

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto considera el diseño y la construcción de un vehículo guiado automático para la planta ensambladora de vehículos SOFASA S.A, localizada en el municipio de Envigado - Antioquia. El área de estudio se relaciona con los sistemas de gestión de materia prima, insumos y partes orientados al mejoramiento de los procesos productivos de la compañía, específicamente con los Sistemas de Manufactura Flexible (SFM).

Los SFM resultan de un enfoque de la producción industrial que gracias al avance tecnológico desarrolla sistemas altamente automatizados. Dichos sistemas permiten cambios constantes en su programación e implementación por lo cual están orientados a una economía de gama. Además, surgen de una filosofía de la producción que se basa en el control efectivo del flujo de materiales a través de una red de estaciones de trabajo muy versátiles siendo compatibles con diferentes grados de automatización. Un SFM está integrado por estaciones de trabajo enlazadas mediante un sistema de manejo y transporte automatizado de materiales y piezas, controlado automáticamente con tecnología convencional o al menos por un control numérico computarizado (CNC) (Webber, 2009) (Kalpakjian, 2003).

Los vehículos guiados automáticamente (*Automated guided vehicle* – AGV) hacen parte de los sistemas SMF, éstos son definidos como vehículos de transporte que siguen un determinado trayecto y que son controlados mediante un sistema computarizado sin intervención de un operador, ayudando a las labores de transporte y almacenamiento de materiales. Los AGV surgen entonces como dispositivos de transporte desarrollados para apoyar sistemas de manufactura.

Normalmente, los AGV son sistemas industriales de diversas dimensiones, de tracción eléctrica y con diferentes mecanismos para el manejo de materiales. Son utilizados ampliamente en sistemas de almacenamiento, ensamble y manufactura

que requieren el manejo de objetos dentro de un complejo industrial. Debido a su amplia flexibilidad que va desde repartir el correo hasta el transporte de grandes volúmenes de carga, este tipo de vehículos es considerado como el sistema más flexible de manipulación de materiales. Los AGV son una clase de robots móviles, que surgen para solucionar problemas de flexibilidad en sistemas de transporte, adaptándose rápidamente a cambios en la línea de producción (Dutra, Archila, & Lengerke, 2008).

La empresa ensambladora de vehículos RENAULT en Colombia, SOFASA S.A presenta actualmente procesos de transporte de materiales con necesidad de automatización ya sea por su complejidad, necesidad de precisión, alta frecuencia, costos o tiempos improductivos. La implementación de sistemas AGV en esta industria traería grandes ventajas ya que economiza tiempo y dinero, optimiza el transporte y el flujo de materiales y aumenta la eficiencia del proceso, además sirve de base para la implementación en un SFM de fácil modificación de acuerdo a cambios en la producción ya sea de nivel o de método. Por otro lado, la globalización hace necesario comenzar con la automatización de procesos en la industria local buscando así competitividad internacional en cuanto a eficiencia, calidad y costos de producción.

SOFASA, buscando cumplir requerimientos dictados por la casa matriz, Renault – Francia, en la estandarización de los procedimientos de todas sus plantas de producción, acudió a la universidad EAFIT para plantear el desarrollo conjunto de la implementación del prototipo de un sistema AGV en la línea final de ensamble número dos, conformado por un solo vehículo. El proyecto consiste en el diseño, construcción y puesta en marcha de un prototipo de AGV de bajo costo, que cumpla con todas las exigencias de diseño ingenieril para este tipo de artefactos y que brinde la mayor funcionalidad y confiabilidad posible. Además, se plantea realizar una investigación teniendo en cuenta las necesidades actuales de la industria local para determinar el conocimiento y la aplicabilidad de este tipo de sistemas.

El alcance del proyecto considera el diseño y la construcción del prototipo funcional de un sistema AGV, compuesto por un solo vehículo que cumpla con todas las exigencias de la empresa SOFASA S.A, sin llegar a su optimización funcional de este vehículo ya que es una tecnología nueva para la empresa y requiere mayor tiempo para su puesta a punto. El perfeccionamiento y una mayor eficiencia se logrará posteriormente a partir del vehículo base que será entregado, pero que no hace parte del alcance de este proyecto

El proyecto resultará en el corto plazo como un equipo autónomo de transporte para SOFASA S.A, que implicaría ahorros en tiempo y costos. A mediano y largo plazo sería el primer paso para la implementación en esta empresa de un completo sistema automatizado de logística y manejo de materiales que ha demostrado un gran éxito en la industria internacional.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SOFASA S.A es una empresa dedicada al ensamble de vehículos de la marca RENAULT en Colombia, su proceso productivo se divide en tres etapas principales, que coinciden con las tres áreas productivas de la compañía:

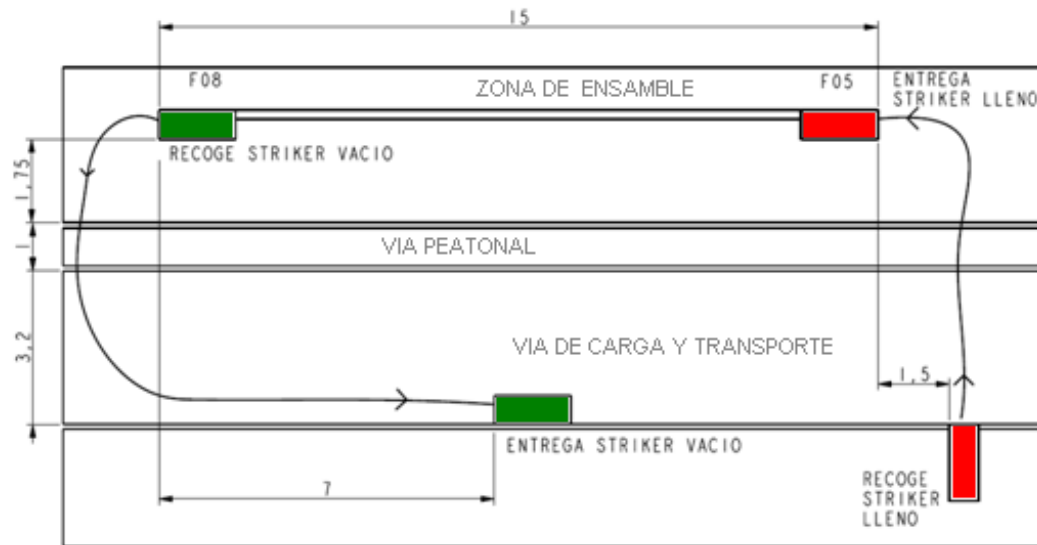
- Soldadura: en esta parte del proceso se ensambla la carrocería del vehículo.
- Pintura: aquí el vehículo es sometido a la aplicación de desoxidantes, anticorrosivos, impermeabilizantes, adherentes y el esmalte final que le otorga el color a cada carro.
- Ensamble: se termina de ensamblar el vehículo con todo el conjunto de piezas que conforman su diseño interior y exterior.

El proyecto “AGV SOFASA” será implementado en el área de ensamble, específicamente en la línea final donde se involucra el montaje de los accesorios y elementos finales en las puertas de los vehículos, como son: vidrios, empaques retrovisores, parlantes, cremallera, chapas, manijas, tornillos de ensamble, retrovisores y carpetas. Estos componentes son suministrados a los puestos de trabajo por medio de un estante móvil llamado **Stricker** (Ilustración 2), el cual es llenado manualmente por un operario que posteriormente lo traslada hacia el inicio de la zona de ensamble, ahí es ubicado en un riel que lo guía a lo largo de tres puestos de trabajo en donde son utilizados los componentes que transporta.

Con la necesidad de automatización en el suministro de los strickers se propone el montaje de un sistema AGV que se encargue del transporte de éstos desde el almacén hasta la zona de ensamble e igualmente de regreso.

El recorrido que debe llevar a cabo el vehículo AGV es el siguiente:

Ilustración 1. Plano de espacios proyecto AGV SOFASA S.A.



Fuente: Elaboración propia. (Unidades: metros)

La ilustración 1 muestra el ciclo que debe cumplir el AGV. El recorrido sigue los siguientes pasos: ir a la zona de partida y allí recoger el stricker LLENO y trasladarlo a la zona F05, lugar donde inicia la línea de ensamble, en ese punto debe entregar el stricker para luego dirigirse al puesto F08, donde recoge uno vacío y lo lleva a la zona de bodega terminando así el recorrido. La duración de este recorrido debe ser menor a 3 minutos, tiempo de permanencia del stricker en cada puesto de trabajo, este ciclo se repite continuamente durante toda la jornada de trabajo (8 horas). El terreno sobre el cual debe trabajar el sistema AGV consta de placas de cemento lisas y presenta algunos desniveles no muy pronunciados entre los empates de las placas.

Tanto el recorrido como la zona de trabajo del AGV pueden ser modificados gracias a la flexibilidad de este tipo de sistemas. La implementación de esta tecnología permite la entrega controlada de los strickers además impide la acumulación o ausencia de estos vehículos en la línea de ensamble. Por otro lado evita que el empleado encargado del suministro tenga que trasladarse para llevar el stricker a la zona de ensamble obteniendo una reducción de tiempo

improductivo, tiempo que puede ser utilizado en otras actividades que agreguen valor.

Ilustración 2. Stricker en uso.



Fuente: SOFASA S.A

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Diseñar y construir, en el lapso de 11 meses, un prototipo funcional de un vehículo guiado automáticamente (AGV) confiable y de costo contenido, para el arrastre de medios de aprovisionamiento en la planta de ensamble de la empresa Sofasa S.A., de acuerdo con sus requerimientos y a través de la aplicación de metodología y herramientas de diseño mecánico y electrónico.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Objetivo 1. Definir los principios de la mecánica, electrónica y demás áreas que rigen el comportamiento funcional de sistemas AGV (Automatic Guided Vehicle); para poder recopilar y sintetizar la información del proyecto definida por la empresa, el grupo de diseño, las condiciones tecnológicas y las normativas relacionadas.
- Objetivo 2. Realizar un estudio del estado del arte en Antioquia para las aplicaciones AGV en la industria con el fin de identificar sus beneficios, limitaciones, ventajas y restricciones.
- Objetivo 3. Diseñar el prototipo de un sistema AGV para transportar medios de aprovisionamiento en la planta ensambladora de vehículos Renault de la empresa SOFASA en Antioquia, a partir de las necesidades requeridas y a través de un proceso de diseño conceptual y diseño de detalle que garantice la definición de componentes, procesos, documentación y costos que garanticen la funcionalidad del prototipo.
- Objetivo 4. Construir el prototipo funcional de un sistema AGV que cumpla los requerimientos expresados por la empresa.

#### 4. METODOLOGÍA

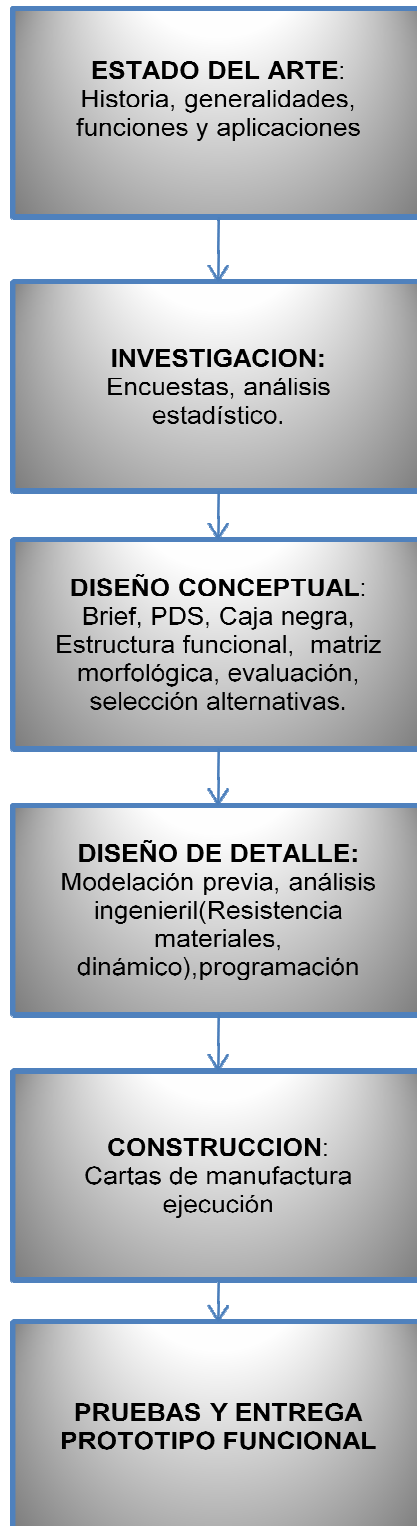
Como primera medida para la ejecución del proyecto se realiza un estudio del estado de arte de este tipo de sistemas para identificar sus características principales. Para la investigación a nivel local, se utilizan métodos de campo como observación, encuestas, visitas y entrevistas y métodos documentales para el análisis y recolección de datos de materiales impresos y digitales.

Se utilizan herramientas de diseño conceptual para definir alternativas de solución que cumplan con la funcionalidad del producto y con los requerimientos técnicos, de usuario y de contexto, esta primera etapa se lleva a cabo sintetizando las necesidades de la empresa, estableciendo las especificaciones y toda la información necesaria para el inicio del proyecto, luego se realiza el análisis funcional, la generación y evaluación de conceptos seleccionando los componentes aptos para el sistema en general. Posteriormente para el diseño de detalle (mecánico – eléctrico – electrónico y de control) se utilizan herramientas de diferentes áreas de la ingeniería como: estática, dinámica, mecánica de materiales y control. En esta etapa con base en cálculos, simulaciones, y apoyo de herramientas computacionales CAD/CAE se definen las características de todos los elementos que componen el vehículo.

Para la construcción del prototipo se elaboran las correspondientes cartas de procesos de manufactura y se ejecutan en los laboratorios metalmecánico y de soldadura de la universidad EAFIT y de la empresa Sofasa S.A., Posteriormente para la elaboración de circuitos, conexiones eléctrico-electrónicas y pruebas de funcionamiento se utilizan métodos experimentales en el laboratorio de mecatrónica de la universidad EAFIT.

La metodología de desarrollo del proyecto se presenta en la ilustración 3.

Ilustración 3. Metodología de desarrollo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.