplica las buchas en los agujeros respectivos	0,191	1/1	5	0,191	0,019	0,210		
Montaje leva apertura capot	Posiciona el cable de apertura del capó	0,092	1/1	5	0,092	0,009	0,101		
Montaje leva apertura capot	Toma de kit car 1 palanca comando apertura capó	0,043	1/1	5	0,043	0,004	0,047		
Montaje leva apertura capot	Encaja el cable y fija la palanca a la carrocería	0,088	1/1	5	0,088	0,009	0,097		
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,154	1/80	1	0,002	0,000	0,002		
<b>Total</b>							<b>0,876</b>		

Figura 7.87: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 6. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 7

Estudio de tiempos																	
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	7					Croquis del puesto de trabajo					
Estación de trabajo:	Estación 2					Hoja Num:	1										
Nº Puesto de trabajo:	7					Comienzo	8:23										
Herramientas:						Término	8:54										
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación					Tiempo Transc.	0:21										
						Operario:											
						Observado por:	Amuchástegui										
						Fecha:	20/06/2014										
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5			
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	
Aplicación moleta retención cable VH	Toma de bandeja 8 presillas	90	0,035	0,031	75	0,033	0,025	80	0,033	0,026	75	0,038	0,029	80	0,031	0,025	
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 3 presillas en agujeros sobre loguerina derecha	90	0,120	0,108	90	0,122	0,110	90	0,108	0,097	100	0,128	0,128	90	0,114	0,102	
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 3 presillas en agujeros cerca de pasa rueda trasero derecho	80	0,119	0,095	100	0,112	0,112	80	0,110	0,088	75	0,129	0,097	75	0,118	0,089	
Aplicación moleta retención cable VH	Aplica 2 presillas en los agujeros sobre la travesa lateral debajo del asiento trasero der	90	0,102	0,092	100	0,105	0,105	90	0,092	0,083	75	0,109	0,082	75	0,108	0,083	
Bucha fijación solera Derecha	Toma de bandeja 8 buchas de fijación de soleras	80	0,035	0,028	80	0,038	0,030	75	0,036	0,027	90	0,033	0,030	90	0,033	0,030	
Bucha fijación solera Derecha	Aplica las buchas en los agujeros respectivos	100	0,339	0,339	90	0,366	0,330	75	0,308	0,231	100	0,339	0,339	100	0,349	0,349	
Aplicación soporte plafonera	Toma de bandeja soporte plafonera y 3 ribetes	100	0,052	0,052	75	0,052	0,039	90	0,047	0,042	100	0,055	0,055	100	0,054	0,054	
Aplicación soporte plafonera	Coloca el soporte plafonera con los 3 ribetes	75	0,221	0,166	80	0,199	0,159	100	0,236	0,236	80	0,214	0,171	75	0,227	0,170	
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,135														

Resumen del estudio																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	7									
Estación de trabajo:	Estación 2					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	7					Comienzo	8:23									
Herramientas:						Término	8:54									
Condiciones de trabajo:	Normales					Tiempo Transc.	0:21									
						Operario:										
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									

Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota
Aplicación moleta retención cable V	Aplica 3 presillas en agujeros sobre loguerina derecha	0,109	1/1	5	0,109	0,011	0,120	
Aplicación moleta retención cable V	Aplica 3 presillas en agujeros cerca de pasa rueda trasero derecho	0,096	1/1	5	0,096	0,010	0,106	
Aplicación moleta retención cable V	Aplica 2 presillas en los agujeros sobre la travesa lateral debajo del asiento trasero der	0,088	1/1	5	0,088	0,009	0,097	
Bucha fijación solera Derecha	Toma de bandeja 8 buchas de fijación de soleras	0,029	1/1	5	0,029	0,003	0,032	
Bucha fijación solera Derecha	Aplica las buchas en los agujeros respectivos	0,318	1/1	5	0,318	0,032	0,349	
Aplicación soporte plafonera	Toma de bandeja soporte plafonera y 3 ribetes	0,049	1/1	5	0,049	0,005	0,053	
Aplicación soporte plafonera	Coloca el soporte plafonera con los 3 ribetes	0,180	1/1	5	0,180	0,018	0,198	
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,135	1/80	1	0,002	0,000	0,002	
<b>Total</b>							<b>0,988</b>	

Figura 7.88: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 7. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 8

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	8					Croquis del puesto de trabajo				
Estación de trabajo:	Estación 2					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	8					Comienzo:	9:15									
Herramientas:						Término:	9:34									
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación					Tiempo Transc.:	0:19									
						Operario:	-									
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Colocar amortiguador tapa trasera	Toma de kit car amortiguador SX	100	0,078	0,078	90	0,082	0,074	100	0,082	0,082	90	0,075	0,067	100	0,072	0,072
Colocar amortiguador tapa trasera	Coloca el amortiguador de la tapa trasera	75	0,356	0,267	80	0,341	0,273	80	0,331	0,265	75	0,356	0,267	75	0,352	0,264

Resumen del estudio									
Departamento:	Producción - Montaje			Estudio Num:	8				
Estación de trabajo:	Estación 2			Hoja Num:	1				
Nº Puesto de trabajo:	8			Comienzo:	9:15				
Herramientas:				Término:	9:34				
Condiciones de trabajo:	Normales			Tiempo Transc.:	0:19				
				Operario:	-				
				Observado por:	Amuchástegui				
				Fecha:	20/06/2014				
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota	
Colocar amortiguador tapa trasera	Toma de kit car amortiguador SX	0,074	1/1	5	0,074	0,007	0,082		
Colocar amortiguador tapa trasera	Coloca el amortiguador de la tapa trasera	0,267	1/1	5	0,267	0,027	0,294		
<b>Total</b>							<b>0,376</b>		

Figura 7.89: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 8. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 9

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje			Estudio Num:	9			Croquis del puesto de trabajo								
Estación de trabajo:	Estación 3			Hoja Num:	1											
Nº Puesto de trabajo:	9			Comienzo	10:03											
Herramientas:				Término	10:36											
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación			Tiempo Transc.	0:33											
				Operario:	-											
				Observado por:	Amuchástegui											
				Fecha:	20/06/2014											
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Aplicación moleta plafonera	Toma de bandeja una moleta	90	0,035	0,031	90	0,036	0,032	80	0,036	0,028	75	0,035	0,026	90	0,036	0,033
Aplicación moleta plafonera	Posiciona presilla en la parte delantera central del techo	90	0,200	0,180	75	0,182	0,137	90	0,196	0,177	90	0,192	0,173	100	0,208	0,208
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	Toma de bandeja 1 tapon	90	0,052	0,047	75	0,055	0,041	75	0,049	0,037	100	0,049	0,049	75	0,049	0,037
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	Coloca el tapon sobre el lado interno derecho de la puerta trasera	90	0,152	0,136	90	0,142	0,128	90	0,159	0,143	100	0,150	0,150	90	0,167	0,150
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	Coloca el tapón sobre lado interno izquierdo de la puerta trasera	100	0,135	0,135	100	0,134	0,134	100	0,122	0,122	75	0,127	0,095	100	0,142	0,142
Aplicación tapón tapa baúl	Toma de bandeja 1 tapon de tapa baúl	100	0,104	0,104	100	0,103	0,103	100	0,107	0,107	100	0,111	0,111	100	0,093	0,093
Aplicación tapón tapa baúl	Coloca tapon sobre el agujero del montante de la tapa baúl del lado izquierdo	100	0,156	0,156	80	0,145	0,116	75	0,152	0,114	75	0,156	0,117	80	0,159	0,127
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,142													

Resumen del estudio										
Departamento:	Producción - Montaje			Estudio Num:	9					
Estación de trabajo:	Estación 3			Hoja Num:	1					
Nº Puesto de trabajo:	9			Comienzo	10:03					
Herramientas:				Término	10:36					
Condiciones de trabajo:	Normales			Tiempo Transc.	0:33					
				Operario:	-					
				Observado por:	Amuchástegui					
				Fecha:	20/06/2014					
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota		
Aplicación moleta plafonera	Toma de bandeja una moleta	0,030	1/1	5	0,030	0,003	0,033			
Aplicación moleta plafonera	Posiciona presilla en la parte delantera central del techo	0,175	1/1	5	0,175	0,018	0,193			
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	Toma de bandeja 1 tapon	0,042	1/1	5	0,042	0,004	0,046			
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	Coloca el tapon sobre el lado interno derecho de la puerta trasera	0,142	1/1	5	0,142	0,014	0,156			
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	Coloca el tapón sobre lado interno izquierdo de la puerta trasera	0,126	1/1	5	0,126	0,013	0,138			
Aplicación tapón tapa baúl	Toma de bandeja 1 tapon de tapa baúl	0,103	1/1	5	0,103	0,010	0,114			
Aplicación tapón tapa baúl	Coloca tapon sobre el agujero del montante de la tapa baúl del lado izquierdo	0,126	1/1	5	0,126	0,013	0,138			
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,142	1/80	1	0,002	0,000	0,002			
<b>Total</b>								<b>0,820</b>		

Figura 7.90: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 9. Fuente: Elaboración propia.





## Puesto 10

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje	Estudio Num:	10	Croquis del puesto de trabajo												
Estación de trabajo:	Estación 3	Hoja Num:	1													
Nº Puesto de trabajo:	10	Comienzo:	11:14													
Herramientas:		Término:	11:56													
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación	Tiempo Transc.	0:42													
		Operario:	-													
		Observado por:	Amuchástegui													
		Fecha:	20/06/2014													
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Desmontaje puerta anterior Derecha	Abre la puerta anterior lado derecho y retira tornillos de las bisagras	125	0,120	0,150	80	0,130	0,104	100	0,126	0,126	90	0,130	0,117	80	0,130	0,104
Desmontaje puerta anterior Derecha	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	90	0,069	0,062	90	0,076	0,068	75	0,069	0,052	100	0,069	0,069	90	0,066	0,059
Desmontaje puerta anterior Derecha	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	75	0,147	0,110	75	0,156	0,117	90	0,142	0,128	75	0,151	0,113	75	0,151	0,113
Desmontaje puerta anterior Derecha	Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	100	0,019	0,019	90	0,018	0,016	90	0,020	0,018	90	0,019	0,017	90	0,019	0,017
Desmontaje puerta posterior Derecha	Abre la puerta posterior lado derecho y retira los tornillos de las bisagras	100	0,121	0,121	100	0,120	0,120	90	0,115	0,103	100	0,126	0,126	100	0,118	0,118
Desmontaje puerta posterior Derecha	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	75	0,069	0,052	100	0,070	0,070	90	0,073	0,066	100	0,064	0,064	100	0,074	0,074
Desmontaje puerta posterior Derecha	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	100	0,267	0,267	75	0,272	0,204	100	0,280	0,280	80	0,286	0,229	75	0,264	0,198
Desmontaje puerta posterior Derecha	Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	75	0,021	0,016	100	0,019	0,019	100	0,021	0,021	90	0,021	0,019	100	0,019	0,019
Aplicación protección guardabarros Derechos	Busca de los flangers de las puertas 1 protector anterior y 1 protector posterior de los guardabarros	75	0,104	0,078	75	0,106	0,079	100	0,111	0,111	75	0,111	0,083	75	0,093	0,070
Aplicación protección guardabarros Derechos	Aplica los protectores sobre los guardabarros mediante presión manual	90	0,056	0,050	90	0,060	0,054	125	0,056	0,070	80	0,060	0,048	90	0,061	0,055
Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Derecha	Busca de al lado de línea el protector solera anterior y posterior derecha	100	0,086	0,086	90	0,081	0,073	90	0,093	0,084	90	0,089	0,080	90	0,093	0,084
Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Derecha	Coloca la protección en solera anterior y posterior	100	0,104	0,104	90	0,100	0,090	75	0,106	0,080	80	0,099	0,079	90	0,104	0,094

Resumen del estudio									
Departamento:	Producción - Montaje	Estudio Num:	10						
Estación de trabajo:	Estación 3	Hoja Num:	1						
Nº Puesto de trabajo:	10	Comienzo:	11:14						
		Término:	11:56						
		Tiempo Transc.	0:42						
		Operario:	-						
Herramientas:		Observado por:	Amuchástegui						
Condiciones de trabajo:	Normales	Fecha:	20/06/2014						
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota	
Desmontaje puerta anterior Derecha	Abre la puerta anterior lado derecho y retira tornillos de las bisagras	0,120	1/1	5	0,120	0,012	0,132		
Desmontaje puerta anterior Derecha	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	0,062	1/1	5	0,062	0,006	0,068		
Desmontaje puerta anterior Derecha	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	0,116	1/1	5	0,116	0,012	0,128		
Desmontaje puerta anterior Derecha	Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	0,017	1/1	5	0,017	0,002	0,019		
Desmontaje puerta posterior Derecha	Abre la puerta posterior lado derecho y retira los tornillos de las bisagras	0,118	1/1	5	0,118	0,012	0,129		
Desmontaje puerta posterior Derecha	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	0,065	1/1	5	0,065	0,007	0,072		
Desmontaje puerta posterior Derecha	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	0,236	1/1	5	0,236	0,024	0,259		
Desmontaje puerta posterior Derecha	Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	0,018	1/1	5	0,018	0,002	0,020		
Aplicación protección guardabarros	Busca de los flangers de las puertas 1 protector anterior y 1 protector posterior de los guardabarros	0,084	1/1	5	0,084	0,008	0,093		
Aplicación protección guardabarros	Aplica los protectores sobre los guardabarros mediante presión manual	0,055	1/1	5	0,055	0,006	0,061		
Aplicación polietileno protección solera	Busca de al lado de línea el protector solera anterior y posterior derecha	0,082	1/1	5	0,082	0,008	0,090		
Aplicación polietileno protección solera	Coloca la protección en solera anterior y posterior	0,089	1/1	5	0,089	0,009	0,098		
<b>Total</b>							<b>1,170</b>		

Figura 7.91: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 10. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 11

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje	Estudio Num:	11	Croquis del puesto de trabajo												
Estación de trabajo:	Estación 3	Hoja Num:	1													
Nº Puesto de trabajo:	11	Comienzo:	12:05													
Herramientas:		Término:	12:44													
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación	Tiempo Transc.:	0:39													
		Operario:														
		Observado por:	Amuchástegui													
		Fecha:	20/06/2014													
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Desmontaje puerta anterior izquierda	Abre la puerta anterior lado izquierdo y retira los tornillos de las bisagras	80	0,117	0,094	90	0,110	0,099	100	0,110	0,110	90	0,129	0,116	90	0,117	0,105
Desmontaje puerta anterior izquierda	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	90	0,069	0,062	100	0,071	0,071	100	0,065	0,065	75	0,066	0,049	100	0,068	0,068
Desmontaje puerta anterior izquierda	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	75	0,246	0,185	100	0,268	0,268	75	0,248	0,186	75	0,248	0,186	100	0,239	0,239
Desmontaje puerta anterior izquierda	Acciona pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	75	0,050	0,038	100	0,053	0,053	100	0,050	0,050	90	0,046	0,041	100	0,050	0,050
Desmontaje puerta posterior izquierda	Abre puerta posterior lado izquierdo y retira los tornillos de las bisagras	90	0,117	0,105	125	0,127	0,158	75	0,110	0,083	100	0,129	0,129	125	0,122	0,152
Desmontaje puerta posterior izquierda	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	100	0,069	0,069	90	0,062	0,056	75	0,071	0,053	100	0,071	0,071	90	0,064	0,057
Desmontaje puerta posterior izquierda	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	100	0,280	0,280	75	0,280	0,210	90	0,300	0,270	80	0,260	0,208	75	0,263	0,197
Desmontaje puerta posterior izquierda	Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	75	0,054	0,040	100	0,058	0,058	100	0,059	0,059	80	0,053	0,042	100	0,050	0,050
Aplicación protección guardabarros izquierdos	Busca de los flangers de las puertas 1 protector anterior y 1 protector posterior de los guardabarros y aplicarlos sobre los mismos mediante presión manual	100	0,104	0,104	100	0,095	0,095	100	0,103	0,103	90	0,104	0,093	100	0,096	0,096
Aplicación protección guardabarros izquierdos	Aplica los protectores sobre los guardabarros mediante presión manual	75	0,050	0,038	75	0,051	0,038	80	0,045	0,036	75	0,054	0,040	75	0,053	0,040
Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. izquierda	Busca de al lado de línea el protector solera anterior y posterior izquierda	90	0,086	0,078	100	0,080	0,080	90	0,085	0,076	90	0,082	0,074	100	0,087	0,087
Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. izquierda	Coloca la protección en solera anterior y posterior	100	0,101	0,101	75	0,111	0,083	75	0,103	0,077	100	0,095	0,095	75	0,096	0,072

Resumen del estudio														
Departamento:	Producción - Montaje	Estudio Num:	11											
Estación de trabajo:	Estación 3	Hoja Num:	1											
Nº Puesto de trabajo:	11	Comienzo:	12:05											
Herramientas:		Término:	12:44											
Condiciones de trabajo:	Normales	Tiempo Transc.:	0:39											
		Operario:												
		Observado por:	Amuchástegui											
		Fecha:	20/06/2014											

Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota
Desmontaje puerta anterior izquierda	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	0,063	1/1	5	0,063	0,006	0,069	
Desmontaje puerta anterior izquierda	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	0,213	1/1	5	0,213	0,021	0,234	
Desmontaje puerta anterior izquierda	Acciona pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	0,046	1/1	5	0,046	0,005	0,051	
Desmontaje puerta posterior izquierda	Abre puerta posterior lado izquierdo y retira los tornillos de las bisagras	0,125	1/1	5	0,125	0,013	0,138	
Desmontaje puerta posterior izquierda	Deposita tornillos en contenedor específico para su reutilización.	0,061	1/1	5	0,061	0,006	0,067	
Desmontaje puerta posterior izquierda	Retira la Puerta anterior izquierda del vehículo y la posiciona sobre ascensores trabando las mismas.	0,233	1/1	5	0,233	0,023	0,256	
Desmontaje puerta posterior izquierda	Acciona los pulsadores para liberar el envío de puertas en elevador a la línea de puertas	0,050	1/1	5	0,050	0,005	0,055	
Aplicación protección guardabarros	Busca de los flangers de las puertas 1 protector anterior y 1 protector posterior de los guardabarros y aplicarlos	0,098	1/1	5	0,098	0,010	0,108	
Aplicación protección guardabarros	Aplica los protectores sobre los guardabarros mediante presión manual	0,038	1/1	5	0,038	0,004	0,042	
Aplicación polietileno protección solera	Busca de al lado de línea el protector solera anterior y posterior izquierda	0,079	1/1	5	0,079	0,008	0,087	
Aplicación polietileno protección solera	Coloca la protección en solera anterior y posterior	0,085	1/1	5	0,085	0,009	0,094	
<b>Total</b>							<b>1,318</b>	

Figura 7.92: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 11. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 12

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	12		Croquis del puesto de trabajo							
Estación de trabajo:	Estación 4					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	12					Comienzo:	14:05									
Herramientas:	Martillo de uterano					Término:	14:27									
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación					Tiempo Transc.:	0:22									
						Operario:	-									
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Aplicar moleta VM cable anterior	Toma de bandeja 3 presillas para fijación de cables	100	0,043	0,043	75	0,044	0,033	75	0,043	0,032	100	0,044	0,044	75	0,040	0,030
Aplicar moleta VM cable anterior	Aplica las presillas en los respectivos agujeros del vano motor con un martillo de uterano	75	0,121	0,090	90	0,110	0,099	90	0,128	0,115	75	0,130	0,098	90	0,108	0,098
Aplicación de moleta de retención de cable vano motor	Toma de bandeja 5 moletas	100	0,035	0,035	80	0,031	0,025	100	0,033	0,033	100	0,032	0,032	100	0,032	0,032
Aplicación de moleta de retención de cable vano motor	Aplica las moletas en la travesera inf. Del vano motor con un martillo de uterano	75	0,178	0,134	100	0,168	0,168	100	0,191	0,191	75	0,184	0,138	100	0,185	0,185
Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas	Toma de bandeja 1 moleta de retención del cable motor limpiaparabrisas y 1 del tubo de combustible	90	0,043	0,039	80	0,041	0,033	75	0,048	0,036	90	0,040	0,036	80	0,039	0,031
Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas	Coloca la moleta de retención del cable motor limpiaparabrisas.	90	0,058	0,052	90	0,056	0,050	100	0,054	0,054	90	0,063	0,057	90	0,063	0,057
Montaje moleta retención tubo combustible sobre pared VM	Coloca la presilla de retención del tubo de combustible	90	0,044	0,039	75	0,041	0,030	75	0,047	0,035	90	0,045	0,040	75	0,048	0,036
Fijación cerradura del capó motor	Toma de kit car una cerradura capot	90	0,026	0,023	75	0,024	0,018	90	0,024	0,022	90	0,027	0,024	75	0,027	0,020
Fijación cerradura del capó motor	Conecta vaina de apertura capot con la cerradura y monta la cerradura	100	0,510	0,510	90	0,541	0,487	100	0,495	0,495	100	0,526	0,526	90	0,561	0,505
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,177													

Resumen del estudio									
Departamento:	Producción - Montaje			Estudio Num:	12				
Estación de trabajo:	Estación 4			Hoja Num:	1				
Nº Puesto de trabajo:	12			Comienzo:	14:05				
Herramientas:				Término:	14:27				
Condiciones de trabajo:	Normales			Tiempo Transc.:	0:22				
				Operario:	-				
				Observado por:	Amuchástegui				
				Fecha:	20/06/2014				
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota	
Aplicar moleta VM cable anterior	Toma de bandeja 3 presillas para fijación de cables	0,037	1/1	5	0,037	0,004	0,040		
Aplicar moleta VM cable anterior	Aplica las presillas en los respectivos agujeros del vano motor con un martillo de uterano	0,100	1/1	5	0,100	0,010	0,110		
Aplicación de moleta de retención de cable vano motor	Toma de bandeja 5 moletas	0,031	1/1	5	0,031	0,003	0,035		
Aplicación de moleta de retención de cable vano motor	Aplica las moletas en la travesera inf. Del vano motor con un martillo de uterano	0,163	1/1	5	0,163	0,016	0,179		
Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas y 1 del tubo de combustible	Toma de bandeja 1 moleta de retención del cable motor limpiaparabrisas y 1 del tubo de combustible	0,035	1/1	5	0,035	0,004	0,039		
Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas	Coloca la moleta de retención del cable motor limpiaparabrisas.	0,054	1/1	5	0,054	0,005	0,059		
Montaje moleta retención tubo combustible	Coloca la presilla de retención del tubo de combustible	0,036	1/1	5	0,036	0,004	0,040		
Fijación cerradura del capó motor	Toma de kit car una cerradura capot	0,022	1/1	5	0,022	0,002	0,024		
Fijación cerradura del capó motor	Conecta vaina de apertura capot con la cerradura y monta la cerradura	0,505	1/1	5	0,505	0,050	0,555		
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,177	1/80	1	0,002	0,000	0,002		
<b>Total</b>							<b>1,083</b>		

Figura 7.93: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 12. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 13

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	13		Croquis del puesto de trabajo							
Estación de trabajo:	Estación 4					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	13					Comienzo	14:35									
Herramientas:						Término	14:48									
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación					Tiempo Transc.	0:13									
						Operario:										
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Posicionamiento del cable de apertura del capó	Toma de bandeja 3 presillas	100	0,052	0,052	100	0,057	0,057	75	0,054	0,040	100	0,048	0,048	100	0,057	0,057
Posicionamiento del cable de apertura del capó	Fija las presillas en sus respectivos lugares y posiciona la vaina en las mismas	100	0,720	0,720	100	0,712	0,712	90	0,684	0,615	100	0,712	0,712	100	0,676	0,676
Aplicación moleta retención de cable anterior y tapón de combustible	Toma de bandeja 3 moletas de retención del cable de apertura tapa baúl, y un tapón para boca de combustible.	125	0,043	0,054	75	0,039	0,029	100	0,042	0,042	125	0,044	0,056	75	0,040	0,030
Aplicación moleta retención de cable anterior y tapón de combustible	Aplica las 3 moletas de retención y el tapón de boca de combustible.	90	0,343	0,308	100	0,373	0,373	100	0,343	0,343	90	0,360	0,324	100	0,370	0,370
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,205													

Resumen del estudio																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	13									
Estación de trabajo:	Estación 4					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	13					Comienzo	14:35									
Herramientas:						Término	14:48									
Condiciones de trabajo:	Normales					Tiempo Transc.	0:13									
						Operario:										
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota								
Posicionamiento del cable de apertura	Toma de bandeja 3 presillas	0,051	1/1	5	0,051	0,005	0,056									
Posicionamiento del cable de apertura	Fija las presillas en sus respectivos lugares y posiciona la vaina en las mismas	0,687	1/1	5	0,687	0,069	0,756									
Aplicación moleta retención de cable	Toma de bandeja 3 moletas de retención del cable de apertura tapa baúl, y un tapón para boca de combustible.	0,042	1/1	5	0,042	0,004	0,046									
Aplicación moleta retención de cable	Aplica las 3 moletas de retención y el tapón de boca de combustible.	0,344	1/1	5	0,344	0,034	0,378									
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,205	1/80	1	0,003	0,000	0,003									
<b>Total</b>							<b>1,239</b>									

Figura 7.94: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 13. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 14

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	14					Croquis del puesto de trabajo				
Estación de trabajo:	Estación 4					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	14					Comienzo:	14:54									
Herramientas:						Término:	15:30									
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación					Tiempo Transc.	0:36									
						Operario:										
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Colocación recubrimientos zona vano baúl	Toma de bandeja 8 nastros adhesivos para obstrucción de agujeros.	75	0,026	0,019	75	0,027	0,020	75	0,023	0,017	75	0,027	0,020	75	0,025	0,018
Colocación recubrimientos zona vano baúl	Aplica los nastros en la parte posterior del vehículo	80	0,039	0,031	90	0,042	0,038	100	0,039	0,039	100	0,038	0,038	90	0,035	0,032
Sistematización cable tapa baúl	Toma de kit car 1 chicote tapa trasera	100	0,035	0,035	100	0,034	0,034	75	0,032	0,024	100	0,037	0,037	100	0,033	0,033
Sistematización cable tapa baúl	Coloca el chicote de la tapa trasera	75	0,533	0,400	80	0,576	0,461	90	0,517	0,466	75	0,512	0,384	100	0,496	0,496
Colocación de presillas sobre la tapa trasera para cable baúl	Toma de bandeja 5 presillas para cable de luneta termica	100	0,043	0,043	75	0,043	0,032	90	0,041	0,037	100	0,047	0,047	100	0,041	0,041
Colocación de presillas sobre la tapa trasera para cable baúl	Coloca las 5 presillas al cable de la luneta térmica y las fija a los respectivos agujeros de la tapa trasera	75	0,057	0,043	100	0,059	0,059	90	0,058	0,052	75	0,063	0,047	75	0,054	0,040
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,158													

Resumen del estudio										
Departamento:	Producción - Montaje			Estudio Num:	14					
Estación de trabajo:	Estación 4			Hoja Num:	1					
Nº Puesto de trabajo:	14			Comienzo:	14:54					
Herramientas:				Término:	15:30					
Condiciones de trabajo:	Normales			Tiempo Transc.	0:36					
				Operario:						
				Observado por:	Amuchástegui					
				Fecha:	20/06/2014					
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota		
Colocación recubrimientos zona vano	Toma de bandeja 8 nastros adhesivos para obstrucción de agujeros.	0,019	1/1	5	0,019	0,002	0,021			
Colocación recubrimientos zona vano	Aplica los nastros en la parte posterior del vehículo	0,035	1/1	5	0,035	0,004	0,039			
Sistematización cable tapa baúl	Toma de kit car 1 chicote tapa trasera	0,033	1/1	5	0,033	0,003	0,036			
Sistematización cable tapa baúl	Coloca el chicote de la tapa trasera	0,441	1/1	5	0,441	0,044	0,485			
Colocación de presillas sobre la tapa	Toma de bandeja 5 presillas para cable de luneta termica	0,040	1/1	5	0,040	0,004	0,044			
Colocación de presillas sobre la tapa	Coloca las 5 presillas al cable de la luneta térmica y las fija a los respectivos agujeros de la tapa trasera	0,048	1/1	5	0,048	0,005	0,053			
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,158	1/80	1	0,002	0,000	0,002			
<b>Total</b>							<b>0,681</b>			

Figura 7.95: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 14. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 15

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	15				Croquis del puesto de trabajo						
Estación de trabajo:	Estación 5				Hoja Num:	1										
Nº Puesto de trabajo:	15				Comienzo:	15:41										
Herramientas:					Término:	16:15										
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación				Tiempo Transc.:	0:34										
					Operario:											
					Observado por:	Amuchástegui										
					Fecha:	20/06/2014										
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B.	V.	C.	T.B.	V.	C.	T.B.	V.	C.	T.B.	V.	C.	T.B.
Montaje de cable de antena	Toma de kit car un cable para la antena, y de bandeja toma 2 moletas y un insonorizante	75	0,043	0,032	75	0,039	0,029	90	0,048	0,043	75	0,044	0,033	100	0,044	0,044
Montaje de cable de antena	Coloca las 2 moletas, el cable de antena y el insonorizante por el parante superior derecho del vehículo	90	0,524	0,471	90	0,524	0,471	100	0,476	0,476	90	0,571	0,514	75	0,571	0,428
Lectura de carrocería	Busca al lado de línea hand held para realizar lectura de carrocería	100	0,104	0,104	90	0,100	0,090	100	0,102	0,102	100	0,111	0,111	90	0,113	0,102
Lectura de carrocería	Efectúa lectura de carrocería	110	0,035	0,039	90	0,038	0,034	100	0,036	0,036	100	0,035	0,035	90	0,036	0,033
Grabación de chasis	Busca marcadora de chasis	80	0,039	0,031	90	0,036	0,033	125	0,040	0,051	80	0,042	0,034	90	0,040	0,036
Grabación de chasis	Posiciona la marcadora de chasis, la asegura y presiona botón para comenzar marcación	90	0,205	0,185	100	0,187	0,187	90	0,189	0,170	90	0,213	0,192	90	0,222	0,199
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía		0,190													
Retira kit car	Retira kit car posterior derecho	100	0,204	0,204	100	0,202	0,202	90	0,196	0,178	115	0,202	0,232	75	0,184	0,138

Resumen del estudio															
Departamento:	Producción - Montaje				Estudio Num:	15									
Estación de trabajo:	Estación 5				Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	15				Comienzo:	15:41									
Herramientas:					Término:	16:15									
Condiciones de trabajo:	Normales				Tiempo Transc.:	0:34									
					Operario:										
					Observado por:	Amuchástegui									
					Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota							
Montaje de cable de antena	Toma de kit car un cable para la antena, y de bandeja toma 2 moletas y un insonorizante	0,036	1/1	5	0,036	0,004	0,040								
Montaje de cable de antena	Coloca las 2 moletas, el cable de antena y el insonorizante por el parante superior derecho del vehículo	0,472	1/1	5	0,472	0,047	0,519								
Lectura de carrocería	Busca al lado de línea hand held para realizar lectura de carrocería	0,102	1/1	5	0,102	0,010	0,112								
Lectura de carrocería	Efectúa lectura de carrocería	0,035	1/1	5	0,035	0,004	0,039								
Grabación de chasis	Busca marcadora de chasis	0,037	1/1	5	0,037	0,004	0,040								
Grabación de chasis	Posiciona la marcadora de chasis, la asegura y presiona botón para comenzar marcación	0,187	1/1	5	0,187	0,019	0,205								
Bandeja minutería	Toma Bandeja llena y deja la vacía	0,190	1/80	1	0,002	0,000	0,003								
Retira kit car	Retira kit car posterior derecho	0,190	1/1	5	0,190	0,019	0,209								
<b>Total</b>							<b>1,167</b>								

Figura 7.96: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 15. Fuente: Elaboración propia.



## Puesto 16

Estudio de tiempos																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	16		Croquis del puesto de trabajo							
Estación de trabajo:	Estación 5					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	16					Comienzo:	16:22									
Herramientas:						Término:	16:50									
Condiciones de trabajo	Temperatura y humedad en condiciones normales. Correcto nivel de iluminación					Tiempo Transc.:	0:28									
						Operario:										
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	1			2			3			4			5		
		V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B	V.	C.	T.B
Montaje cable vano motor	Toma de kit car un chicote cables vano motor	75	0,026	0,019	100	0,026	0,026	75	0,028	0,021	75	0,025	0,019	100	0,026	0,026
Montaje cable vano motor	Montaje chicote en sus respectivas moletas	75	0,941	0,705	100	0,959	0,959	100	0,884	0,884	75	0,978	0,734	100	0,865	0,865
Retira kit car	Retira kit car anterior izquierdo	100	0,237	0,237	75	0,251	0,188	110	0,249	0,274	75	0,249	0,187	90	0,237	0,213

Resumen del estudio																
Departamento:	Producción - Montaje					Estudio Num:	16									
Estación de trabajo:	Estación 1					Hoja Num:	1									
Nº Puesto de trabajo:	1					Comienzo:	16:22									
Herramientas:						Término:	16:50									
Condiciones de trabajo:	Normales					Tiempo Transc.:	0:28									
						Operario:										
						Observado por:	Amuchástegui									
						Fecha:	20/06/2014									
Operación	Descripción del elemento	T.B Promedio	F.	Obs.	M.B	Factor Descanso (10% M.B)	Tiempo Tipo	Nota								
Montaje cable vano motor	Toma de kit car un chicote cables vano motor	0,022	1/1	5	0,022	0,002	0,025									
Montaje cable vano motor	Montaje chicote en sus respectivas moletas	0,830	1/1	5	0,830	0,083	0,912									
Retira kit car	Retira kit car anterior izquierdo	0,220	1/1	5	0,220	0,022	0,242									
<b>Total</b>							<b>1,179</b>									

Figura 7.97: Estudio de tiempos y resumen del estudio de puesto 16. Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se elabora un diagrama donde se observa el tiempo tipo de cada uno de los puestos y la falta de saturación en los mismos:

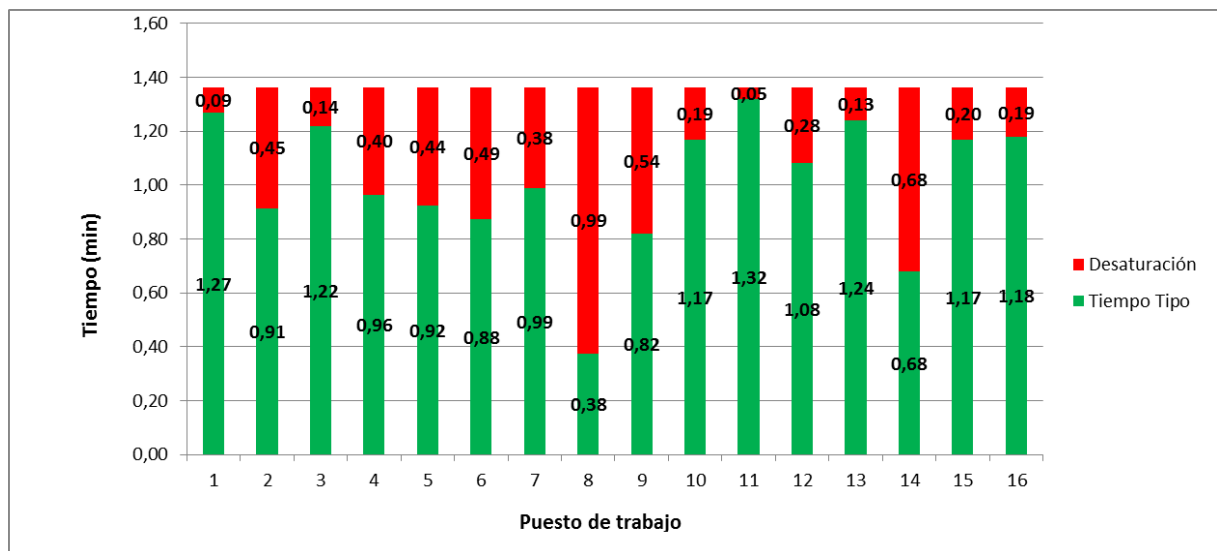


Gráfico 7.8: Saturación por puesto de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de falta de saturación del operario totaliza 5,64 minutos. Si tenemos en cuenta que el tiempo ciclo que requiere cada puesto es de 1,364 minutos, se puede llegar a un ideal de 4,13 personas menos por turno. Debido a esto, se procede a realizar un balanceo de línea.

### 7.5.1.2 Balanceo de línea

Para realizar el balanceo de línea recorro a los autores Richard Chase, Robert Jacobs, y Nicholas Aquilano (2009), quienes definen al balanceo como un proceso que consiste en asignar todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no tenga más de lo que se puede hacer en el tiempo del ciclo del puesto de trabajo y que el tiempo no asignado (es decir, inactivo) de todos los puestos de trabajo sea mínimo.

Para realizar el balanceo de la línea, se deben tener en cuenta las relaciones entre las tareas impuestas por el diseño del producto. Esto se llama relación de





precedencia, la cual especifica el orden en que se deben realizar las tareas dentro del proceso de ensamble.

Los pasos para equilibrar la línea de montaje son los siguientes:

- 1) Especificar la secuencia de las relaciones de las tareas utilizando un diagrama de precedencia.
- 2) Determinar el tiempo del ciclo ( C ) que requieren los puestos de trabajo utilizando la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Productos requeridos por día}}$$

- 3) Determinar el número mínimo de puestos de trabajo (Nt) que se requiere para cumplir el límite de tiempo del ciclo de la estación de trabajo utilizando la siguiente fórmula (Redondeando al siguiente entero más alto).
- 4) Seleccionar la primera regla a utilizar para asignar las tareas a los puestos de trabajo y una segunda para romper empates.
- 5) Asignar las tareas, de una a una, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo ciclo de la estación de trabajo o que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repetir el proceso con la estación de trabajo 2, la estación de trabajo 3 y así sucesivamente hasta que haya asignado todas las tareas.
- 6) Evaluar la eficiencia del balanceo utilizando la siguiente fórmula:

Eficiencia= Suma de los tiempos de las tareas (T) / (Número real de estaciones de trabajo (Na) x Tiempo del ciclo de la estación de trabajo C).

Se procede con el desarrollo:



## 1) Especificar la secuencia de relaciones

<i>Item</i>	<i>Operación</i>	<i>Predecesoras</i>
1	Apertura capot	-
2	Aplicación asta capot	1-6
3	Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	1-5-6
4	Aplicación vaina apertura capot	1-6
5	Bandeja minutería 1	-
6	Introducción kit car anterior izquierdo	-
7	Aplicación tapón sobre longuerina	5
8	Bandeja minutería 2	-
9	Montaje Bucha	8
10	Montaje Isolamento Vano Motor	6
11	Montaje Tapón sobre pared cruscoto	8
12	Aplicación bucha fijación parasol DX	8
13	Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	8
14	Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	8
15	Aplicación tapón sobre pavimento	8
16	Aplicación tapón sobre solera	8
17	Bandeja minutería 3	-
18	Introducción kit car posterior derecho	-
19	Montaje guarnición pasaje de tubos	17
20	Aplicación bucha fijación parasol DX	17
21	Aplicación comando cerradura baúl	6
22	Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	17
23	Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	17
24	Aplicación tapón sobre pavimento	17
25	Aplicación tapón sobre solera	17
26	Bandeja minutería 4	-
27	Montaje guarnición pasaje de tubos	26



<b>Item</b>	<b>Operación</b>	<b>Predecesoras</b>
28	Tapón sobre pared cruscoto	26
29	Aplicación rivetto cerradura baúl	26
30	Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop	26
31	Aplicación tapón zona batente asiento posterior	26
32	Bandeja minutería 5	-
33	Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera	32
34	Colocar amortiguador tapa trasera	18
35	Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera	18
36	Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera	18
37	Retirada dispositivo de retención tapa trasera	18
38	Aplicación moleta retención cable VH	32
39	Bandeja minutería 6	-
40	Bucha fijación solera Izquierda	39
41	Montaje leva apertura capot	39
42	Montaje tapones aislantes para fijación de cable delantero	39
43	Aplicación moleta retención cable VH	39
44	Aplicación soporte plafonera	18
45	Bandeja minutería 7	-
46	Bucha fijación solera Derecha	45
47	Colocar amortiguador tapa trasera	18
48	Aplicación moleta plafonera	45
49	Aplicación tapón int. Cable interruptor baul	45
50	Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	45
51	Aplicación tapón tapa baul	45
52	Bandeja minutería 8	-
53	Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Derecha	-
54	Aplicación protección guardabarros Derechos	-



Item	Operación	Predecesoras
55	Desmontaje puerta anterior Derecha	-
56	Desmontaje puerta posterior Derecha	-
57	Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Izquierda	-
58	Aplicación protección guardabarros Izquierdos	-
59	Desmontaje puerta anterior Izquierda	-
60	Desmontaje puerta posterior Izquierda	-
61	Aplicación de moleta de retención de cable vano motor	52
62	Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas	52
63	Aplicar moleta VM cable anterior	52
64	Bandeja minutería 9	-
65	Fijación cerradura del capó motor	64
66	Montaje moleta retención tubo combustible sobre pared VM	64
67	Aplicación moleta retención de cable anterior y tapón de combustible	64
68	Bandeja minutería 10	-
69	Posicionamiento del cable de apertura del capó	68
70	Bandeja minutería 11	-
71	Colocación de presillas sobre la tapa trasera para cable baúl	70
72	Colocación recubrimientos zona vano baúl	70
73	Sistematización cable tapa baúl	18
74	Bandeja minutería 12	-
75	Grabación de chasis	-
76	Lectura de carrocería	75
77	Montaje de cable de antena	18
78	Retira kit car posterior derecho	18
79	Montaje cable vano motor	6
80	Retira kit car anterior izquierdo	79

Tabla 24: Secuencia de relaciones entre las operaciones. Fuente: Elaboración propia.

## 2) Determinar el tiempo del ciclo

El tiempo de producción por turno es de 8,3 hs, equivalentes a 498 minutos y en el mismo hay un tiempo de descansos que totalizan 45 minutos por lo que son un total de 453 minutos de producción. Por otro lado, la necesidad de producción es de 332 vehículos por turno. Procedemos con el cálculo de la cadencia:

$$C = \frac{453 \text{ min}}{332 \text{ vehículos}} = 1,364 \frac{\text{min}}{\text{vehículo}}$$

Podemos decir entonces que la suma de operaciones asignadas a cada puesto de trabajo, no debe superar 1,364 minutos.



### 3) Determinar el número mínimo de puestos

$$Nt = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo Ciclo (C)}}$$

$$Nt = \frac{16,188}{1,364} = 11,86 \text{ puestos}$$

El número mínimo de puestos es 12.

### 4) Seleccionar la primera regla a utilizar para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una segunda para romper empates.

- Entre los posibles candidatos se escogen primeros los que tengan el tiempo base más largo, para asignar las operaciones más difíciles de acomodar y reservando las de tiempo más corto para ajustar el puesto.
- Elección arbitraria en el caso de tener más de un candidato.

### 5) Asignar las tareas

1. Se comienza con el primer puesto de trabajo, para el cual se prepara una lista de las distintas operaciones que puedan llevarse a cabo en el mismo. Para que la operación pueda asignarse a este puesto, debe satisfacer las siguientes condiciones:
  - Que las operaciones asignadas a un mismo puesto se desarrollen en la misma zona de montaje del vehículo.
  - Que no haya sido asignada a ningún otro puesto anterior.



- Que sus predecesores hayan sido asignados a este puesto o a alguno anterior.
- Que su tiempo correspondiente no exceda el tiempo libre restante del puesto donde ya se han asignado otras operaciones.

Si no se satisfacen las condiciones mencionadas, se crea una nueva estación de trabajo y pasa al paso 4.

2. Entre los posibles candidatos se escogen primeros los que tengan el tiempo base más largo, para asignar las operaciones más difíciles de acomodar y reservando las de tiempo más corto para ajustar el puesto.
3. Se calcula el tiempo acumulado de todas las operaciones asignadas hasta ahora al puesto en cuestión y restándosele a la cadencia se determina el tiempo ocioso y se vuelve al paso 1.
4. Si algunas operaciones no fueron asignadas, se crea un nuevo puesto, el siguiente, y se vuelve al paso 1.

Siguiendo estos pasos, se realiza el balanceo y se obtiene la siguiente distribución de actividades por puesto con sus respectivos tiempos base:

<b>Puesto 1</b>	<b>1,270</b>
<b>Anterior Izquierdo</b>	<b>1,270</b>
Apertura capot	0,073
Aplicación asta capot	0,525
Aplicación ribete para soporte retención tubo AC	0,171
Aplicación vaina apertura capot	0,279
Bandeja minutería	0,002
Introducción kit car	0,221
<b>Puesto 2</b>	<b>1,348</b>
<b>Anterior</b>	<b>0,891</b>
Aplicación de moleta de retención de cable vano motor	0,214
Aplicación moleta retención de cable motor limpiaparabrisas	0,098
Fijación cerradura del capó motor	0,579



<b>Anterior Derecho</b>	<b>0,457</b>
Montaje Isolamento Vano Motor	0,457
<b>Puesto 3</b>	<b>1,220</b>
<b>Derecho</b>	<b>1,220</b>
Aplicación bucha fijación parasol DX	0,215
Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	0,141
Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	0,088
Aplicación tapón sobre pavimento	0,289
Aplicación tapón sobre solera	0,124
Bandeja minutería	0,002
Introducción kit car	0,244
Montaje guarnición pasaje de tubos	0,118
<b>Puesto 4</b>	<b>1,237</b>
<b>Izquierdo</b>	<b>1,237</b>
Aplicación bucha fijación parasol DX	0,114
Aplicación comando cerradura baúl	0,122
Aplicación moleta retención cable VH	0,272
Aplicación tapón interior cable interruptor puerta ant.	0,078
Aplicación tapón orificio interior sobre lateral ant. Inf.	0,051
Aplicación tapón sobre pavimento	0,186
Aplicación tapón sobre solera	0,147
Bandeja minutería	0,002
Montaje guarnición pasaje de tubos	0,140
Tapón sobre pared cruscoto	0,126
<b>Puesto 5</b>	<b>1,300</b>
<b>Posterior</b>	<b>1,300</b>
Aplicación rivetto cerradura baúl	0,142
Aplicación tapón de obturación fijación tercera luz de stop	0,111
Aplicación tapón zona batente asiento posterior	0,232
Bandeja minutería	0,002
Colocación dispositivo retención limitador tapa trasera	0,077
Colocar amortiguador tapa trasera	0,497
Montaje soporte der. para amortiguador de tapa trasera	0,068
Montaje soporte izq para amortiguador de tapa trasera	0,113
Retirada dispositivo de retención tapa trasera	0,057
<b>Puesto 6</b>	<b>0,935</b>
<b>Izquierdo</b>	<b>0,935</b>
Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Izquierda	0,181
Aplicación protección guardabarros Izquierdos	0,150
Bandeja minutería	0,002
Bucha fijación solera Izquierda	0,236
Montaje leva apertura capot	0,244
Montaje tapones aislantes para fijación de cable delantero	0,121
<b>Puesto 7</b>	<b>0,986</b>
<b>Izquierdo</b>	<b>0,986</b>



Desmontaje puerta anterior Izquierda	0,470
Desmontaje puerta posterior Izquierda	0,517
<b>Puesto 8</b>	<b>1,179</b>
<b>Izquierdo</b>	<b>1,179</b>
Montaje cable vano motor	0,937
Retira kit car	0,242
<b>Puesto 9</b>	<b>1,329</b>
<b>Derecho</b>	<b>1,329</b>
Aplicación moleta retención cable VH	0,353
Aplicación polietileno protección solera ant. Y post. Derecha	0,188
Aplicación protección guardabarros Derechos	0,153
Aplicación soporte plafonera	0,252
Bandeja minutería	0,002
Bucha fijación solera Derecha	0,381
<b>Puesto 10</b>	<b>1,358</b>
<b>Anterior Derecho</b>	<b>0,105</b>
Aplicación tapón sobre longuerina	0,102
Bandeja minutería	0,002
<b>Derecho</b>	<b>1,253</b>
Aplicación moleta retención de cable anterior y tapón de combustible	0,424
Desmontaje puerta anterior Derecha	0,348
Desmontaje puerta posterior Derecha	0,480
<b>Puesto 11</b>	<b>1,311</b>
<b>Derecho</b>	<b>1,213</b>
Bandeja minutería	0,005
Grabación de chasis	0,246
Lectura de carrocería	0,151
Posicionamiento del cable de apertura del capó	0,812
<b>Posterior</b>	<b>0,097</b>
Colocación de presillas sobre la tapa trasera para cable baúl	0,097
<b>Puesto 12</b>	<b>1,359</b>
<b>Anterior</b>	<b>1,012</b>
Aplicación moleta plafonera	0,226
Aplicación tapón int. Cable interruptor baul	0,294
Aplicación tapón int. Cable interruptor baúl	0,046
Aplicación tapón tapa baul	0,252
Aplicar moleta VM cable anterior	0,150
Bandeja minutería	0,004
Montaje moleta retención tubo combustible sobre pared VM	0,040
<b>Anterior Derecho</b>	<b>0,137</b>
Montaje Tapón sobre pared cruscoto	0,137
<b>Derecho</b>	<b>0,209</b>
Retira kit car	0,209
<b>Puesto 13</b>	<b>1,357</b>
<b>Anterior Derecho</b>	<b>0,215</b>





Montaje Bucha	0,215
<b>Derecho</b>	<b>0,559</b>
Montaje de cable de antena	0,559
<b>Posterior</b>	<b>0,583</b>
Bandeja minutería	0,002
Colocación recubrimientos zona vano baúl	0,060
Sistematización cable tapa baúl	0,521

**6) Evaluar la eficiencia del balanceo utilizando la siguiente fórmula:**

Eficiencia= Suma de los tiempos de las tareas (T) / (Número real de estaciones de trabajo (Na) x Tiempo del ciclo de la estación de trabajo C).

$$\text{Eficiencia} = 16,188 \text{ min} / (13 * 1,364 \text{ min})$$

$$\text{Eficiencia} = 91,2\%$$

La eficiencia sin la implementación de la mejora es de:

$$\text{Eficiencia} = 18.321 \text{ min} (16 * 1.364 \text{ min})$$

$$\text{Eficiencia} = 83 \%$$

Se puede observar que se produce un incremento del 8,2 % de eficiencia productiva en la línea.

Los resultados de mano de obra son 3 personas por turno, lo que significa que al operar 2 turnos productivos, el ahorro es de 6 personas, teniendo un ahorro anual de \$ 1,296,000.- en mano de obra directa.

### **7.5.2 Evaluación de resultados de mano de obra indirecta (Logística)**

Se analizan los distintos circuitos relevados para estudiar los beneficios que se alcanzan al implementar la mejora:

## Abastecimiento de SAG

Como se observa en el relevamiento inicial, el abastecimiento de los distintos SAG es desarrollado por un vehículo eléctrico en el cual abastecen de a dos personas, ya que una realiza el chequeo y la otra realiza el cambio de los contenedores.

Con la mejora propuesta, el material dispuesto en los SAGS será abastecido por medio de bandejas con minutería, respetando una frecuencia de abastecimiento predefinida, permitiendo reemplazar el vehículo eléctrico por un AGV:



El AGV aprovisiona el borde de línea con una frecuencia de dos horas, realizando un abastecimiento cíclico, que sumado a la implementación de sistemas de automatización de bajo costo, se logra prescindir del operador que realice el cambio de contenedores. El resultado será entonces:

### **Beneficio:**

2 Operadores por turno → Total: 4 operadores → \$720,000.-

Alquiler del vehículo eléctrico → \$172,800.-

### **Costo:**

Mantenimiento de AGV y LCA → \$ 46,000.-

### **Inversión Necesaria:**

1 AGV → \$ 150,000.-

### Abastecimiento de kit cars

En lo que respecta al aprovisionamiento del kit car, para su preparación se requieren de dos personas que realicen el armado de cada uno con las piezas que correspondan según la secuencia, y el aprovisionamiento es llevado a cabo por 4 AGV (Dos para el Kit Car anterior Izquierdo y Dos para el kit car posterior derecho).



Figura 7.98: Imagen de AGV trasladando kit cars



Con esta mejora se prescinde del vehículo eléctrico mencionado en el relevamiento de la información que se utiliza para abastecer facilidades de cable de apertura baúl, de apertura capót, y de aislante vano motor, lo cual significa un operador menos por turno y evitar el alquiler del vehículo eléctrico. También se prescinde del abastecedor de cables, lo que significa un operador menos por turno.

**Beneficio:**

1 Operadores por turno → Total: 2 operadores → \$360,000.-

Alquiler del vehículo eléctrico → \$172,800.-

**Costo:**

Mantenimiento de AGV y LCA → \$ 92,000.-

**Inversión Necesaria:**

4 AGV → \$ 600,000.-



### 7.5.3 Resultados

<b>Beneficios</b>		<b>TOTAL</b>
Reducción de gastos por mano de obra directa (3 personas por turno)	\$ 1.296.000,00	<b>\$ 3.150.000,00</b>
Reducción de gastos de mano de obra indirecta (2 personas kan ban, 1 abastecedor chicotes, 1 abastecedor insonorizante y cables apert por turno)	\$ 1.440.000,00	
Reducción de gastos de alquiler de medios eléctricos de abastecimiento (1 tradota y un club car)	\$ 414.000,00	
<b>Costos de producción o de operación</b>		<b>TOTAL</b>
2 Personas (por turno) para picking de kit car	\$720.000,00	<b>\$ 854.400,00</b>
Mantenimiento Kit Car	\$34.560,00	
Mantenimiento Pick to light	\$46.080,00	
Mantenimiento AGV	\$53.760,00	
<b>INVERSIÓN</b>		<b>TOTAL</b>
5 AGV (4 para kit car y 1 para bandejas minutería)	\$750.000,00	<b>\$ 928.500,00</b>
Carros kit car	\$120.000,00	
Bandejas para minutería	\$36.000,00	
Sistemas de automatización de bajo costo (nueve estanterías)	\$22.500,00	

Tabla 7.25: Resultados finales. Fuente: Elaboración propia

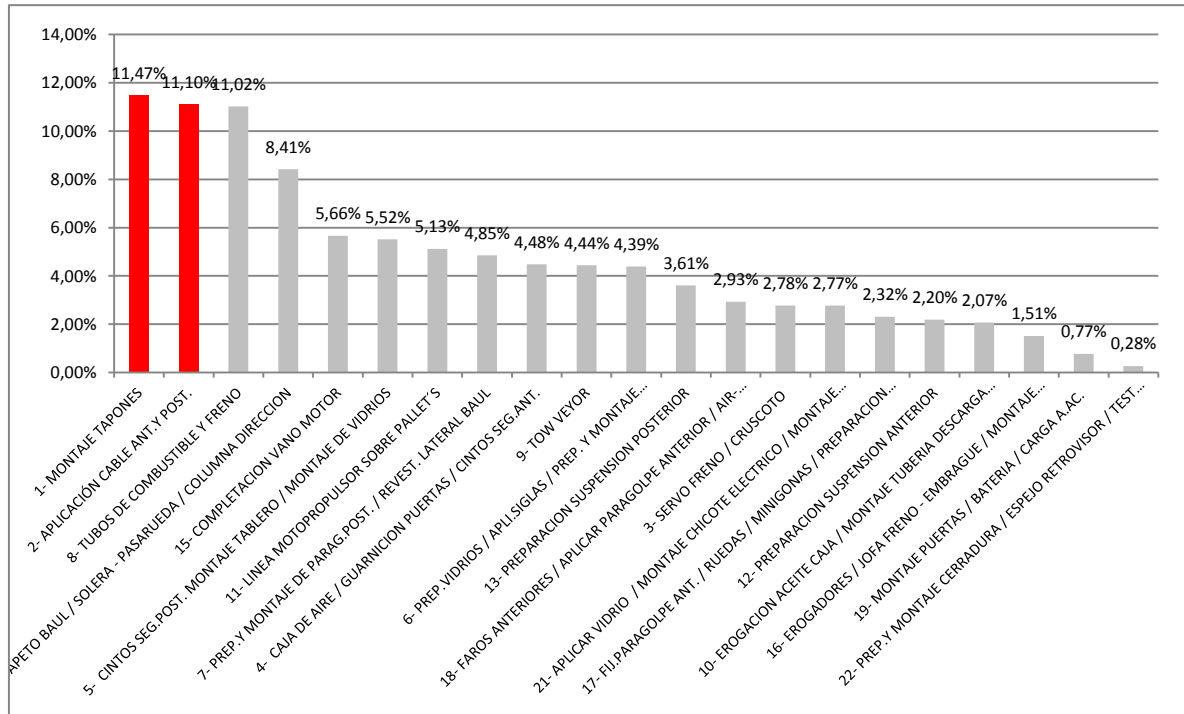
Podemos decir que con la implementación de la propuesta se lograría un ahorro anual de \$2.295.600 con una inversión de \$928.500 arrojando como resultado un B/C= 1,76.

A continuación se observa además cómo la solución adoptada reduce los niveles de riesgo ergonómico, las pérdidas logísticas, las actividades que no agregan valor, y la necesidad de mano de obra gracias a la reducción de los tiempos tipos que permitió aumentar la desaturación y el posterior balanceo de línea para reducir los costos de producción.

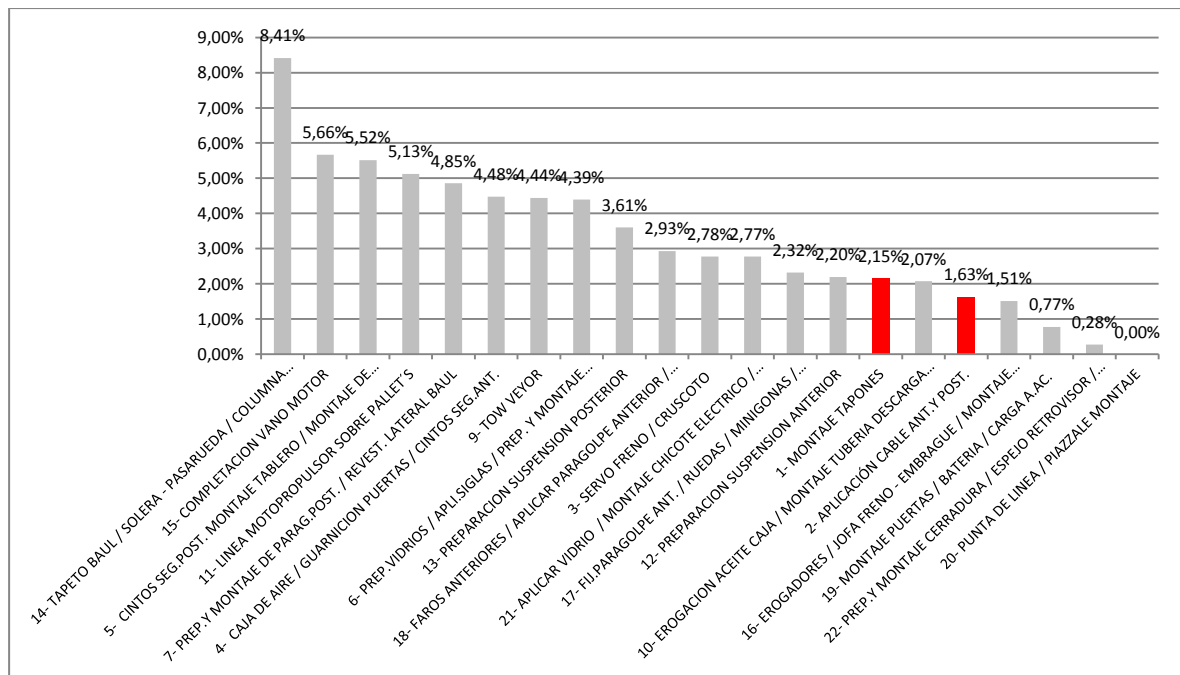


## Porcentaje de pérdidas por NVAA en cada tramo

Antes



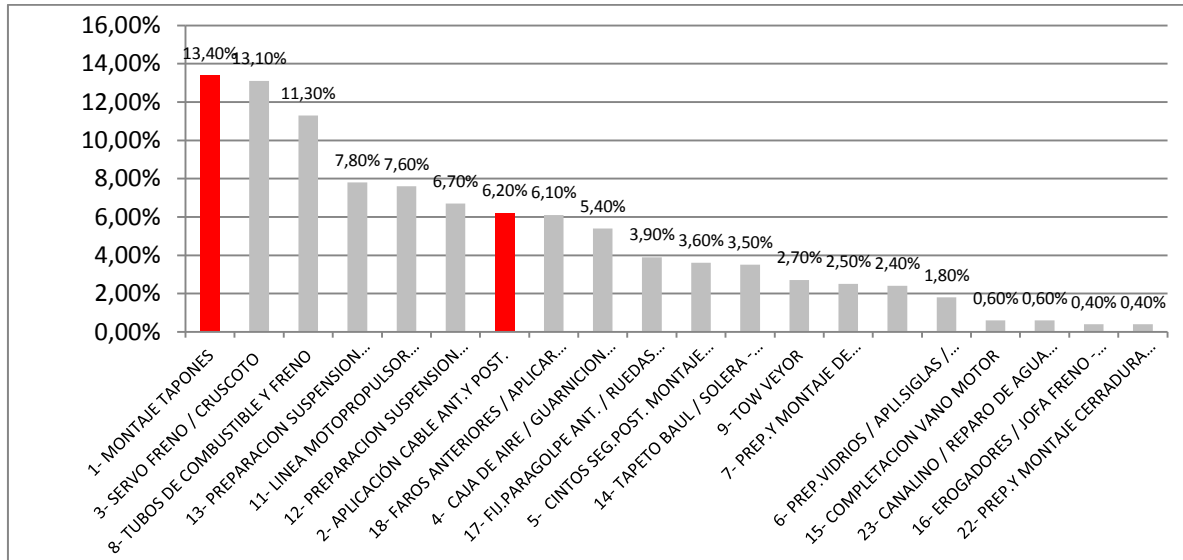
Después



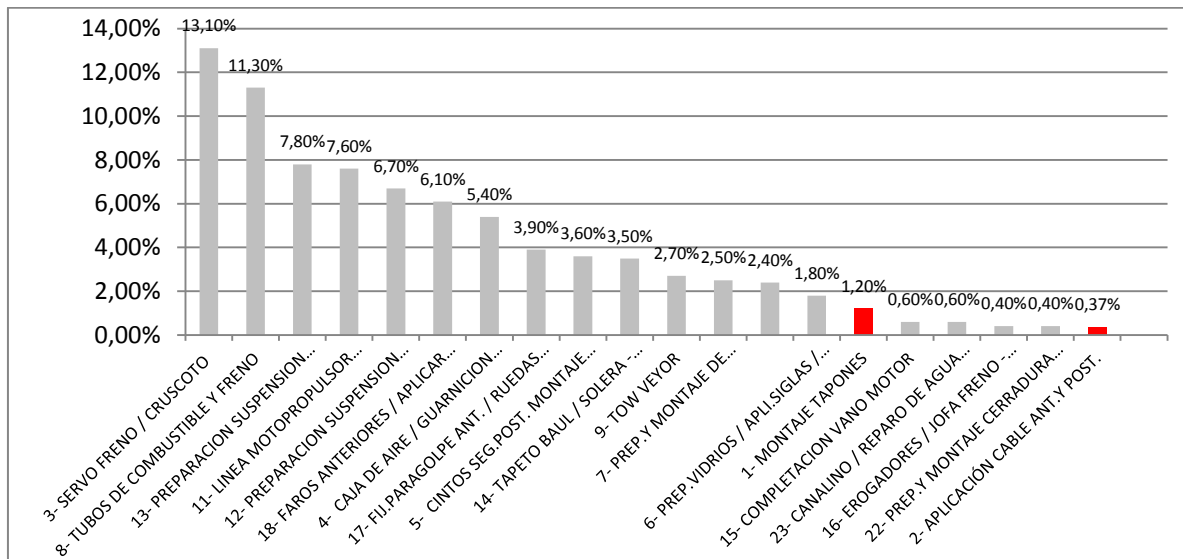


## Pérdidas por ineficiencia de abastecimiento

Antes



Después

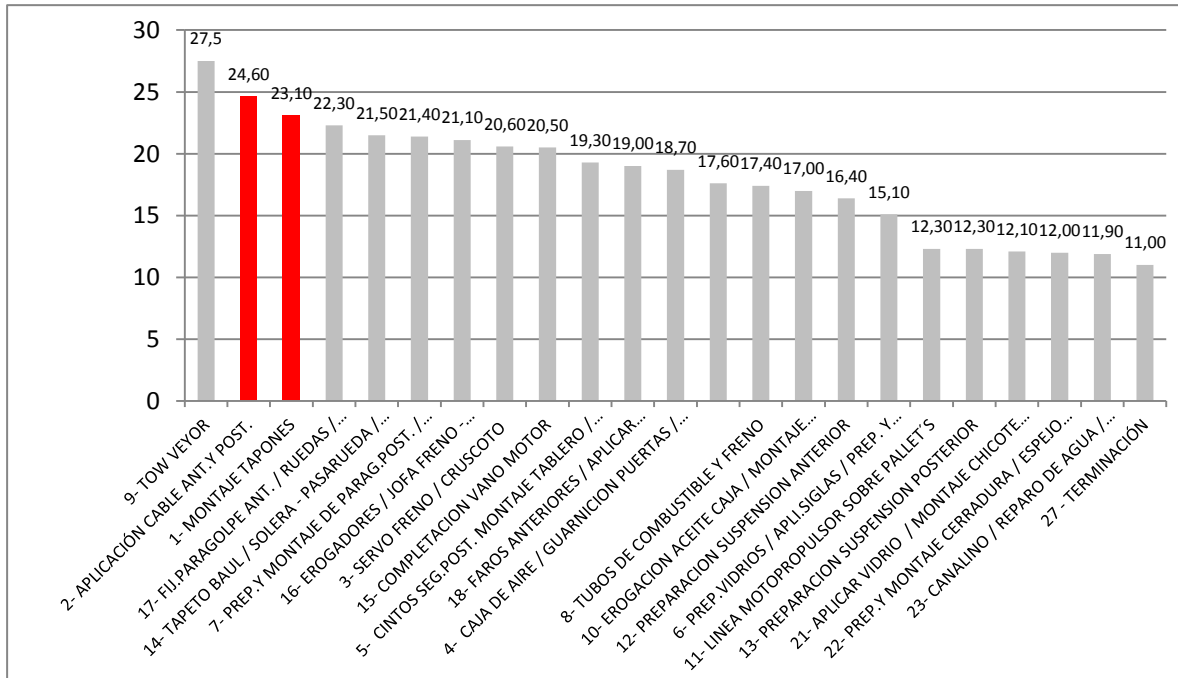




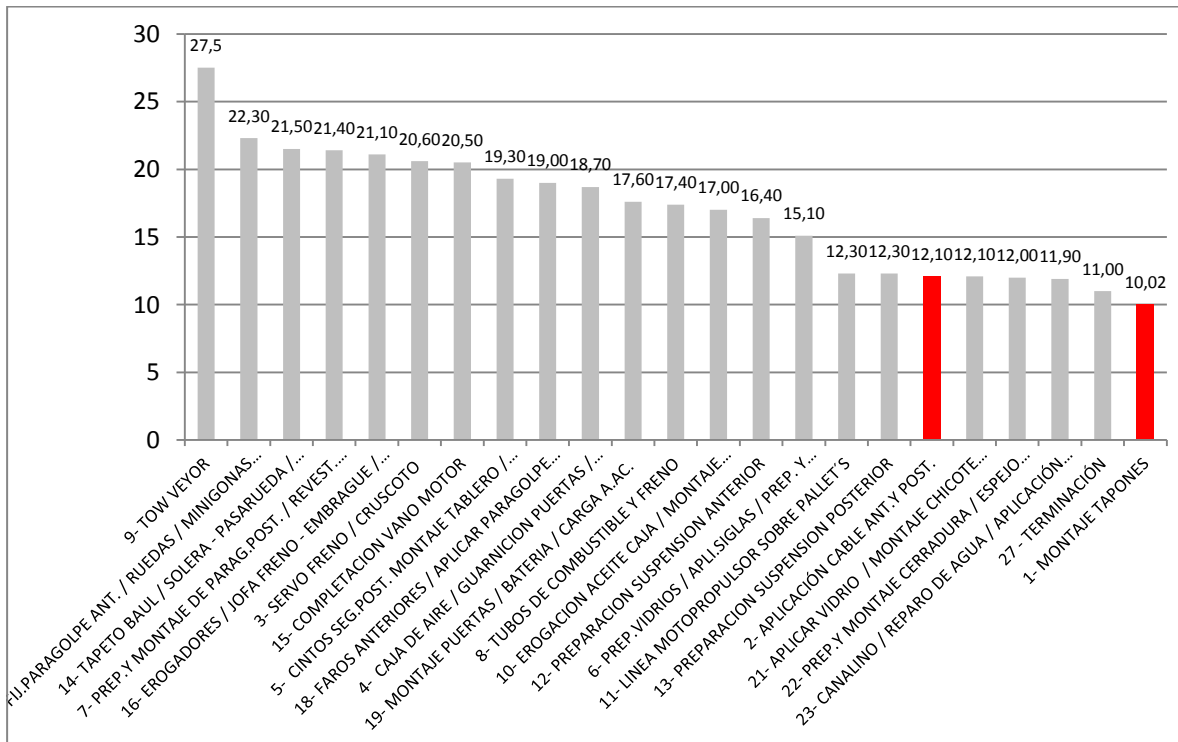


## Nivel de riesgo ergonómico por tramo

Antes



Después

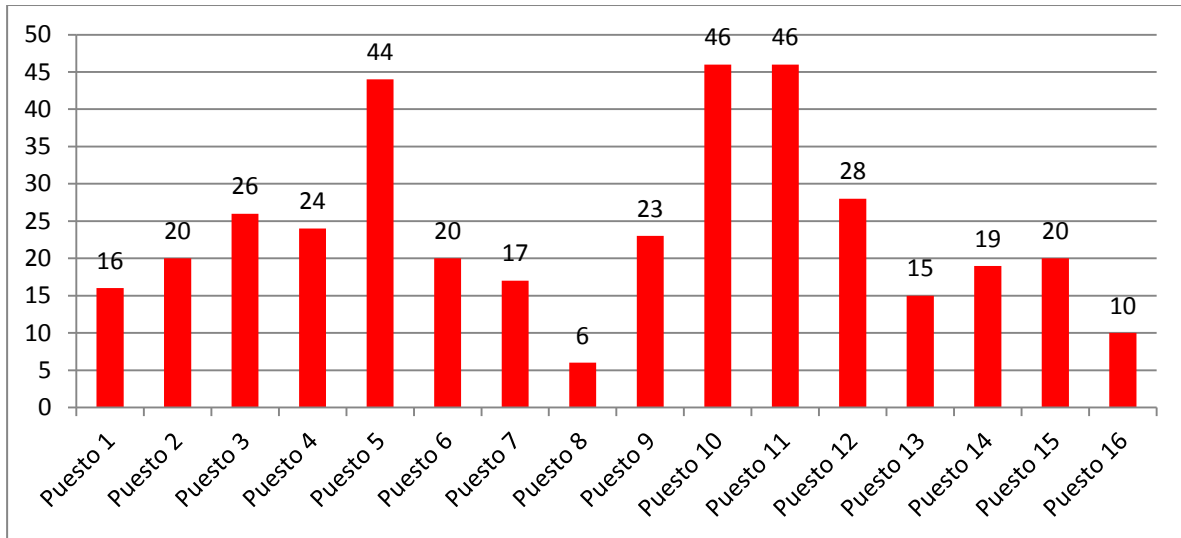




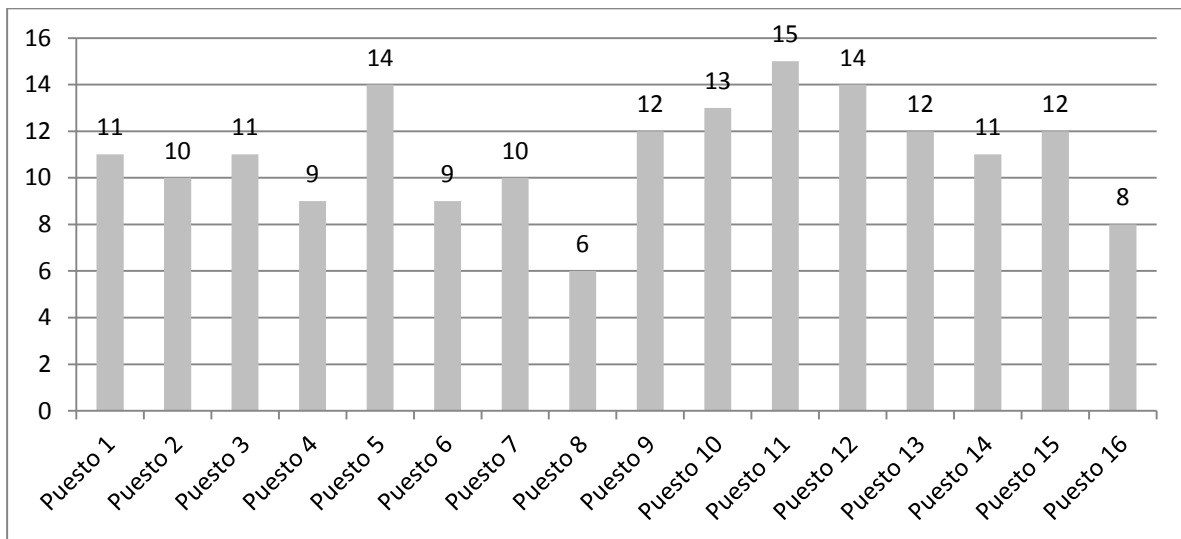


## Nivel de riesgo ergonómico por puesto

Antes



Después

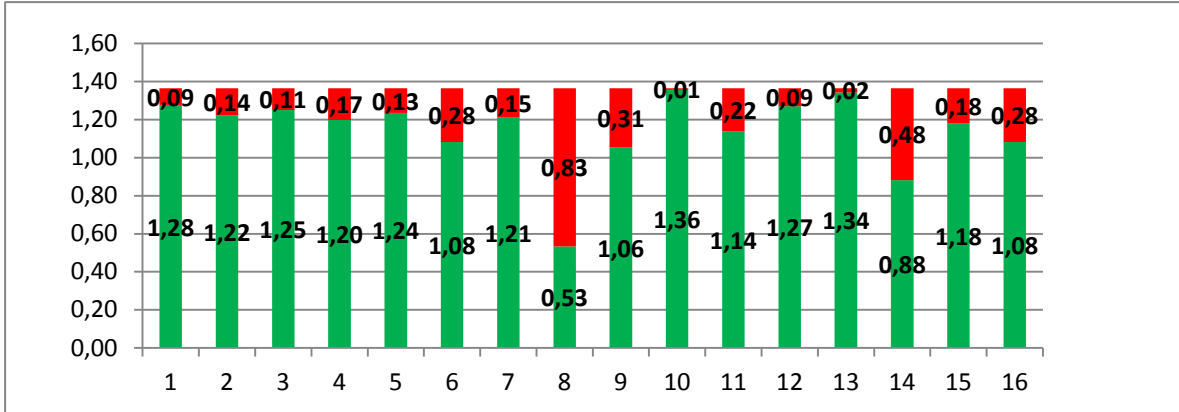




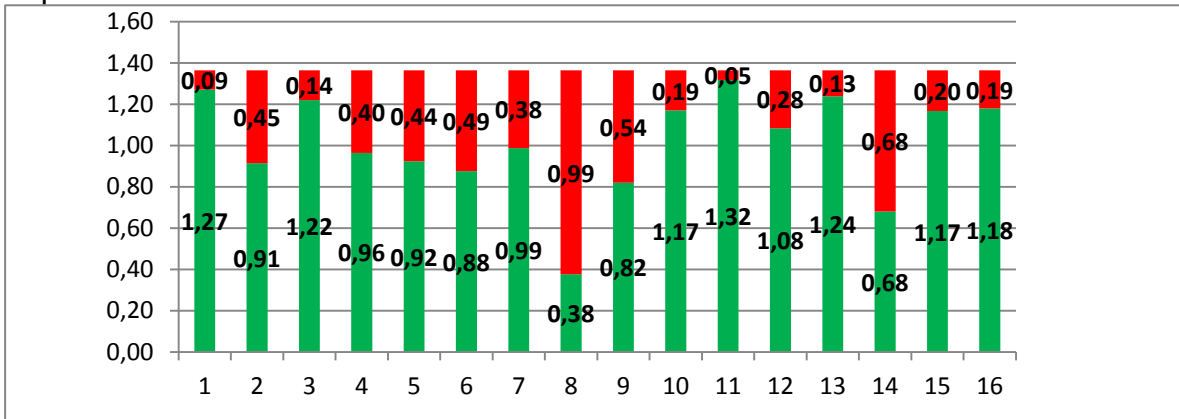
## Nivel de saturación

- Falta de saturación
- Tiempo de operación

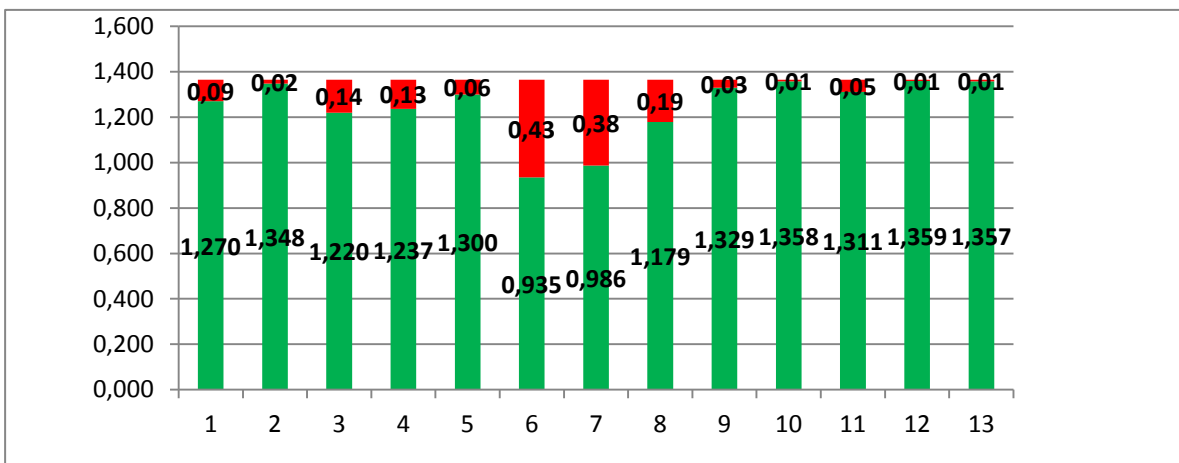
### Antes



### Implementando nuevo método



### Balanceando Línea





## 8. CONCLUSIÓN

Para adaptarse a un mercado cada vez más exigente y competitivo donde el cumplimiento de los plazos y requerimientos del cliente son premisas para lograr mantenerse en una industria en crecimiento y mejora continua, las empresas deben adoptar diferentes metodologías que permitan aumentar su productividad y flexibilidad productiva.

Por medio de la implementación de una metodología de trabajo definida a partir del estudio del trabajo, se pueden obtener resultados satisfactorios que garanticen un uso eficiente de los recursos y mantener el orden en un sistema de producción flexible.

Primeramente se definió el área en la que se realizó el estudio teniendo en cuenta consideraciones económicas, técnicas y humanas. En esta etapa se analizaron las diferentes pérdidas que afectan a la productividad, condiciones técnicas que dificultan aumentar la flexibilidad productiva y parámetros estándares ergonómicos que afectan a la mano de obra. Para dar cierre a la selección del área de estudio se utilizó la matriz de priorización que permitió comparar las diferentes opciones a partir de criterios definidos en función de la problemática a resolver.

Luego se registraron los datos relevantes del área de estudio mediante herramientas como el lay out, croquis, cursogramas analíticos, matriz de evaluación ergonómica y diagramas de recorrido, lo que permitió tener una visión detallada del proceso en las diferentes problemáticas que afectan al área, y surgieron a primera vista diferentes algunas de las falencias producidas por los métodos utilizados actualmente.

Posteriormente se examinaron los hechos registrados aplicando el método de Análisis de Causa Raíz en el que se utilizaron herramientas como los 5 porqués, el diagrama de Causa-Efecto y el gráfico de afinidad. Se logró definir que existen diversas causas que producen los problemas de productividad y flexibilidad productiva, y los mismos están vinculados a distintas índoles como



problemas con materiales, ineficiencias de mano de obra, falta de espacios e inadecuados medios de abastecimiento.

En función de los problemas y las causas que generan los mismos se definieron nuevos métodos de trabajo. Fue importante la participación de personal de la empresa desde niveles jerárquicos que van desde puestos gerenciales hasta operarios de línea, ya que se mostró gran interés en participar en el desarrollo de la solución y como resultado se obtuvieron ideas prácticas y eficientes, compartiendo experiencia y conocimiento. Se desarrolló un brainstorming donde surgieron las diferentes propuestas, se describieron aquellas viables y se generó una idea global que ataque a los diferentes problemas por medio de la combinación de estas ideas realizando una prueba de requisitos mínimos. Como resultado del trabajo en grupo y la participación de todos los integrantes se definieron las alternativas que cumplían con los requisitos y se evaluaron para definir la solución a implementar. Finalmente se llegó a la solución final que involucra nuevas metodologías de producción y de abastecimiento que combinadas logran cumplir con los objetivos propuestos. Esta involucra la incorporación de kit car, bandejas de minutería y vehículos guiados automáticamente, cuyo funcionamiento en conjunto permiten mejorar la productividad y ampliar el mix productivo.

Definido el nuevo método se evaluaron los resultados de las soluciones con lo cual se pudo observar un incremento de la productividad debido a la reducción y eliminación de actividades que no agregan valor, la redefinición de los puestos de trabajo, la reorganización del puesto y la mejora en los métodos y medios de abastecimiento, lo cual significó una reducción de los costos de producción con la consecuente mejora en la utilización de los recursos.



## 9. CONCLUSIONES PERSONALES

A través de este trabajo he profundizado los conocimientos de Estudio del Trabajo, debido a la necesidad del estudio de nuevos métodos de trabajo, de tiempos, análisis de mano de obra y balanceo de línea. Además se aplicaron herramientas de la materia para el relevamiento de datos y el análisis de los mismos.

También me permitió profundizar conocimientos de Gestión de la Calidad al aplicar herramientas para el análisis de las causas e identificación de la causa raíz y los pasos hacia la mejora continua.

Fue enriquecedor en mis conocimientos de Logística ya que me ha permitido investigar y aprender acerca de los métodos de abastecimiento internos de material productivo utilizando equipamientos de última generación.

He profundizado mis conocimientos de Relaciones Industriales, gracias a la necesidad de trabajar con un grupo interdisciplinario para el desarrollo de la solución y por ser clave el recurso humano en el transcurso del proyecto frente a la necesidad del cambio de método de trabajo.

La realización de este proyecto integrador me permitió desarrollar diferentes habilidades y competencias en la industria automotriz, adquirir nuevos conocimientos a partir de diferentes fuentes, y poner en práctica el conocimiento adquirido a lo largo de los años de estudio en la facultad.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard, JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas, 2009, *Administración de Operaciones*, duodécima edición, Mc Graw Hill.

DELBRIDGE Rick y LOWE James, 1998, *Manufacturing in transition*, Primera edición, Londres, Editorial Routledge.

FREIVALDS, Andris y NIEBEL, Benjamin, 2009, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Duodécima edición. Mc Graw Hill

ISHIKAWA, Kaoru, 1990, *Introduction to Quality Control*, 3 edición. Tokyo, 3A Corporation.

JURAN, Joseph, 1993, *Quality Improvement Pocket Guide*, Juran Institute.

KANAWATY, George, 1996, *Introducción al estudio del trabajo*, Cuarta edición, Ginebra, Oficina internacional del trabajo.

OKES, Duke, 2009. *Root Cause Analysis; The Core of Problem Solving and Corrective Action*. American Society for Quality, Quality Press, Milwaukee.

PANDE, Peter, NEUMAN, Robert Y CAVANAGH Roland, 2002, *Las claves del Seis Sigma*. Mc. Graw Hill

RODRIGUEZ COMBELLER, Carlos, 1999, *El nuevo escenario: La cultura de calidad y productividad en las empresas*. Segunda edición, México.

YAMASHINA, Hajime, 2001, *World Class manufacturing, Cost Deployment*

YAMASHINA, Hajime, 2001, *World Class manufacturing, Work place organization*



## 11. Recursos WEB

<http://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>

[http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03\\_Matriz%20de%20priorizacion](http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03_Matriz%20de%20priorizacion)

[http://www.youtube.com/watch?v=YU7oW\\_ewvJ8](http://www.youtube.com/watch?v=YU7oW_ewvJ8)

<http://www.quees.info/los-5-porque.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%ADa>

<http://www.picktolightsystems.com/>

<http://www.system.com.ar/downloads/pick-to-light.pdf>