

# PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO DE MONTAJE QUE PERMITA EL MANIPULEO DE NEUMÁTICOS Y LLANTAS PARA SU ENSAMBLADO PARA APROVISIONAR LA LÍNEA DE MONTAJE SEGÚN UN ESQUEMA JUST IN TIME**

**Ceroli, Tomas Ezequiel – LU 1030355**

Ingeniería Electromecánica

Tutor:

**Ing. Cambria, Gustavo, Fundación UADE**

**Marzo 23, 2017**



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## Índice

<b>PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA</b> .....	1
<b>Ceroli, Tomas Ezequiel – LU 1030355</b> .....	1
Ingeniería Electromecánica .....	1
Agradecimientos.....	¡Error! Marcador no definido.
Resumen.....	¡Error! Marcador no definido.
Abstact.....	¡Error! Marcador no definido.
Alcances y Objetivos .....	4
Historia del neumático.....	7
Introducción .....	11
<b>Llanta</b> .....	11
<b>El disco de rueda</b> .....	11
<b>Perfil de la llanta</b> .....	12
<b>Base de la llanta</b> .....	12
<b>Neumático</b> .....	12
<b>Carcasa</b> .....	12
<b>Banda de Rodamiento</b> .....	12
<b>Costado de la llanta o talón</b> .....	13
<b>Válvulas de inflado</b> .....	13
<b>Válvulas de caucho (Tubeless Rubber Snap-In)</b> .....	14
<b>Válvulas de metal para presión alta (HP Metal Clamp-in)</b> .....	15
<b>Válvulas para sistemas de control de presión de aire</b> .....	16
<b>Armado del conjunto LLANTA-NEUMÁTICO</b> .....	18
<b>Legislación nacional sobre el armado de la llanta-neumático</b> .....	20

Balanceo .....	20
<b>Diseño y funcionamiento actual del sistema de abastecimiento de neumáticos en la planta .....</b>	<b>25</b>
Concepto de valor agregado .....	28
Planteo de dos posibles soluciones .....	28
Esquema del depósito con secuenciado para armado de la llanta-neumático .....	30
<b>Desarrollo de maquinaria para el manipuleo y posterior armado del conjunto llanta-neumático .....</b>	<b>32</b>
<b>Modelado y simulación .....</b>	<b>32</b>
Diseño del primer prototipo .....	33
Análisis por elementos finitos del manipulador .....	36
Diseño de carro para transporte de neumáticos y llantas .....	45
Sistema AGV - vehículos de guiado automático .....	50
Plano con las guías de optoguiado .....	51
Estudio de los ciclos de trabajo y aprovechamiento de RRHH .....	53
<b>Conclusión .....</b>	<b>53</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
Planos prototipo de vehículo .....	72



Desarrollo de un dispositivo de montaje que permita el manipuleo de llantas para su ensablado para aprovisionar la línea de montaje según un esquema Just in Time

---

## Agradecimientos

## **Resumen**

En el presente trabajo se diseñó una solución integral al problema planteado de producir vehículos con una mayor cantidad de variantes de llantas y neumáticos.

Para ello, se analizó la situación actual de la fábrica de vehículos, se planteó la coyuntura que llevó a la necesidad de readecuar los procesos para de esta forma poder cumplir con la demanda eficientemente y por último, luego de barajar diferentes posibilidades, se optó por una en específico para la cual fue necesario readecuar zonas disponibles en la fábrica y desarrollar dispositivos ad hoc.

Para llegar al objetivo planteado fue necesario adaptar una zorra eléctrica en desuso, reacondicionar un depósito colocando armadoras, balanceadoras y todo lo necesario para el armado del conjunto llanta-neumático, diseñar carros, circuitos AGV y secuenciado de tareas por operario.

Por último, se arribó a un procedimiento capaz de cumplir con los objetivos planteados.

## **Abstact**

In the present work an integral solution was designed to the problem of producing vehicles with a greater number of variants of tires and tires.

For this, the current situation of the vehicle factory was analyzed, it was considered the conjuncture that led to the need to readjust the processes in order to be able to meet the demand efficiently and finally, after shuffling different possibilities, we opted for A specific one for which it was necessary to readjust available areas in the factory and to develop ad hoc devices.

In order to reach the objective, it was necessary to adapt an electric slingstock in disuse, to recondition a warehouse by setting up shipbuilders, balancers and everything necessary for the assembly of the rim-pneumatic assembly, designing trucks, AGV circuits and task sequencing per operator.

## **Alcances y Objetivos**

El presente trabajo tiene por objetivo analizar la situación actual de la provisión de neumáticos a la planta y específicamente a la última estación de la línea para luego de identificados los problemas recurrentes poder brindar una solución integral a los mismos.

En segunda instancia estudiaremos los nuevos productos requeridos por la línea, los tiempos de provisión, almacenamiento y montaje.

Al finalizar el mismo habré propuesto una alternativa a la actual que consistirá que un mecanismo, un emplazamiento y una secuencia de tareas atinentes a adaptarnos a la nueva situación teniendo en cuenta que no disponemos de un lugar mayor a 450 m<sup>2</sup> cercano a la línea que permita el rápido abastecimiento.

## **Historia del neumático**

La rueda es uno de los inventos más significativos en la historia de la humanidad y permitió el desarrollo del transporte moderno tal y como lo conocemos en la actualidad. Gracias a sus características, esta máquina simple permite reducir enormemente el esfuerzo que se requiere para movilizar una carga si lo comparamos con arrastrar la misma.

El primer material utilizado (del que se tenga data) en su construcción fue la piedra, pero luego, comenzaron a experimentar en materiales como madera y finalmente, la banda de rodadura fue fabricada en metal ya que este daba una mayor durabilidad y resistencia. El último avance fue recubrirlas con una capa de goma que mejoraba el confort y reducía el ruido pero se desgastaba rápidamente.

Todas estas ruedas, debido al material de su construcción poseían un elevado peso aumentando así la inercia y limitando la capacidad de carga, otro punto en contra era su rigidez. Sin embargo, esta tecnología posibilitó el transporte en carruajes sin traer mayores problemas.

La necesidad de nuevos desarrollos llegó junto con la velocidad que posibilitó el automóvil ya que circular con ruedas de metal las cuales no proporcionaban ningún tipo de atenuación sobre las vibraciones como lo describió el subcomandante Montague Grahame White de un recorrido semejante en sus memorias sobre la industria del automovilismo, escritas en 1945:

"Recuerdo como si fuera hoy, esa primera experiencia que tuve moviéndome por un camino en un vehículo desprovisto de caballos. Efectué ese recorrido a lo largo del camino de Farringdon en un automóvil Oaimler con ruedas de hierro en el año de 1896. La superficie del camino estaba cubierta de planchas de granito instaladas de manera desigual. Los saltos del vehículo sobre estas baldosas me hizo recordar esas instrucciones que aparecen en los frascos de medicina: Agite bien antes de usarse".

"Un recorrido varios meses después en un automóvil dotado de neumáticos de caucho fue como llegar a una bahía después de una agitada travesía a través del Canal de la Mancha. Los ruidos y las vibraciones parecían haber desaparecido".



*Ilustración 1: Obra que muestra la visión del avance del automóvil por sobre el carro*

Siguiendo con esta carrera del desarrollo, de todo aquello que basaba su movilidad en ruedas (automóvil, bicicletas, carruajes) el veterinario escocés John Boyd Dunlop, fue quien comenzó a plantear la idea de una rueda neumática colocándole a las ruedas originales del triciclo de su hijo un tubo de caucho sellado e hinchado con aire para que el andar de éste fuera más confortable. Al ver que el andar había mejorado notablemente comenzó a desarrollar neumáticos para bicicletas los cuales fueron recepcionados con gran satisfacción por parte de los ciclistas quienes poseían bicicletas sin suspensión.

Mientras se hacían más populares los neumáticos Dunlop, en Francia, los hermanos Michelin conocieron el neumático cuando un ciclista se acercó a su fábrica de materiales de caucho para que le reparen su bicicleta, al ver lo compleja que resultó la reparación, idearon la primer llanta desmontable la cual

adquirió una notable popularidad cuando una bicicleta equipada con esta ganó en la competencia París-Brest-París.

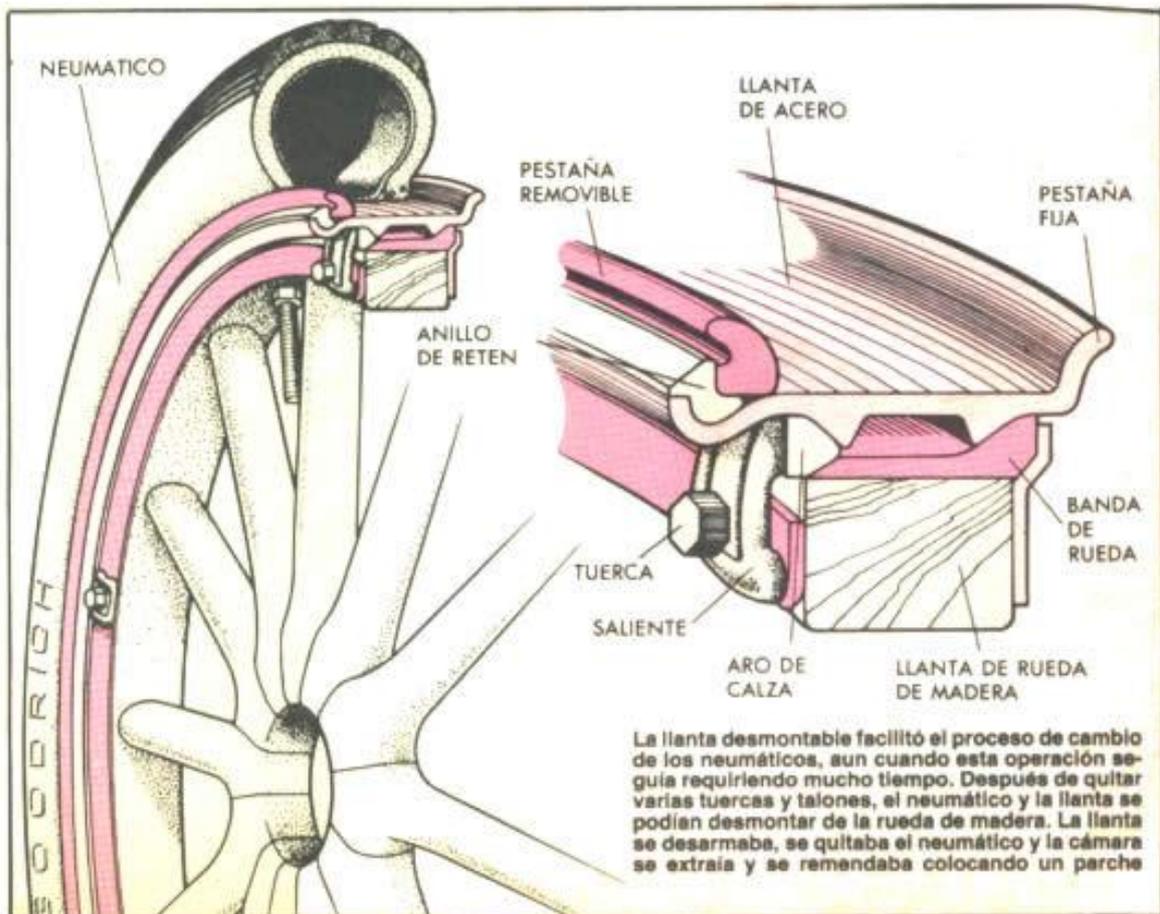


Ilustración 2: Infografía de un neumático desmontable

Sin embargo, el caucho crudo es una sustancia inestable que se vuelve gomosa en tiempo caluroso, lo que se solucionó con el descubrimiento del proceso de vulcanización, que permitió empezar a utilizar el caucho como materia prima. El siguiente paso fue fabricar neumáticos con dibujos geométricos en la banda de rodadura mejorando el agarre y la estabilidad de los automóviles.

Desde entonces, los neumáticos no han cesado de evolucionar. Los neumáticos con alambres de acero, radiales y sin cámara fueron las siguientes

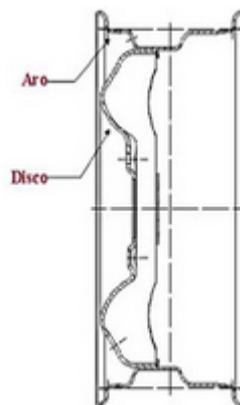
innovaciones. Lo que podemos asegurar, es que la mejora de éstos se debe hasta en la actualidad, en buena parte, a la investigación y la experimentación en las carreras, donde se han probado a lo largo de los años innumerables compuestos y soluciones técnicas que posteriormente se han aplicado a los neumáticos de producción en serie.

## **Introducción**

### **Llanta**

Una llanta es un elemento mecánico contenedor de aire, que transmite las fuerzas de tracción, peso, resistencia al aire y de rodadura y frenado sobre el camino, posibilitándole así al vehículo soportar su carga y ser maniobrado de forma segura.

La misma se encuentra formada por las siguientes partes:



*Ilustración 3: Corte Transversal de una Llanta*

### **El disco de rueda**

El disco de rueda es el encargado de hacer solidaria la llanta con el buje del vehículo y las partes que lo componen son la superficie de apoyo que es la parte del disco que se apoya y acopla al buje de la rueda a través de los agujeros

de fijación. A su vez, tienen agujeros llamados ventana que ayudan a la refrigeración del mismo.

### **Perfil de la llanta**

El perfil de la llanta es la sección transversal de esta compuesta por la pestaña (la zona donde queda acoplada la llanta con el neumático), el asiento para el talón de la cubierta, la base y el orificio de la salida para la válvula.

### **Base de la llanta**

Es una garganta realizada por su parte central que facilita el montaje y desmontaje de la cubierta y las hay simétricas en las cuales el plano medio y de simetría coinciden y las asimétricas donde el plano medio es diferente al de la simetría.

### **Neumático**

Particularmente el neumático puede ser dividido teniendo en cuenta los siguientes parámetros: Carcasa, ancho de la sección, altura del costado, diámetro total, radio de carga, ancho de banda, dibujo, costado del neumático, ceja del neumático y diámetro de la llanta.

### **Carcasa**

Tiene como función principal soportar la presión y el volumen de aire, se encuentra unida a la llanta por la ceja del neumático que transmite el toque y la fuerzas de aceleración del motor además de ayudar al anclaje y a la hermeticidad de la llanta sin cámara.

### **Banda de Rodamiento**

Es la parte de la llanta que tiene contacto con el camino, en el caso de los vehículos de calle posee un dibujo tal que le permite tener una mayor adherencia al camino pudiendo así transmitir las fuerzas de frenado y tracción de forma eficiente.

#### **Costado de la llanta o talón**

Es el lugar donde los fabricantes colocan la información y especificaciones, ayuda a la maniobrabilidad y la estabilidad del vehículo y su tamaño varía según el uso predominante (por ejemplo, un vehículo que la mayoría de su tiempo es utilizado off-road, tendrá un talón más alto que uno diseñado para circular por ruta).

La llanta está diseñada para un tipo de neumático en específico, los parámetros principales son el perfil de la ceja y el diámetro. Su función principal es soportar la presión de aire, transmitir fuerza de torque, de aceleración y frenado, colabora en la absorción vibraciones.

#### **Válvulas de inflado**

El tipo de válvula utilizada en los vehículos, depende de tres factores ligados al tipo de vehículo: la presión de aire requerida, las condiciones de manejo y el diseño de la llanta. Hay tres tipos básicos de válvulas de aire para neumáticos: de caucho (Tubeless Rubber Snap-In), de caucho para presión alta (High-Pressure Snap-In), de metal para presión alta (High-Pressure Metal Clamp-In). La Asociación de Neumáticos y Rines en los Estados Unidos ha asignado números para diferentes diseños de válvulas.

Para complementar los diferentes estilos de llantas, las válvulas pueden ajustarse al cuero en cualquier posición horizontal a vertical. La válvula horizontal es utilizada con más frecuencia por la mayoría de los fabricantes de

llantas, ya que esta acepta sensores/transmisores para el sistema de control de presión de aire (TPMS, por sus siglas en inglés). Las válvulas verticales utilizadas a velocidades elevadas están más propensas a perder aire, debido a la forma que las fuerza centrípeta afecta el centro de la válvula.

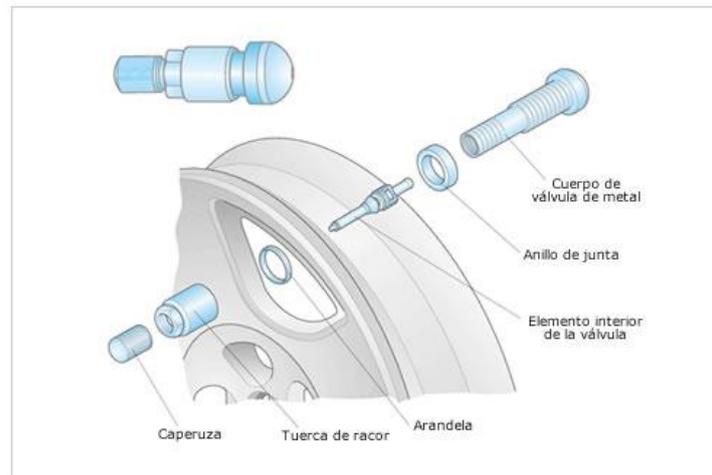


Ilustración 4: Despiece de Válvula

### Válvulas de caucho (Tubeless Rubber Snap-In)

Las válvulas de caucho (Tubeless Rubber Snap-In), permiten una inflación en frío máxima de 65 psi y son diseñadas para vehículos de pasajeros, remolques y camiones de trabajo liviano, también pueden utilizarse en competencias autocross. Están disponibles para ajustarse a rines con huecos de 0.453" ó 0.625" de diámetro y una longitud efectiva entre 7/8" a 2 1/2". Mientras que la mayoría de estas válvulas utilizan tapas de plástico, algunas poseen coberturas de cromo o metal para concordar con el rin seleccionado.



*Ilustración 5: Válvula de Caucho*

Las válvulas de caucho para presiones alta (Tubeless Snap-In High Pressure): Las válvulas de caucho para presiones altas (Tubeless Snap-In High Pressure), han sido diseñadas para camiones de trabajo mediano o duro y remolques. Deben ser utilizadas cuando la presión de inflado en frío excede los 65 psi. Las válvulas de caucho Tubeless Snap-In HP para presiones altas para rines con huecos de 0.453", permiten una presión de inflado máximo en frío de 80 psi; mientras que las que pueden utilizarse en huecos de 0.625", permiten una presión de inflado máximo de 100 psi. Estas válvulas, usualmente, se utilizan en rines de acero y poseen una base de caucho más gruesa, con cuerpo de metal y tapa plástica. La longitud efectiva es de 1 1/4" a 2".



*Ilustración 6: Válvula de Caucho alta presión*

### **Válvulas de metal para presión alta (HP Metal Clamp-in)**

Estas válvulas pueden ser utilizadas casi en cualquier rin y son altamente recomendadas para todo tipo de actividad en la pista, a la vez, si el vehículo excede una velocidad de 130 mph (209 km/h). Además, poseen una boquilla de caucho que sella el hueco del rin al apretar la tuerca. Esta tuerca puede estar dentro o fuera del rin, dependiendo del diseño y estilo de la válvula. Las tuercas en la parte de afuera poseen un beneficio práctico, ya que, permiten verificarlas y ajustarlas sin necesidad de desmontar la rueda y el neumático del rin. Las válvulas de metal para presión alta, permiten una presión de aire máxima de 200 psi y están disponibles para trabajar en rines con huecos de 0.453" ó 0.625", o especificaciones especiales, como lo son huecos de 6mm (0.236") y 8mm (0.315"). También utilizan tapas de metal y su longitud efectiva fluctúa desde raso hasta 2", variando su ubicación de acuerdo al estilo del rin. Válvulas de aleación con perfiles bajos y livianos, se encuentran disponibles para autos de carrera.



*Ilustración 7: Válvula de Aleación*

### **Válvulas para sistemas de control de presión de aire**

Válvulas de metal para presión alta (HP Metal Clamp-In) y de caucho (Rubber Snap-In), son utilizadas para sujetar los sensores/transmisores, utilizados por una mayoría de sistemas directos de control de presión de aire (TPMS, por

sus siglas en inglés). Las válvulas "HP Metal Clamp-In" y "Rubber Snap-In", poseen una rosca que permite sujetar los sensores/transmisores.



*Ilustración 8: Válvula para sistema de control de presiones*

## **Conjunto llanta neumático**

A su vez, el conjunto llanta neumático debe absorber las irregularidades del camino trabajando en conjunto con el sistema resorte-amortiguador para brindar la mayor comodidad a los ocupantes del habitáculo.



*Ilustración 9: Corte transversal de neumático y válvula*

### **Armado del conjunto LLANTA-NEUMÁTICO**

Al momento de montar la llanta sobre el neumático lo primero que hay que identificar (como se detalló anteriormente) es que los dos elementos a unir sean compatibles, es decir, que sus parámetros permitan dicha unión, luego partiendo de esa base se tendrán las consideraciones detalladas a continuación.

La llanta debe estar limpia y libre de cualquier tipo de contrapesos, luego se deben lubricar las cejas y el asiento de la llanta, evitando así mayores esfuerzos para su colocación y posible rotura del caucho. En este proceso, no debe golpearse la llanta ni utilizar herramientas con filos, al finalizar, se deberá proceder a un pre-inflado que permitirá acomodar correctamente el neumático a las cejas de la llanta para luego inflar el neumático con la presión especificada para el tipo de carga y vehículo ya que una baja o alta presión traerá excesos de

flexiones de calor, falta de adherencia, desgaste temprano y aumentará las posibilidades de pinchaduras por objetos en el camino.

Se comprende que este procedimiento somete a los talones y a las llantas a esfuerzos considerables que pueden dañarlos; en lo que se refiere a los talones de las gomas, se ha remediado por aplicación de un líquido lubricante. El proceso consiste en aplicar el primer talón alrededor de un arco que corresponde a un primer gancho de la llanta para llevar a este arco al interior del neumático.

Se debe disponer un rodillo, en una posición dada relativamente al conjunto de rueda y neumático y efectuar un desplazamiento relativo del conjunto de rueda y neumático y del rodillo a fin de hacer penetrar el resto del primer gancho de llanta en el interior del neumático y así acabar la colocación de este primer talón.

En este procedimiento, la rueda se dispone plana (con el eje de la rueda en posición vertical), el rodillo se dispone delante del conjunto de rueda y neumático del lado del arco del primer gancho en el neumático y a una distancia dada del plano exterior del primer gancho de la llanta, después se genera el desplazamiento relativo del conjunto de rueda y neumático conjunto al rodillo.

Se deberá considerar la posición de montaje del neumático respecto a la llanta, ya que para evitar una cantidad innecesaria de contrapesos. Los fabricantes de neumáticos marcan en las ruedas la zona menos pesada de la rueda mediante un punto rojo (depende del fabricante). A su vez, los fabricantes de llantas realizan una marca en relieve que corresponde con la parte más pesada de la llanta (En caso de llanta de chapa se realiza una muesca, en llantas de aleación se pega una calcomanía).

Estas dos marcas se hacen coincidir (matching) en las líneas de montaje, de tal forma que el equilibrado es mucho más rápido y a la vez más eficiente. Está claro que de esta forma será necesario poner el menor número posible de contrapesos ya que el desequilibrio entre la llanta y el neumático casi se anularán mutuamente.

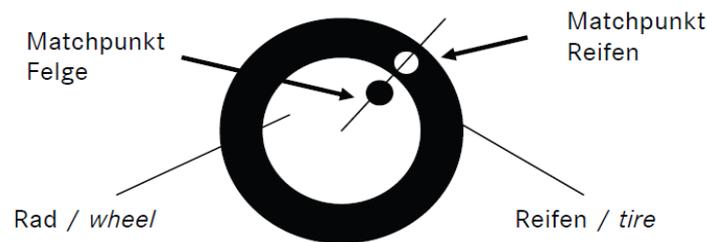


Ilustración 10: Descripción instrucción de montaje de llanta-neumático

### Legislación nacional sobre el armado de la llanta-neumático

Un neumático para poder ser comercializado en Argentina, tanto sea de auto como de camión, debe cumplir con las normativas que responden a las normas IRAM 113320 y 113321 respectivamente o a los reglamentos de la Organización de Naciones Unidas (ONU) número 30 y 54. Éstos últimos son los utilizados en la División Certificación de Homologación de Autopartes de Seguridad (CHAS) perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Es por esto que al contactarme con el organismo mencionado obtuve las normas ONU y pude así detallar los requerimientos.

### Balanceo

Es la operación de compensar los desbalances de la llanta y el neumático. Éstos son sobrepesos debido a la acumulación de materiales durante el proceso de fabricación los cuales a la larga traerán desgaste no uniforme y vibraciones.

Los desbalances pueden ser radiales (cuando siguen un radio, como dando saltos), laterales (cuando se mueven de un lado a otro) o el caso más común, el mixto (la presencia de ambos). Para solucionar el último caso, se balancea estáticamente en ambos planos utilizando contrapesos.

El balanceo de ruedas es una operación que debe efectuarse siempre que se monte un neumático en una llanta. Esto se debe a que los neumáticos no quedan perfectamente balanceados al final de su proceso de fabricación; es decir, puede que pesen un gramo más en una parte que en otra, e incluso la misma válvula del neumático va a influir con un desequilibrio de algunos gramos hacia un punto específico. Si pudiéramos colocar la rueda en el aire, ésta siempre tendería a girar sola, hasta quedar con la válvula hacia abajo.

Estos gramos de más, localizados en algún punto, van a llegar a convertirse en kilos cuando la rueda gire, por efecto de la fuerza centrífuga. Mientras más rápido lo haga, mayor será el peso del desequilibrio, creando un efecto de fuerte vibración sobre el volante y carrocería del vehículo, lo cual aumenta con la velocidad, haciendo muchas veces imposible la conducción.

Para solucionar esto es necesario contrapesar el neumático con un peso igual al que está de más, y situarlo en el extremo opuesto. La operación se realiza en una máquina especial, en la cual se monta el neumático, se lo hace girar y en unos cuantos segundos ella indica el lugar exacto donde se debe fijar el contrapeso y de cuántos gramos debe ser. En las llantas de acero estampado, el contrapeso (de plomo) se fija entre la pestaña del neumático y el borde de la llanta, y en las de aleación tiene que ser autoadhesivo.

En la siguiente tabla se podrá apreciar la tolerancia máxima de contrapesos a utilizar según fabricante, siendo algunos de los entes regulatorios:

- United States Department of Transportation
- National Highway and Traffic Safety Administration
- Uniform Tire Quality Grading System
- Tire and Rim Association
- European Tyre and Rim Technical Organization
- Japanese Automotive Tire Manufacturer’s Association
- Transportation Recall Enhancement, Accountability and Documentation Act

Tabla 1: Tabla Valores máximos de Contrapesos

Dimensión de los neumáticos	Valor de contrapesos máximo por variante (Lado interno - externo)			
	Rueda de Acero		Rueda de aleación	
	Válvula de goma	Válvula con sensor de inflado	Válvula de goma	Válvula con sensor de inflado
195/75R16C 205/75R16C 205/75R16C 225/75R16C 235/65R16C 235/60R17C	105 g	120 g	Lado externo (visible) 130 g  Lado interno (no visible) 100 g	Lado externo (visible) 150 g  Lado interno (no visible) 100 g
285/65R16C  LT215/75R16 LT245/75R16	115 g	135 g	Lado externo (visible) 140 g Lado interno (no visible) 110 g	Lado externo (visible) 150 g Lado interno (no visible) 110 g
	Utilizar peso clavado de impacto Según pos: 		Utilizar pesos adhesivos Según pos: 	

A continuación se detallará la selección de contrapesos dependiendo la carga necesaria

Tabla 2: Combinación posible de contrapesos según peso total a colocar

Sumatoria de contrapesos para balancear neumático							
Tipo de Rueda	Pintura	Intervalo admisible		Tipo de Rueda	Pintura	Intervalo admisible	
Acero	Plata Blanco Negro brillante	<b>(10 - 90) g</b>	<b>(95-120) g</b>	Aluminio	Plata Negro	<b>(10-75) g</b>	<b>(80-150) g</b>
		10g	95g: (45+50) g			10g	80 g: (40+40) g
		15g	100g: (50+50)g			15g	85 g: (40+45) g
		20g	105g: (50+55) g			.	90 g: (45+45) g
		.	110g: (55+55) g			.	95 g: (45+50) g
		.	115g: (55+60) g			.	100 g: (50+50) g
		.	120g: (60+60) g			.	105 g: (50+55) g
		85g	130g: (65+65) g			.	110 g: (55+55) g
		90g	135g: (65+70) g			.	115 g: (55+60) g
		Acero	Negro mate			<b>(10 - 60) g</b>	<b>(65-120) g</b>
10g	65g: (30+35) g			.	125 g: (60+65) g		
15g	70g: (35+35) g			.	130 g: (65+65) g		
.	75 g: (35+40) g			.	135 g: (65+70) g		
.	80 g: (40+40) g			.	140 g: (70+70) g		
.	85 g: 45+40 g			70g	145 g: (70+75) g		
.	90g: 45+45 g			75g	150 g: (75+75) g		
.	95 g: (45+50) g						
.	100 g: (50+50) g						
.	105 g: (50+55) g						
.	110 g: (55+55)g						
55g	115 g: (55+60) g						
60g	120 g: (60+60) g						

## Antecedentes

Encarar una reestructuración de una o varias estaciones de fabricación no se justifica a menos que la mejora en eficiencia global sea significativa o que el proceso no sea capaz de satisfacer la demanda planteada ya sea por sobre pasar la capacidad del mismo o por la incapacidad de producir lo requerido.

Antes de plantear la necesidad de un cambio la fábrica abastecía con un 80% de su producción a Brasil, con un 6% a Argentina y con el 14% restante a Uruguay, Paraguay, Bolivia y Perú como se ve en el mapa a continuación.

(Ilustración 11: Demanda de unidades previa crisis)

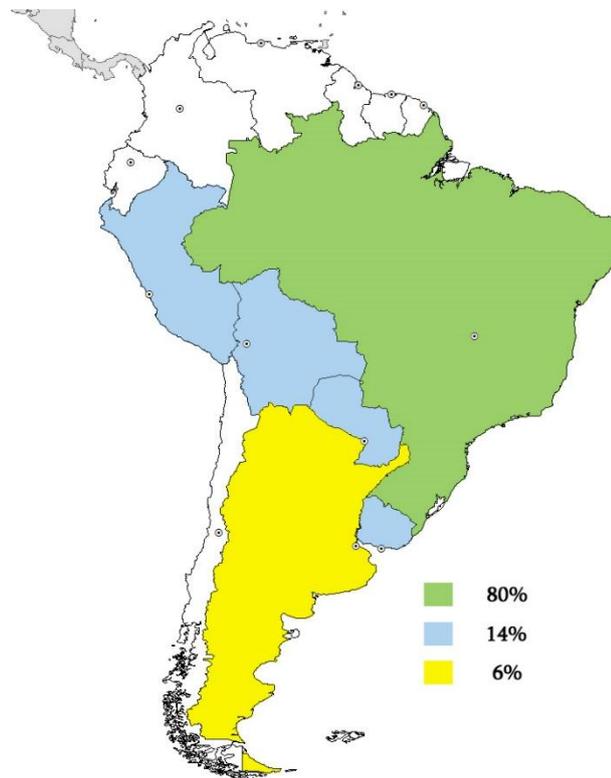
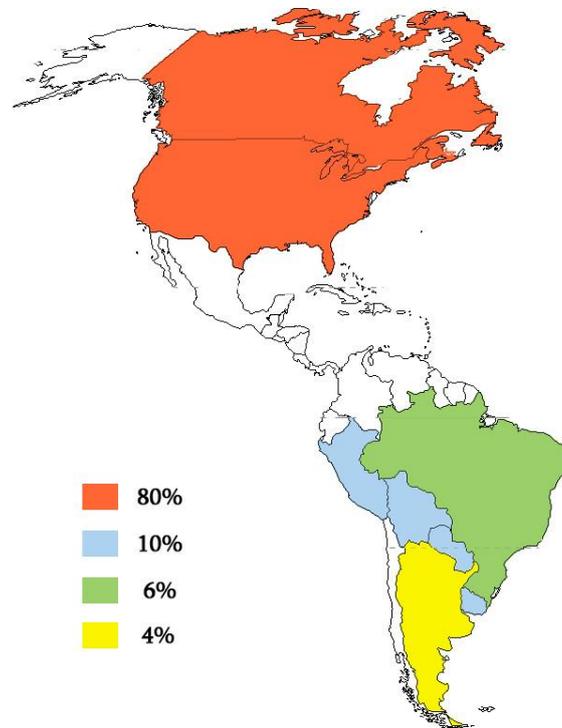


Ilustración 11: Demanda de unidades previa crisis

Rumbo al 2015 con una economía mundial creciendo poco a poco luego de la crisis del 2008, Estados Unidos y Canadá comenzaron a requerir más unidades y contrario a esto Brasil, quien representaba la mayor demanda, fue decayendo a valores del 6% de la producción total, provocando un giro en la política de la Empresa quién aprovechando la demanda creciente de los países de América del Norte, lejos de invertir en la ampliación de sus fábricas en Europa, utilizó la capacidad remanente de Argentina y haciendo unas modificaciones para adaptarse a las normas de los nuevos países, logró insertar en el 70% de su producción, quedando el nuevo mapa de la siguiente manera.



*Ilustración 12: Situación actual de demanda*

Los cambios en la coyuntura global expuestos trajeron cambios a la fábrica, entre ellos la necesidad de lograr una mayor eficiencia en el armado del conjunto llanta-neumático encontrando una alternativa a distinta a la utilizada en Alemania, la cual requiere de una maquinaria capaz de armar y balancear el compuesto.

Finalizada este breve posicionamiento es que expondré las diferentes alternativas que permitan cumplir con lo especificado por fábrica y a su vez, con la demanda.

### **Diseño y funcionamiento actual del sistema de abastecimiento de neumáticos en la planta**

Actualmente el conjunto llanta neumático llega armado del proveedor de llantas el cual previamente recibió la variante de 5 neumáticos y 4 llantas, hizo el ensamble de los conjuntos y los balanceó colocando los mismos en packs de 7. Esta cantidad arbitraria se debe al transporte ya que el ancho que generan los packs es la medida máxima que posibilita la mejor relación entre peso, maniobrabilidad, espacio y costo. Luego estos llegan a la línea de producción donde se vuelve a testear el balanceo para incluir esta información en la documentación de la unidad cumpliendo así con la norma interna de casa matriz, (esta norma se debe a que la fábrica a nivel mundial ensambla sus neumáticos in situ), por último se colocan en el vehículo terminado.

El presente sistema tiene varios problemas, entre ellos la no flexibilidad del armado llantas-neumáticos ya que si por alguna razón es requerido otro tipo de conjunto o bien se produjo un error en el pedido/envío, la producción se verá detenida mientras se va en busca de un reemplazo (armado en el momento por un stock preparado para estas situaciones), el almacenamiento ya que tiene que haber lugar suficiente como para guardar las combinaciones posibles en vez de optimizar el espacio guardando los componentes necesarios y el costo adicional que tiene el hecho de enviar los neumáticos al proveedor de llantas y que el proveedor arme el conjunto.

A su vez, cabe destacar que la provisión a la línea se hace directamente en los packs recibidos que poseen 7 conjuntos por lo que si en una camioneta debo colocar 5 y sobran dos, pero en la siguiente debo colocar otros 5 de otro tipo, tengo que correr el pack, colocar la otra variante y así sucesivamente generado stock, aumentando la posibilidad de errores y ocupando un lugar muy preciado, “la cercanía a la línea”.

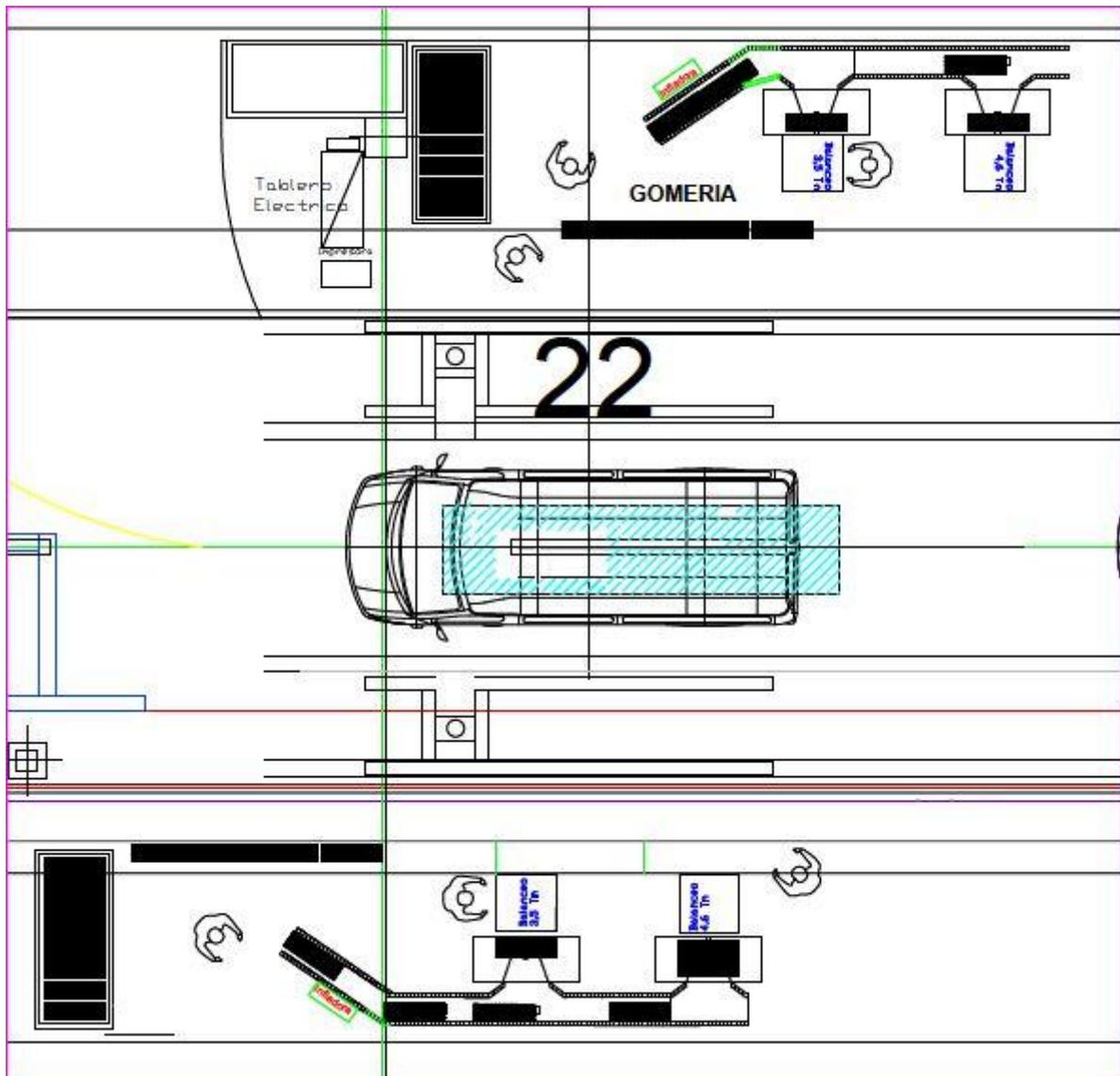


Ilustración 13: Situación actual de la línea

En la Ilustración 13 apreciamos como un operario coloca las llantas en la cinta transportadora y otro, según el peso de la misma, la balancea en una estación (Balance para 3,5 toneladas) u otra (Balance para 4,5 toneladas). Al finalizar este proceso, un tercer operario coloca las llantas en el automóvil.

Al ver los inconvenientes planteados y con la necesidad de ampliar la gama de conjuntos llantas neumáticos es que surge la imposibilidad de continuar con el nuevo sistema ya que se multiplicarían las operaciones cerca de la línea

generando una gran cantidad de operaciones que no agregan valor al producto terminado (un escoyo grande si tenemos en cuenta que mientras más cerca estamos de la línea más eficiencia buscaremos en el trabajo de los operarios)

### **Concepto de valor agregado**

Es de extrema necesidad tener en cuenta este concepto, ya que sin él, la búsqueda de una solución a nuestro problema puede estar errada desde la matriz, por este motivo es que citaremos el concepto.

“La idea de valor agregado se emplea en el terreno de la contabilidad, de las finanzas y de la economía. Una de las acepciones del concepto refiere al valor económico que gana un bien cuando es modificado en el marco del proceso productivo.

Esto quiere decir que, en un contexto, el valor agregado es el valor económico que el proceso de producción le suma a un bien.” (Gardey, 2016)

Un ejemplo de aplicación de este concepto al problema particular que se nos plantea es el de un operario colocando un conjunto llanta-neumático en la camioneta, en donde todas las operaciones que realiza el operario no agregan valor al producto salvo, la de abullonar la misma, es por esto, que en el proceso buscado debemos minimizar todas las demás tareas.

### **Planteo de dos posibles soluciones**

Como primer planteo se tomó en cuenta el siguiente esquema (Ilustración 12), donde las llantas son ensambladas con sus neumáticos en la línea de producción al momento de ser colocados. Como podemos ver, de cada lado de la línea será provisto un carrito que en la parte inferior contendrá 4 gomas y en la parte superior 4 llantas posibilitándole al operario armar el conjunto y mediante

una cinta transportadora llevarla hasta los puestos de balanceo, dependiendo el tamaño irá a un puesto o al otro.

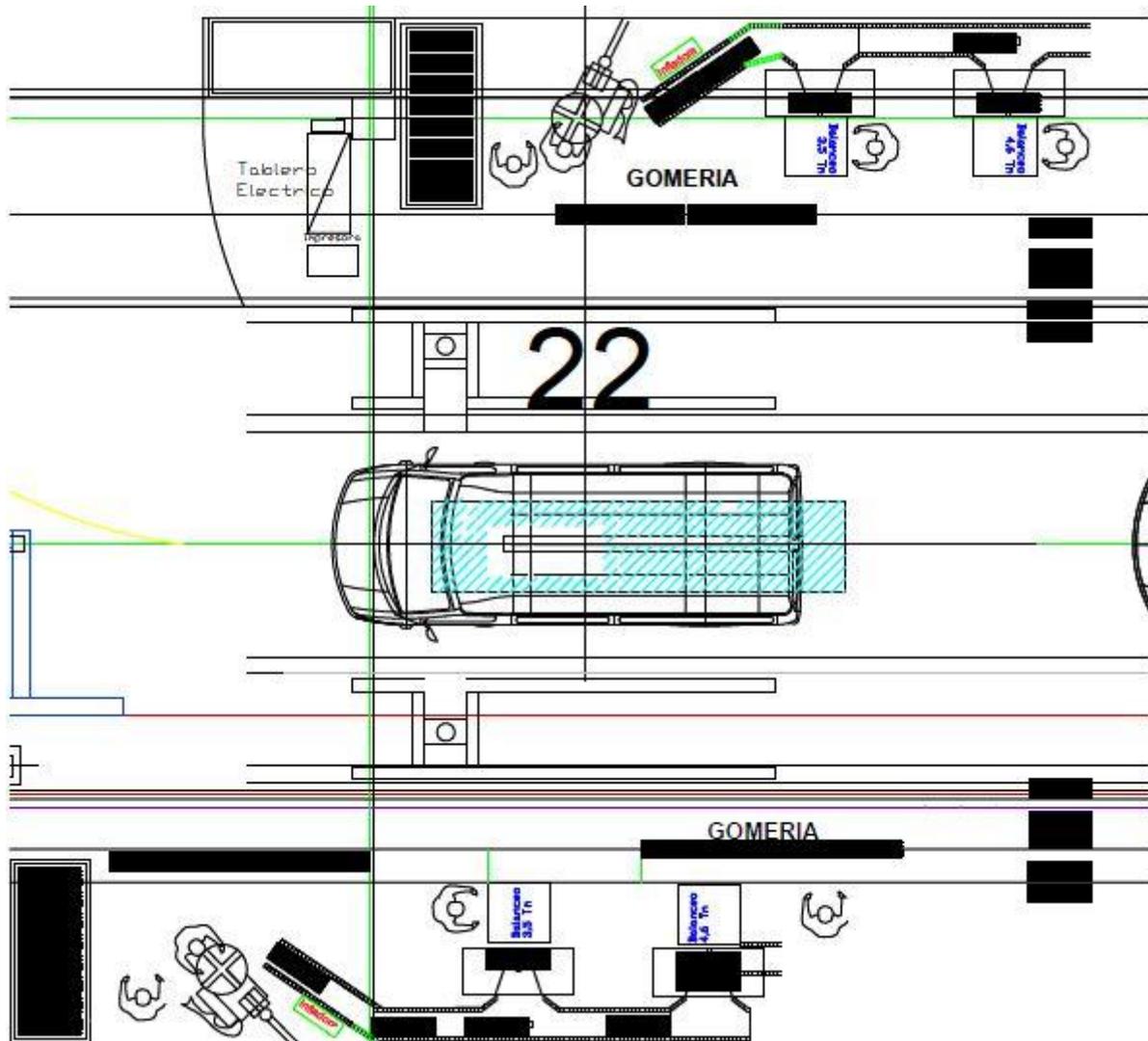


Ilustración 14: Planteo primera solución

La primer limitación que surge este diseño es la de espacio ya que trabajar armando y balanceando los neumáticos en la línea será un problema, la segunda es la cantidad de recursos humanos necesarios ya que se requerirá de tres personas por lado de la línea lo que da un total de seis en la estación si tenemos en cuenta que dos personas son requeridas para el armado del conjunto y una

para balancear los mismos, a su vez, dos de ellos colocarán los neumáticos en el vehículo.

Como tercer limitación es la no posibilidad de aumentar el ritmo de la línea o takt time, ya que para ello sería necesario armar más rápido los conjuntos para lo cual se requerirían más personas en la última estación de la línea no permitiéndoles trabajar adecuadamente.

Y la cuarta limitación es que se requiere de un almacenamiento con las llantas y neumáticos que si bien esta sucederá en cualquier opción a utilizar, se plantea la posibilidad de armarlas en este depósito que tiene 450 m<sup>2</sup> y se encuentra a pocos metros de la estación final de la línea, de aquí surge la segunda posibilidad planteada que es la de armar en dicho depósito un circuito donde según el secuenciado de la línea se vayan armando los conjuntos necesarios y luego se los envíe mediante un vehículo autónomo a la última estación de la línea donde serán colocados en el vehículo.

Luego de analizar la primera alternativa y compararla con la segunda la decisión fue incursionar en ésta última porque si bien se requerirá de un dispositivo nuevo para el manipuleo de los conjuntos, este sistema permitirá agregar y quitar conjuntos sin grandes cambios, acelerar el tiempo de línea e incluso disminuir el personal necesario pudiendo afectarlo a otras tareas.

#### **Esquema del depósito con secuenciado para armado de la llanta-neumático**

Como se planteó originariamente será necesario pensar en un vehículo capaz de movilizar al operario quién seleccionará y cargará los componentes requeridos según el tipo de conjunto pretendido por el vehículo que llegará a la última estación.

A demás, utilizando la experiencia previa de la fábrica, se reacomodará el sistema de cintas transportadoras utilizado actualmente el cual permitirá movilizar rápidamente los conjuntos armados.

A continuación podremos ver el circuito armado con cada una de sus partes explicadas.

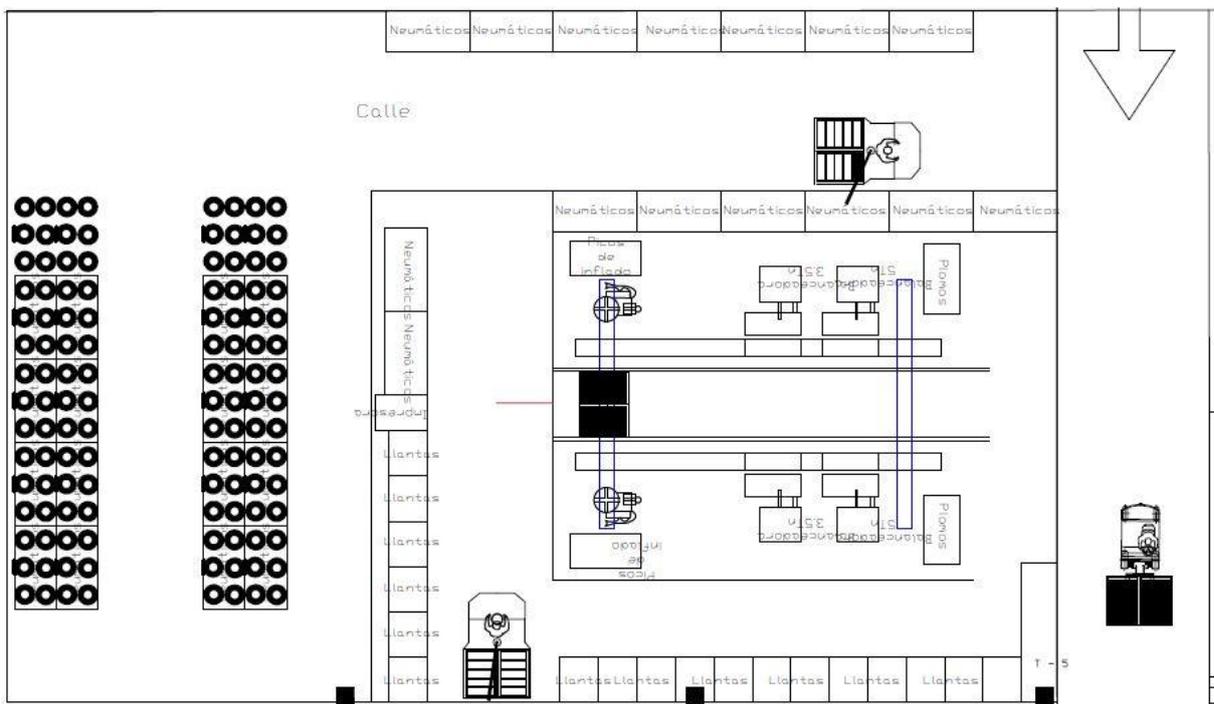


Ilustración 15: Propuesta de depósito para armado de llanta-neumático

El objetivo de la distribución mostrada en la Ilustración 14 es el de tener un dispositivo que le permita al operario tomar una hoja con la lista de materiales necesarios, luego ir recorriendo el depósito circularmente en busca de los distintos componente para luego dejarlos en un carro en el inicio de las cintas transportadoras para su posterior armado. Finalizado este proceso, un vehículo automático lo llevará hasta la última estación de la línea donde será montada.

Por último, podemos observar del lado izquierdo un depósito de llantas y neumáticos con los cuales se irá abasteciendo el circuito anteriormente mencionado.

### **Desarrollo de maquinaria para el manipuleo y posterior armado del conjunto llanta-neumático**

Luego de pasos intermedios, planteos e ideas se propuso un primer prototipo el cual luego de analizar diferentes aspectos se fue mejorando para abordar al diseño final. Es importante aclarar que este tipo de desarrollos está en constante supervisión y mejora ya que son formulados y fabricados para una tarea específica, con requerimiento y condiciones particulares.

### **Modelado y simulación**

Para el modelado y la posterior simulación se utilizó el software SolidWorks el cual tiene la capacidad de modelar y con un módulo someter al sólido a distintos tipos de ensayos evitando así los diferentes trastornos propios de pasar de un software de modelado a uno de análisis.

El método utilizado fue el de Elementos Finitos que consiste en la aproximación de problemas continuos de tal manera que al dividir este en un número finito de partes llamadas elementos asociados a puntos característicos llamados nodos se pueda llegar a la solución del problema. Cabe aclarar que mientras más pequeños sean estos elementos más precisa será la solución pero también requerirá de más poder de cálculo.

Al momento de comenzar la simulación por temas de capacidad de procesamiento y mallado complejo se tomaron las uniones como rígidas

(bulones, tuercas, grampas y demás) y se simplificaron las estructuras para de esta forma tener una simulación que nos permita aproximarnos al modelo real.

#### **Particularidades del método utilizado**

SOLIDWORKS Simulation utiliza el método de formulación de desplazamientos de elementos finitos para calcular desplazamientos, deformaciones y tensiones de los componentes con cargas internas y externas.

La geometría que analicé se individualizó mediante el mallado en elementos tetraédricos (3D) utilizados en un análisis de tensión lineal, ya que al tratarse de piezas mecánicas, siempre vamos a querer estar en su rango de deformación lineal que le permita al material regresar a su estado original sin sufrir cambios.

#### **Diseño del primer prototipo**

La base de éste es una zorra eléctrica (Ilustración 15) que permite movilizar pallets de un lado hacia otro sin mayores esfuerzos del operario, tiene una capacidad de carga de hasta 2000 kg y se decidió utilizarlo ya que los mismos son manipulados actualmente en la fábrica para la realización de otras tareas lo que facilita su adquisición.

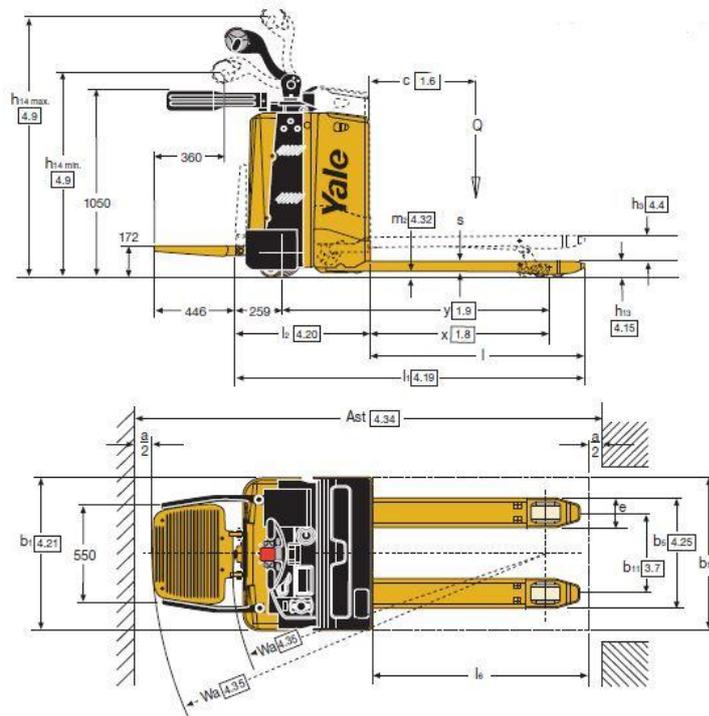


Ilustración 16: Imagen de Datasheet

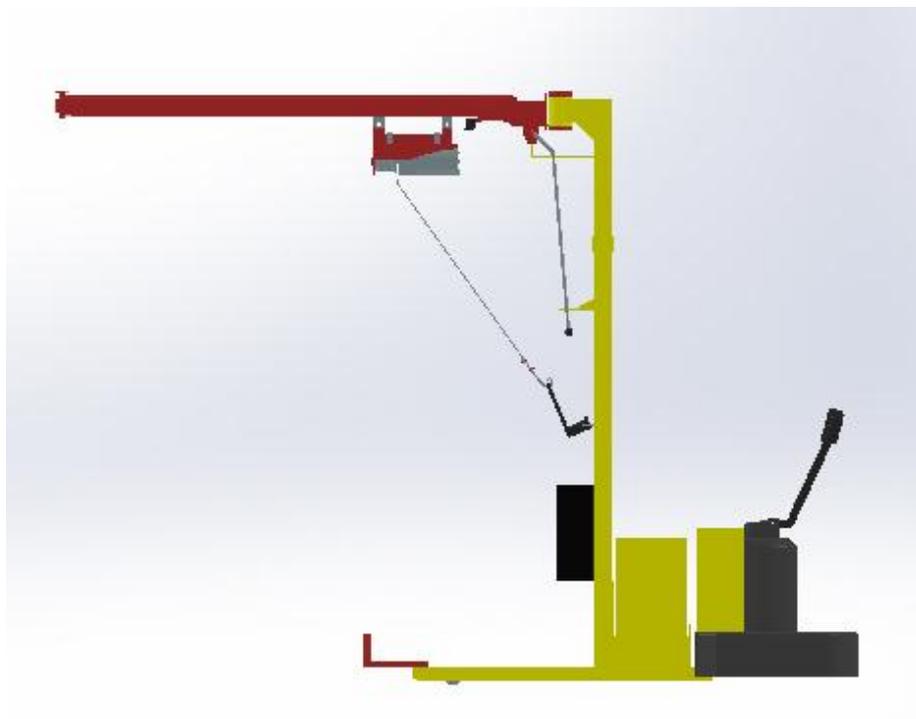
A esto se le añadió un mástil, un contrapeso, un motor para el manejo del gancho el cual funciona con 220 v (polipasto), por este motivo fue necesaria la utilización de un inverter capaz de tomar electricidad continua a 24 v y transformarla en alterna de 220 v.

Los materiales utilizados para la construcción del mástil son perfiles de 120 x 80 con una pared de 4 mm los cuales al momento de la simulación generaban la mínima flecha vs máxima carga.

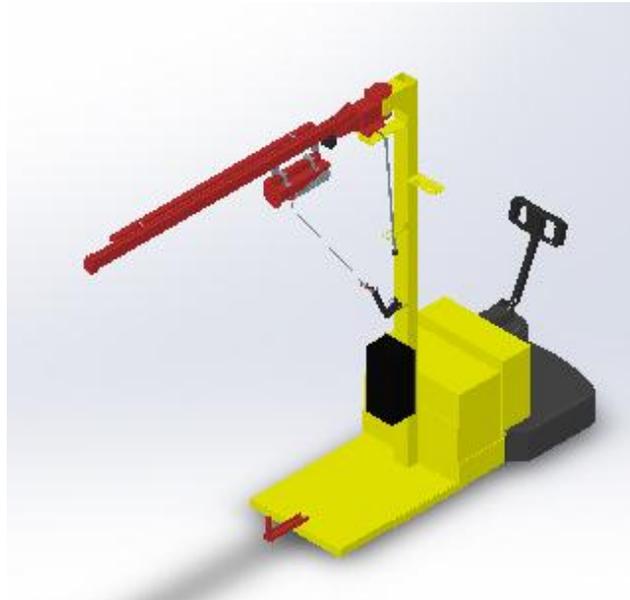
El resultado del primer modelo es el siguiente:



*Ilustración 17: Vista Isométrica primer prototipo*



*Ilustración 18: Vista lateral primer prototipo*



*Ilustración 19: Vista delantera primer prototipo*

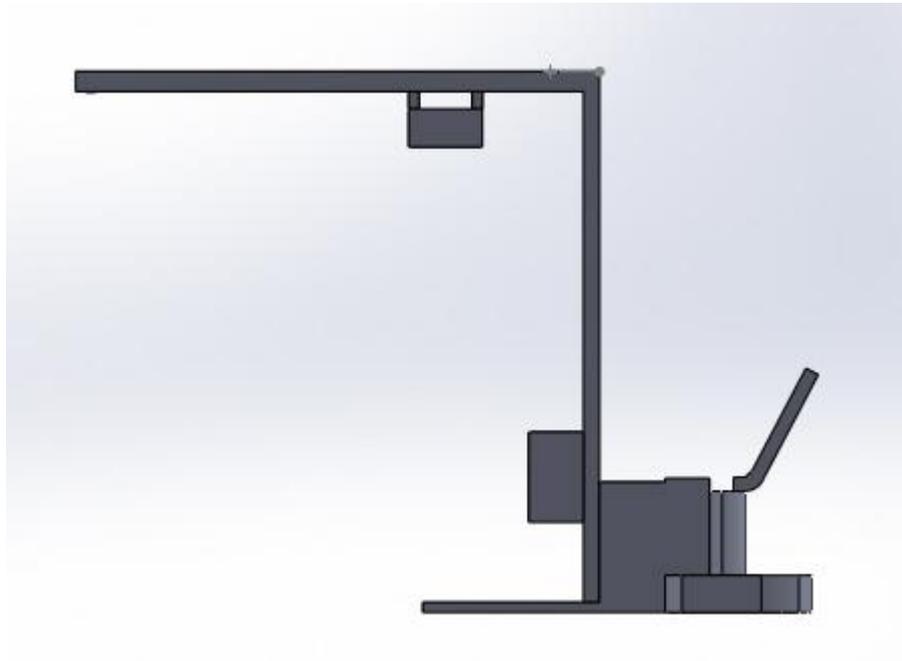
Como podemos apreciar en las Ilustraciones 16, 17 y 18, el primer prototipo está compuesto por un mástil (rojo y amarillo), un polipasto (rojo y gris), un inverter (negro) y todo esto montado sobre la base de una zorra eléctrica (negra).

#### **Análisis por elementos finitos del manipulador**

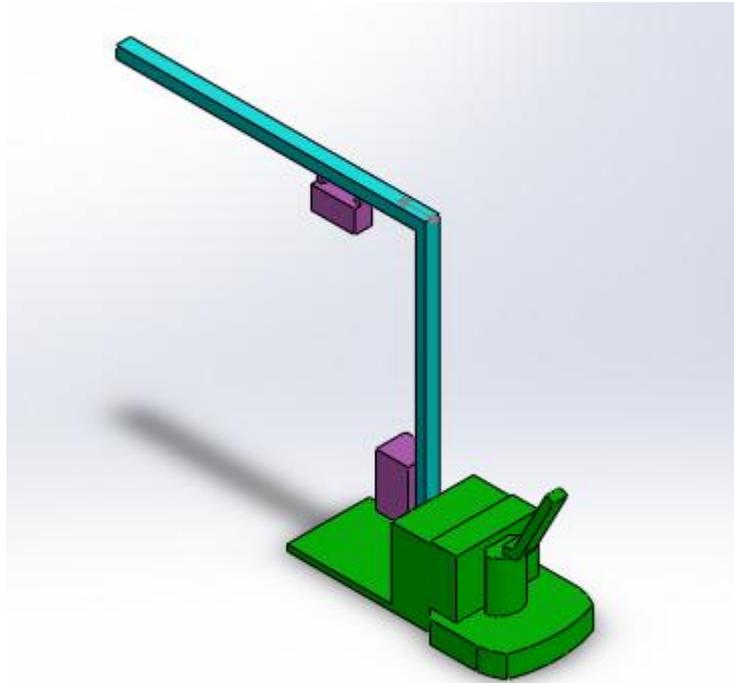
Ya con el primer modelo computarizado, se lo simplificó haciendo rígidas sus bisagras y eliminando detalles para de esta forma adaptar lo requerido a nuestra capacidad de cómputo.

El ensayo consistió en aplicarle en el extremo del mástil un peso de 45 kg (debemos tener en cuenta que el conjunto llanta neumático más grande pesa 25 kg), luego aplicarle fuerzas iguales al peso a cada uno de los componentes para por último empotar el modelo en la parte delantera y trasera del mismo, de esta forma, si hay tensión en esa zona que tienda a “despegar” el modelo, entenderemos que el mismo estaría perdiendo estabilidad. Cabe aclarar que

todavía hay margen ya que por motivos de seguridad no se tuvo en cuenta el peso de un operario el cual aumentaría el margen de seguridad.



*Ilustración 20: Vista lateral de prototipo simplificado*



*Ilustración 21: Vista tracera de prototipo simplificado*

En la ilustración 20 podemos observar que el mismo se encuentra dividido en colores, cada uno de ellos representa distintas masas a las cuales se le aplicará una fuerza igual a su peso total distribuido uniformemente ya que no se posee mayor información.

Mástil (Turquesa): El peso del mismo será determinado por las propiedades del acero utilizado automáticamente al aplicar el material en el software.

Polipasto (Violeta): El peso del mismo es de 5 kg

Inverter (Violeta): El peso del mismo es de 45 Kg

Zorra y base (Verde): El peso del conjunto es de 750 kg

### Resultados

Nombre de modelo: 1er prototipo  
Nombre de estudio: analisis 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1

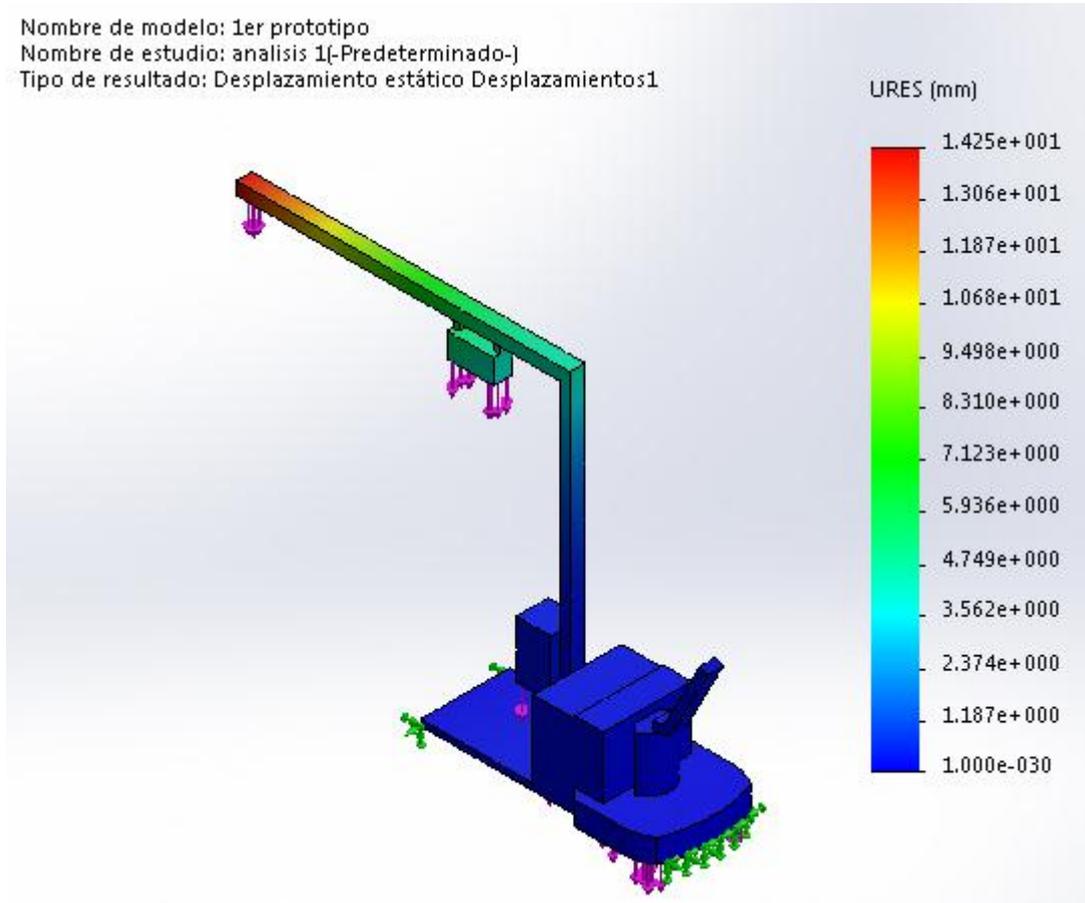


Ilustración 22: Resultado primer análisis

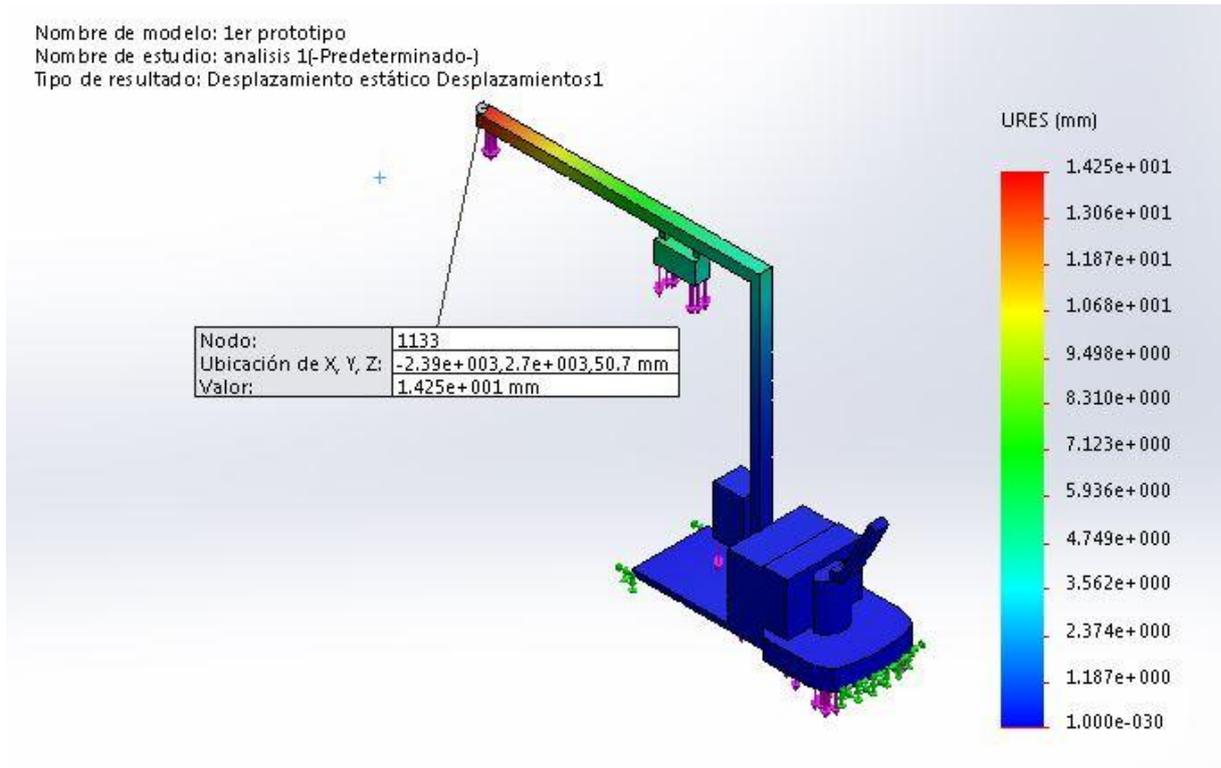


Ilustración 23: Nodo con máximo desplazamiento

Al analizar los resultados, vemos que el mayor desplazamiento es de 14 mm, lo que si bien no es demasiado, generaría oscilación e incomodidad para trabajar, por lo que en el prototipo numero dos se hicieron unas modificaciones para mejorar el rendimiento.

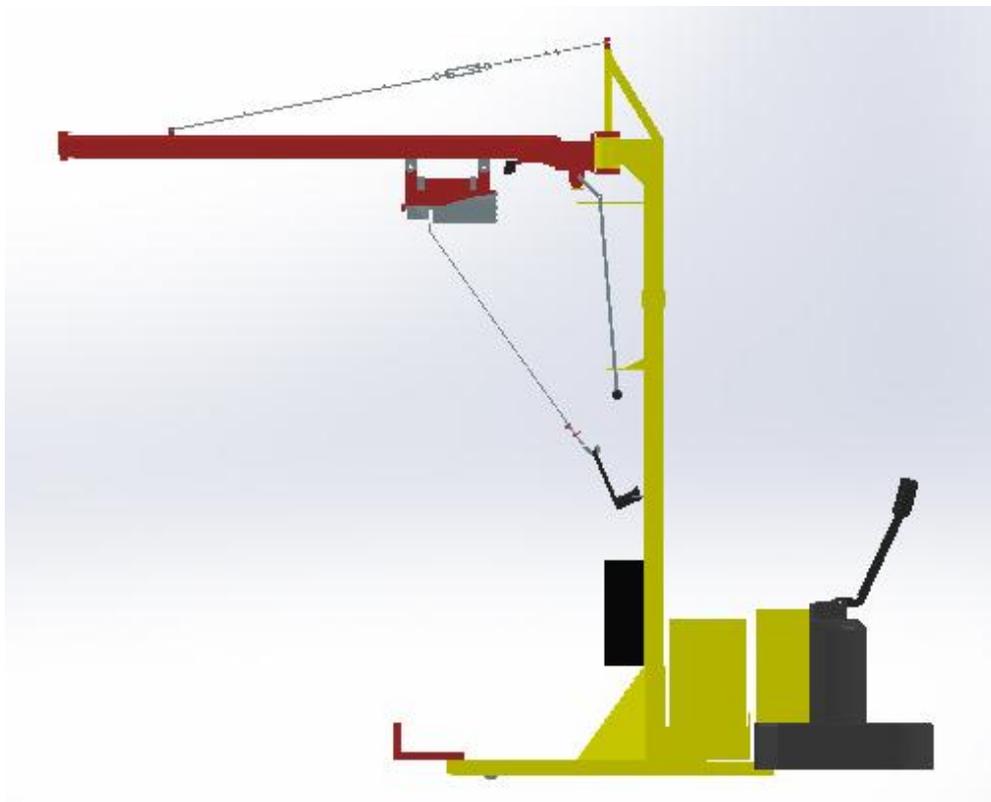
Por otro lado, en la base, no hay desplazamiento por lo que marca la estabilidad del vehículo.

### Diseño del segundo prototipo

Se le añadió un alambre tensor al mástil para evitar la flecha propia de su peso y del peso de la carga, dándole así mayor rigidez y comodidad en su operación, a su vez se le añadieron dos soportes en la base del mástil.



*Ilustración 24: Vista Isométrica de segundo prototipo*

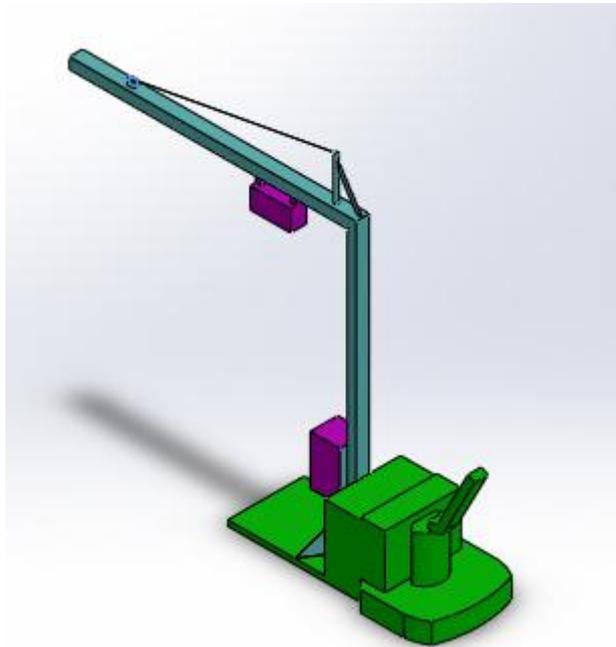


*Ilustración 25: Vista lateral del segundo prototipo*

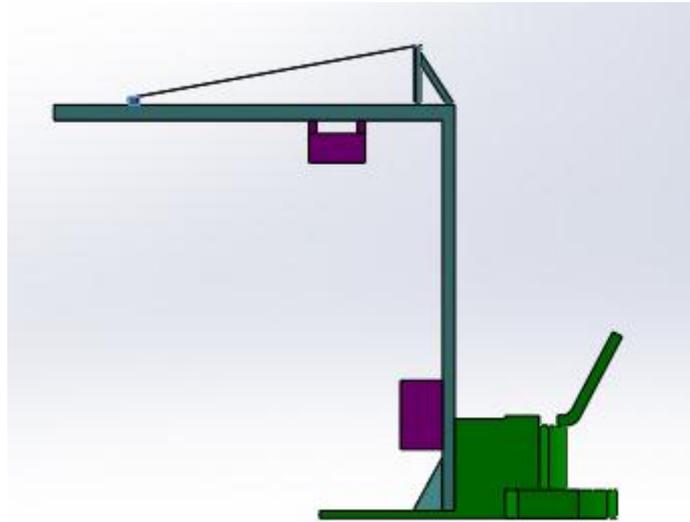


*Ilustración 26: Vista frontal del segundo prototipo*

Al igual que anteriormente, se simplificó el modelo y se le aplicaron fuerzas a cada una de sus partes.



*Ilustración 27: Modelo simplificado*



*Ilustración 28: Modelo simplificado*

En la ilustración 27 podemos observar que el mismo se encuentra dividido en colores, cada uno de ellos representa distintas masas a las cuales se le aplicará una fuerza igual a su peso total distribuido uniformemente ya que no se posee mayor información.

Mástil y cable tensor (Turquesa): El peso del mismo será determinado por las propiedades del acero utilizado automáticamente al aplicar el material en el software.

Polipasto (Violeta): El peso del mismo es de 5 kg

Inverter (Violeta): El peso del mismo es de 45 Kg

Zorra y base (Verde): El peso del conjunto es de 750 kg

## Resultados

Nombre de modelo: 2do prototipo  
Nombre de estudio: Análisis 2(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 357.994

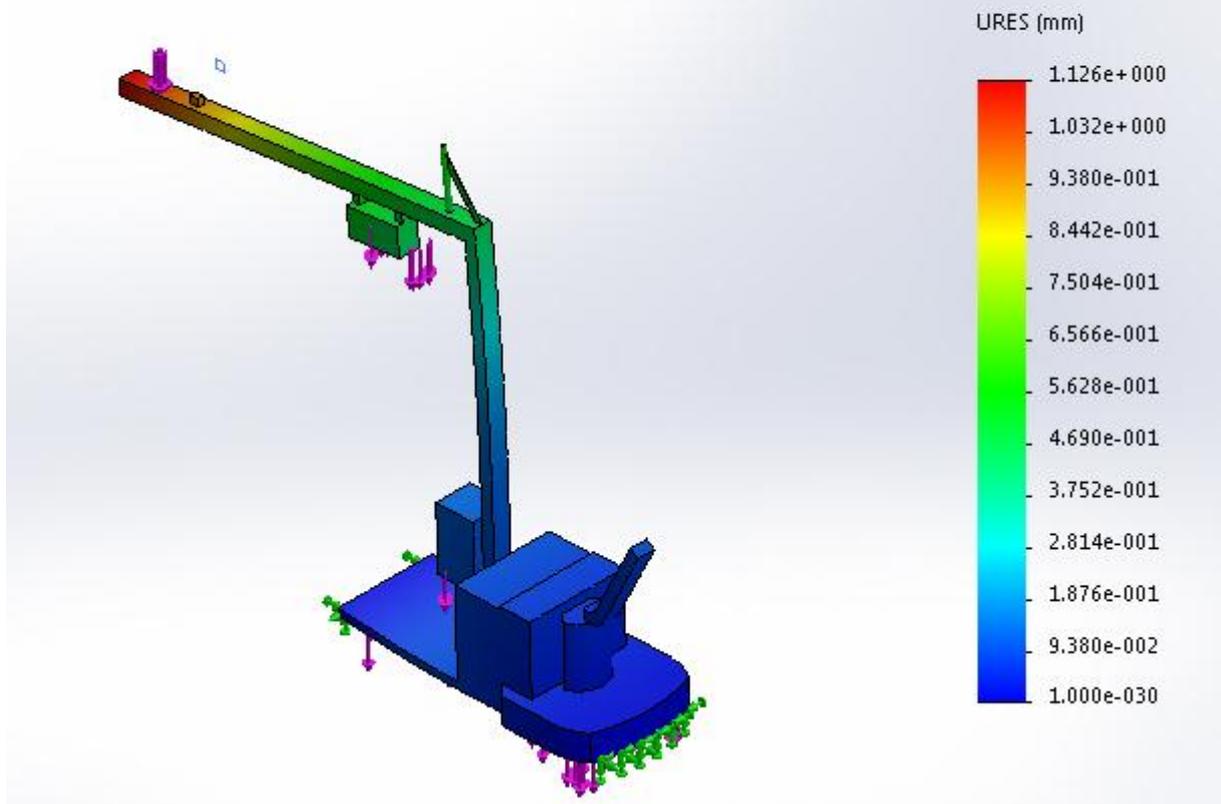


Ilustración 29: Resultado segundo análisis

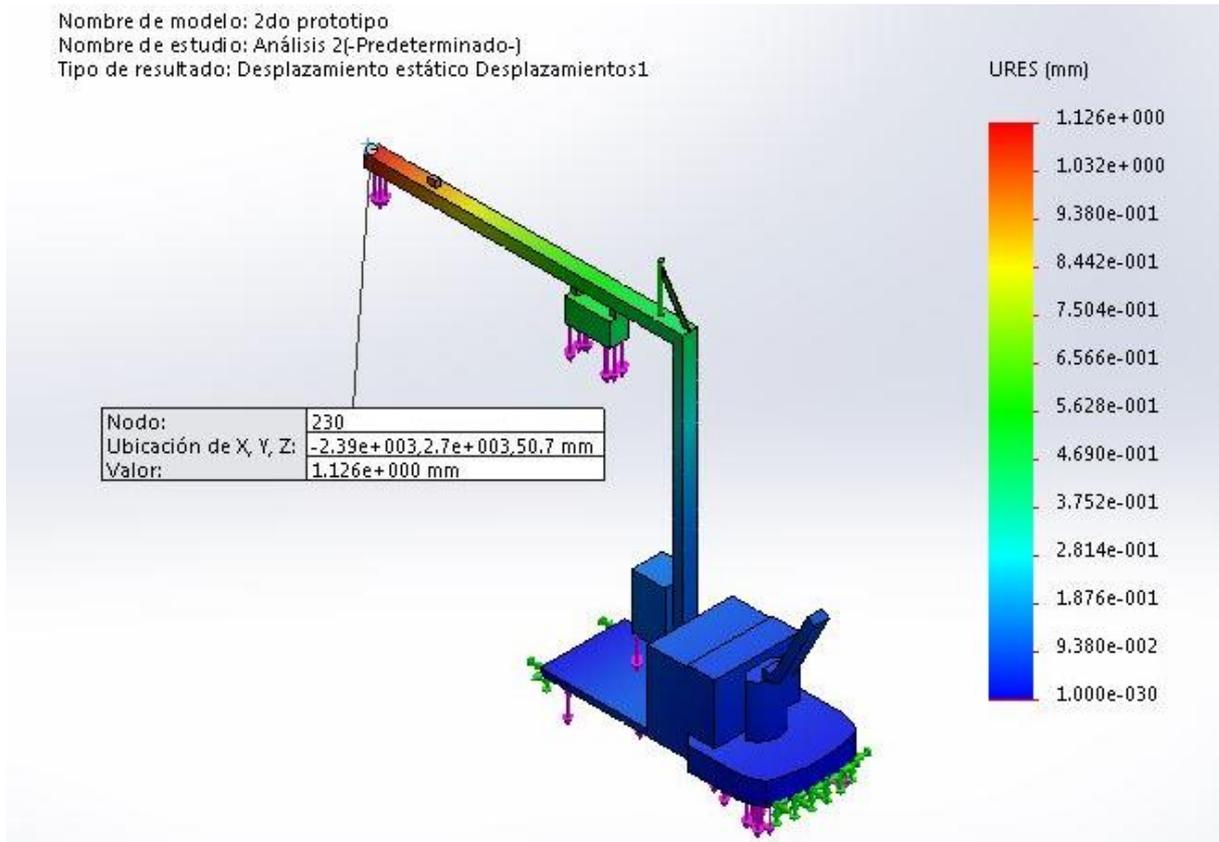


Ilustración 30: Nodo con máximo desplazamiento

Luego de las modificaciones propuestas, el máximo desplazamiento pasó de ser de 14 mm a 1,4 milímetros. Por lo que nos quedaremos con este diseño para el modelo final y comenzaremos a trabajar con el carro que llevará las llantas y los neumáticos.

### Diseño de carro para transporte de neumáticos y llantas

Como puntapié inicial se tomó el diseño de un cajón utilizado para abastecer la línea de neumáticos, este mismo posee lugar para 7 conjuntos de llantas – neumáticos, de esta manera, se estará seguro que no tendremos problemas al momento de la descarga de neumáticos en la línea. Sin embargo, el nuevo diseño consistirá de un carro capaz de llevar 8 neumáticos (número que más adelante explicaré) y tendrá la característica de poderse dividir en dos

carros independientes totalmente funcionales para así, abastecer cada lado de la línea.

Se entendió conveniente abordar al número de 8 neumáticos ya que la camioneta más grande debe ser provista de 7 neumáticos (dos delanteros, cuatro traseros y uno de auxilio) y diseñar un carro simétrico traerá menos complicaciones y más versatilidad ya que permitirá abastecer indistintamente cada lado de la línea con un neumático adicional.



*Ilustración 31: Prototipo de carro 1*

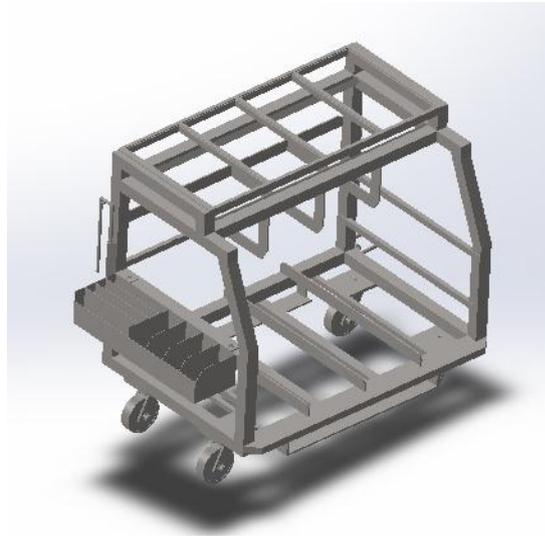


Ilustración 32: Prototipo carro 1

Como podemos observar en las ilustraciones 30 y 31, al sistema de cajón utilizado se le agregaron ruedas, slots en la parte superior capaces de transportar llantas y un cajón lateral donde se colocarán las válvulas.



Ilustración 33: Prototipo carro 2

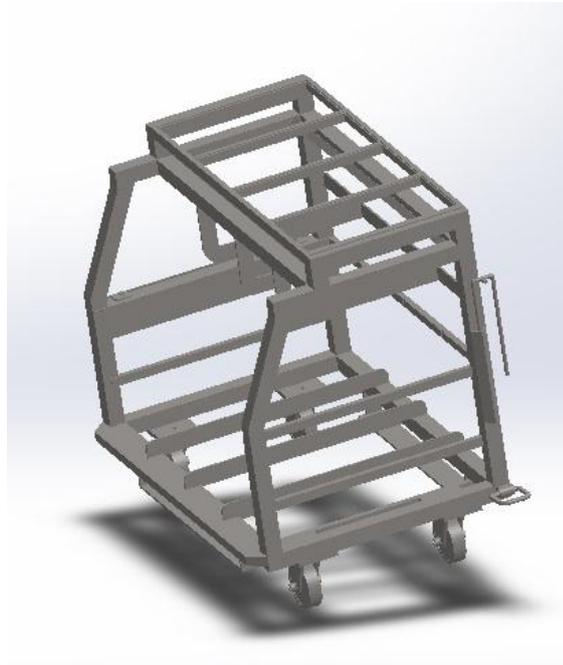


Ilustración 34: Prototipo carro 2

El segundo prototipo es igual al primero con la diferencia que éste no posee cajón lateral, éstos se unen por un sistema de ganchos que más adelante veremos la utilidad que tienen a la hora de utilizar el sistema de movimiento inteligente AGV.



Ilustración 35: Carros ensamblados



Ilustración 36: Carros ensamblados

Se pensó en carros “espejados” y no iguales conectados uno detrás de otro en forma de tren ya que este último diseño hubiera requerido una pluma mas larga en el dispositivo diseñado anteriormente trayendo inconvenientes como mayor flecha, mayor inestabilidad e incomodidad para la manipulación por parte del operario.

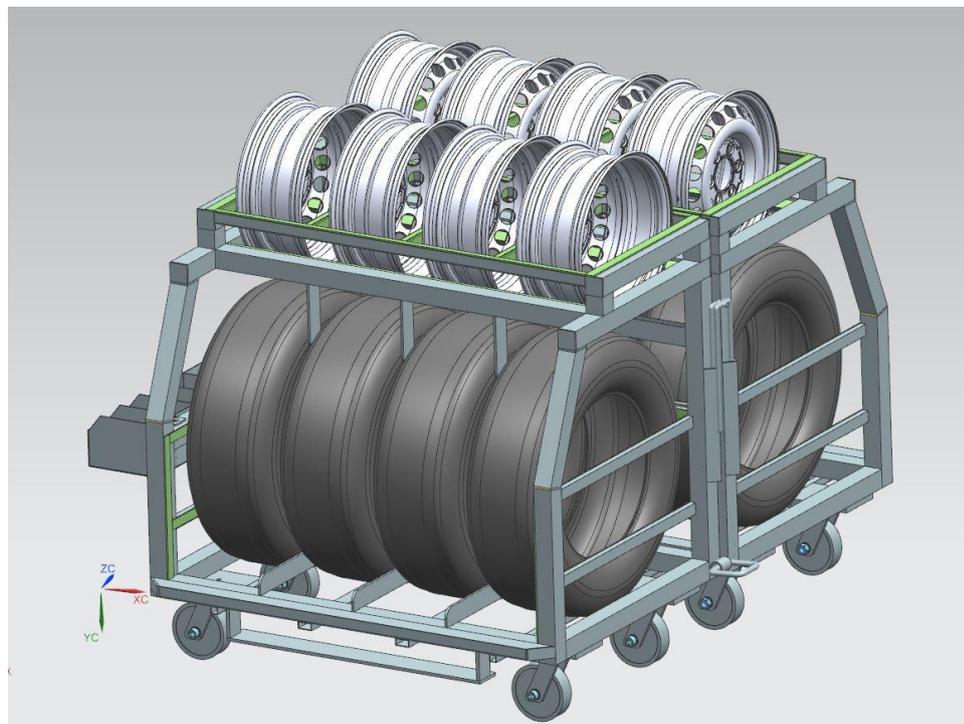


Ilustración 37: Diseño Final con Llantas y Neumáticos

### **Sistema AGV - vehículos de guiado automático**

Los vehículos de guiado automático (AGV) son robots móviles controlados por una computadora con la capacidad de desplazarse de un punto hacia otro siguiendo una trayectoria pre-establecida. Son altamente Flexibles y permiten disminuir la cantidad de operarios necesarios por lo que también la posibilidad de errores.

Los mismos se desplazan haciendo sonar una canción conocida por la mayor parte de la población del lugar donde están emplazados, pero a su vez lo suficientemente contrastante con los sonidos de la fábrica de tal manera que permita alertar a los operarios de una posible colisión o detención del mismo que pueda afectar la producción.

Existen varios tipos, de los cuales se pueden destacar los siguientes:

- Filoguiado
- Optoguiado
- Vision artificial
- Guiado Laser

En este caso utilizaremos el Filoguiado pero con una alternativa de 3M que nos permite reemplazar el hilo magnético enterrado por una cinta magnética adherida al suelo. El AGV mediante un sistema de inducción detecta la cinta guía. Ésta está compuesta de un lado por un imán de polo positivo y del otro con un imán de polo negativo, el polo a adherir al suelo es indistinto pero debe ser aclarado en las instrucciones del dispositivo a guiar al momento del StartUp.

Se pensó en este sistema ya que la instalación requiere de una obra mínima y su modificación no acarrea grandes problemas como si lo puede ser el del filoguiado enterrado el cual requiere la instalación de un cable debajo del piso.

#### **Plano con las cintas de Filoguiado**

Para poder entender el circuito a recorrer tenemos que partir de la premisa que el AGV está configurado para ante una alternativa de caminos, optar siempre por el camino que lo guía hacia la izquierda. A su vez, posee un botón en la parte superior que es utilizado para que reanude el recorrido luego de detenerse en las operaciones que lo requieran.

Como complemento, está dotado de una especie de leva que al pasar por unas lomas desengancha un carro, dejando en una estación los conjuntos correspondientes.

Por último, está dotado de un botón que inicia el recorrido, tanto sea para ir hacia la línea como para regresar de las estaciones o reanudar el trayecto luego de recibir la instrucción de detenerse. La instrucción anteriormente mencionada se logra colocando un trozo de cinta con el norte del imán adherido al suelo y una cinta contigua de iguales dimensiones con el sur del imán adherido al suelo.

A continuación veremos en la ilustración 38 un plano simplificado de la planta donde se resalta el circuito a recorrer por los operarios y el AGV.

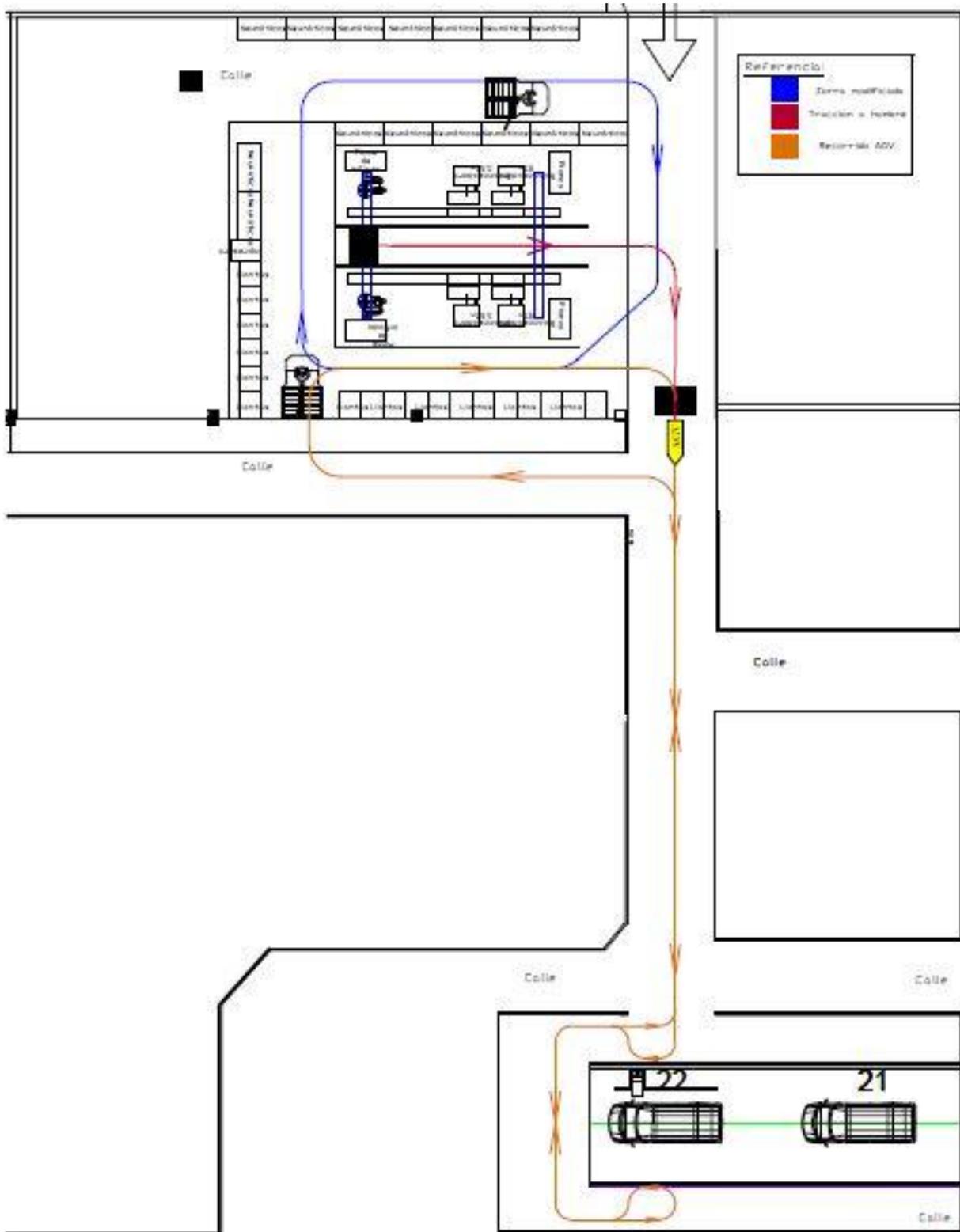


Ilustración 38: Plano Simplificado con Circuito de Desplazamiento de Operarios más AGV

Como se observa en la ilustración 38, se separó en tres etapas el recorrido de las llantas desde su selección hasta la disposición final en la estación correspondiente de la línea de montaje.

Utilizamos el color Azul para describir el circuito por el cual se desplaza la zorra modificada y hace la selección de los neumáticos, llantas y válvulas correspondientes a cada pedido. El color rojo corresponde al trayecto que realiza el carro desde la entrada a la estación de armada y balanceo hasta ser enganchado en el dispositivo de guiado y el color naranja corresponde al trayecto a recorrer por el AGV.

### **Estudio de los ciclos de trabajo y aprovechamiento de RRHH**

Los resultados de este estudio se basan en la información que obtuve de los procesos actuales que comprenden el armado de llantas y neumáticos cuando se requiere por un error de pedido o problemas con el producto, el balanceo realizado en la línea y los tiempos estándares utilizados en la fábrica para caracterizar cierto tipo de movimientos, por lo que estimo que el resultado puede variar en un 10 % como máximo ya que al definirse por conjunto de operaciones el error tiende a disminuir.

#### **Operaciones situación actual**

Describiré el proceso actual de la línea detallando el tiempo desde que se toma el conjunto del rack hasta que es chequeado su balanceo ya que el proceso de transporte hasta la línea y colocación de neumático asumiré que es igual en ambos casos lo que me da margen para el nuevo proceso ya que se evitan errores y pérdida de tiempo cuando la unidad siguiente no requiere del mismo tipo de neumático, a su vez, calcularé la peor de las circunstancias donde se deba re-balancear y colocar neumático de auxilio.

El cálculo se realiza considerando un tacto de línea de 12,7 minutos.

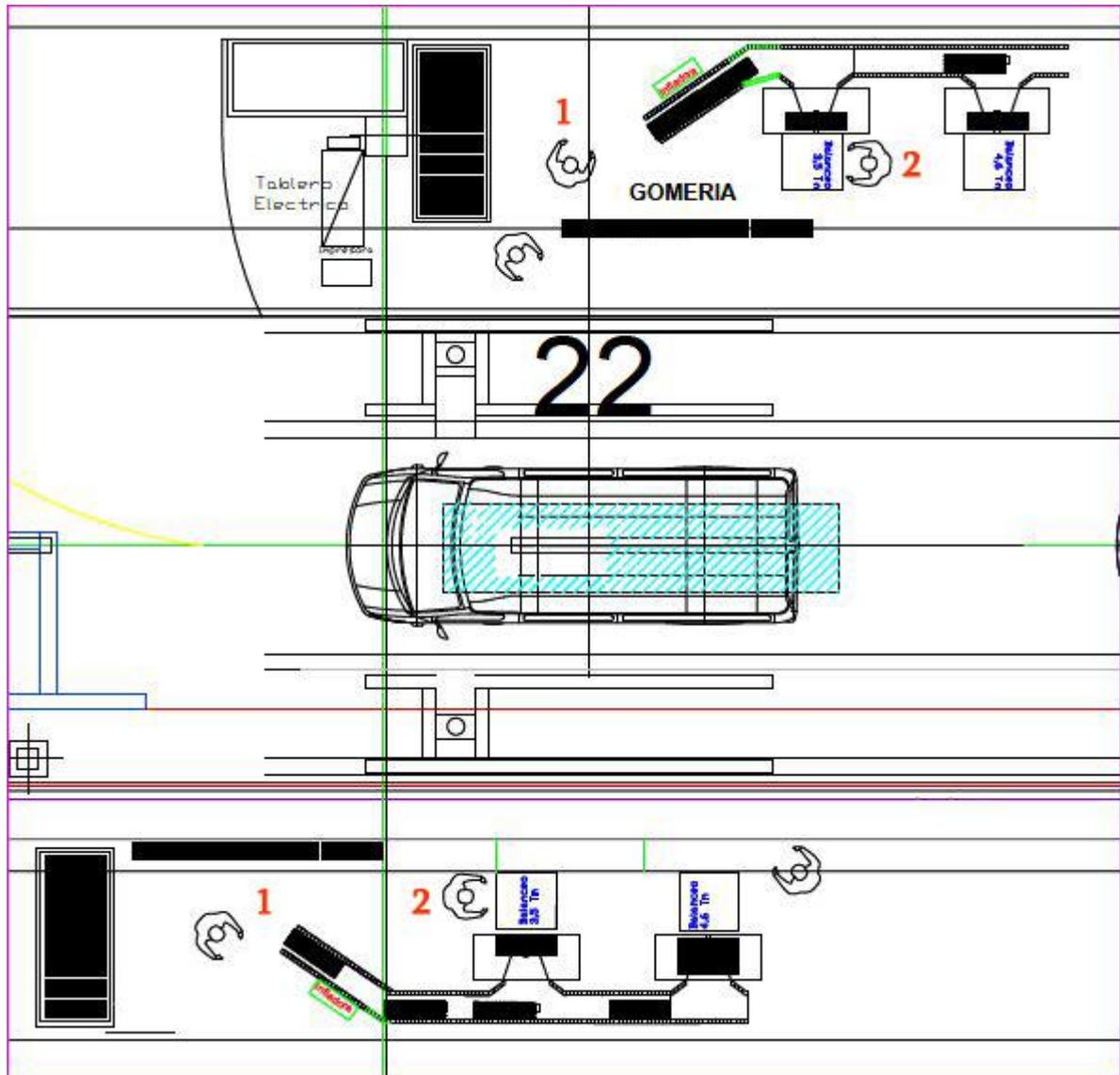


Ilustración 39: Numeración de operarios última estación

### Operario 1

- Desplazarse hasta el rack de neumáticos
- Tomar el conjunto derecho/izquierdo delantero
- Desplazarse hasta la cinta transportadora
- Colocar el conjunto en la cinta transportadora
- Activar la cinta transportadora

## Desarrollo de un dispositivo de montaje que permita el manipuleo de llantas para su ensamblado para aprovisionar la línea de montaje según un esquema Just in Time

---

- Desplazarse hasta el rack de neumáticos
- Tomar el conjunto derecho/izquierdo trasero
- Desplazarse hasta la cinta transportadora
- Colocar el conjunto en la cinta transportadora
- Activar la cinta transportadora
- Desplazarse hasta el rack de neumáticos
- Tomar el conjunto de auxilio
- Desplazarse hasta la cinta transportadora
- Colocar el conjunto en la cinta transportadora
- Activar la cinta transportadora

Estas tareas al operario le llevan un tiempo de 9,8 minutos.

### Operario 2

- Tomar el conjunto
- Posicionar el conjunto
- Checkar Balanceo
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar, colocar sobre la cinta
- Activar la cinta transportadora

Estas tareas al operario le llevan un tiempo de 4,3 minutos.

### Operaciones nueva propuesta

A continuación describiré el proceso completo propuesto y luego analizaré los resultados comparando los procesos similares propuestos con el

método actual, siempre teniendo en cuenta que una tarea no debe superar nunca el tacto de línea.

### Operario 1: Zorra modificada

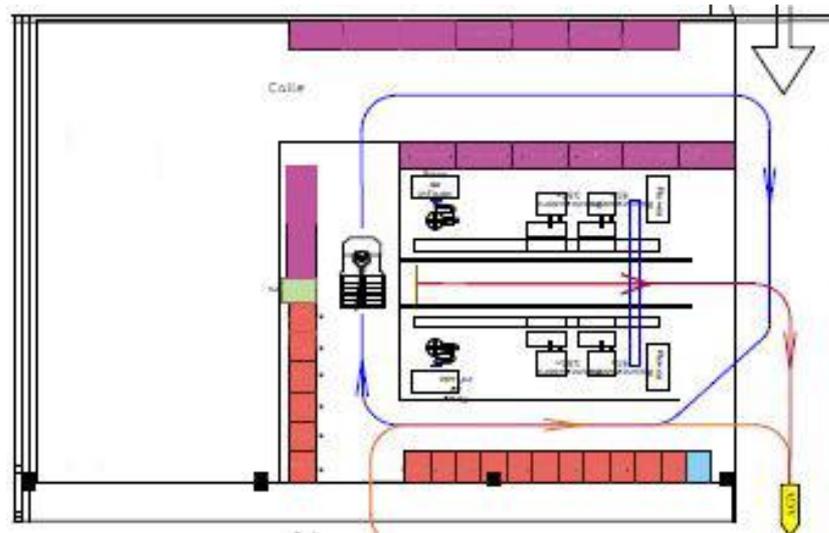


Ilustración 40: Identificación de las diferentes zonas del recorrido

- Tomar listado – Zona verde
- Subirse a la zorra modificada
- Desplazarse hasta el rack de neumáticos – Zona violeta
- Bajarse de la zorra, desenclavar el freno bandera
- Pickear neumático delantero derecho
- Pickear neumático delantero izquierdo
- Pickear neumático trasero derecho
- Pickear neumático trasero izquierdo
- Pickear neumático de auxilio
- Pickear neumático trasero derecho (solo doble eje)
- Pickear neumático trasero izquierdo (solo doble eje)
- Activar el freno de bandera y subirse a la zorra

## Desarrollo de un dispositivo de montaje que permita el manipuleo de llantas para su ensamblado para aprovisionar la línea de montaje según un esquema Just in Time

---

- Desplazarse hasta el rack de válvulas y tomar las necesarias – Zona Celeste
- Desplazarse hasta el rack de llantas necesario – Zona Rosa
- Bajarse de la zorra y desenclavar freno de bandera
- Pickear llanta delantera derecha
- Pickear llanta delantera izquierda
- Pickear llanta trasera derecha
- Pickear llanta trasera izquierda
- Pickear llanta de auxilio
- Pickear llanta trasera derecha (solo doble eje)
- Pickear llanta trasera izquierda (solo doble eje)
- Activar freno de bandera y subirse a la zorra
- Desplazarse hasta la zona de inicio
- Bajar de la zorra
- Liberar el carro
- Desplazarse hacia la zona de carros vacíos – Ilustración 41
- Bajarse de la zorra y enganchar un carro vacío
- Subirse a la zorra y desplazarse hacia la zona cero

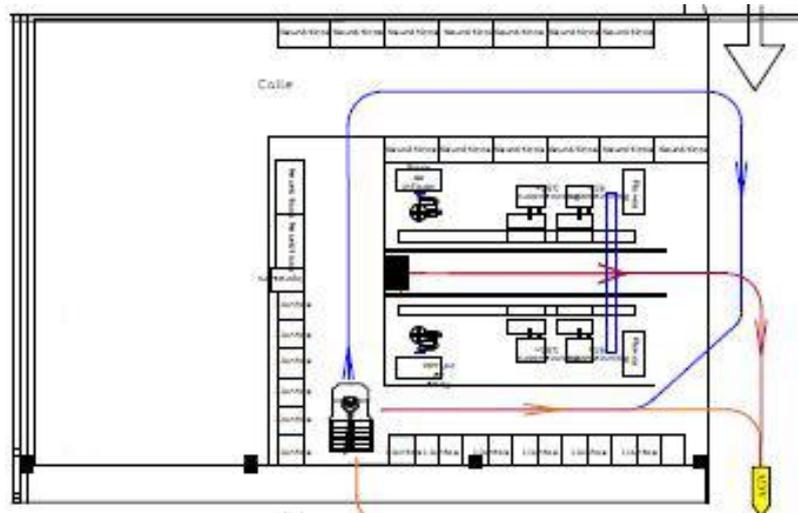


Ilustración 41: Zona de picking de carro vacío

En la ilustración 41 se aprecia la zorra modificada luego de haber enganchado el carro vacío y el carro lleno ubicado en el comienzo de la línea roja para comenzar la siguiente operación.

### Operario 2: Armador de Ruedas

- Tomar con el balanceador ingrávido la llanta delantera derecha y posicionar sobre la armadora
- Ejecutar el aprisionamiento de la llanta en armadora
- Montar válvula de inflado sobre llanta delantera derecha
- Con el balanceador ingrávido tomar neumático delantero derecho y posicionar sobre llanta
- Aplicar lubricante
- Armar rueda
- Tomar conjunto con el balanceador y posicionar sobre carrilera
- Ejecutar ciclo de inflado
- Tomar con el balanceador ingrávido la llanta trasera derecha y posicionar sobre la armadora

## Desarrollo de un dispositivo de montaje que permita el manipuleo de llantas para su ensamblado para aprovisionar la línea de montaje según un esquema Just in Time

---

- Ejecutar el aprisionamiento de la llanta en armadora
- Montar válvula de inflado sobre llanta trasera derecha
- Con el balanceador ingrávigo tomar neumático trasero derecho y posicionar sobre llanta
- Aplicar lubricante
- Armar rueda
- Tomar conjunto con el balanceador y posicionar sobre carrilera
- Ejecutar ciclo de inflado
- Tomar con el balanceador ingrávigo la llanta de auxilio y posicionar sobre la armadora
- Ejecutar el aprisionamiento de la llanta en armadora
- Montar válvula de inflado sobre llanta de axulio
- Con el balanceador ingrávigo tomar neumático de auxilio y posicionar sobre llanta
- Aplicar lubricante
- Armar rueda
- Tomar conjunto con el balanceador y posicionar sobre carrilera
- Ejecutar ciclo de inflado
- Tomar con el balanceador ingrávigo la llanta trasera derecha (solo doble eje) y posicionar sobre la armadora
- Ejecutar el aprisionamiento de la llanta en armadora
- Montar válvula de inflado sobre llanta trasera derecha (solo doble eje)
- Con el balanceador ingrávigo tomar neumático trasero derecho (solo doble eje) y posicionar sobre llanta
- Aplicar lubricante

- Armar rueda
- Tomar conjunto con el balanceador y posicionar sobre carrilera
- Ejecutar ciclo de inflado
- Tomar con el balanceador ingrávulo la llanta trasera izquierda (solo doble eje) y posicionar sobre la armadora
- Ejecutar el aprisionamiento de la llanta en armadora
- Montar válvula de inflado sobre llanta trasera izquierda (solo doble eje)
- Con el balanceador ingrávulo tomar neumático trasero izquierdo (solo doble eje) y posicionar sobre llanta
- Aplicar lubricante
- Armar rueda
- Tomar conjunto con el balanceador y posicionar sobre carrilera
- Ejecutar ciclo de inflado
- Volver a la armadora

Estas tareas al operario le llevan un tiempo de 11,1 minutos.

Al terminar la operación del Operario 2, el carro quedará vacío, por lo que el operario 3 y 4 deberán arrastrarlo hasta el final de la cinta transportadora, separarlo y colocar cada uno la mitad del carro en el final de la cinta para de esta manera posibilitar que el conjunto pueda ser colocado sin mayor esfuerzo una vez finalizada su tarea.

En la figura 42 se puede observar como quedarían colocados los carros.

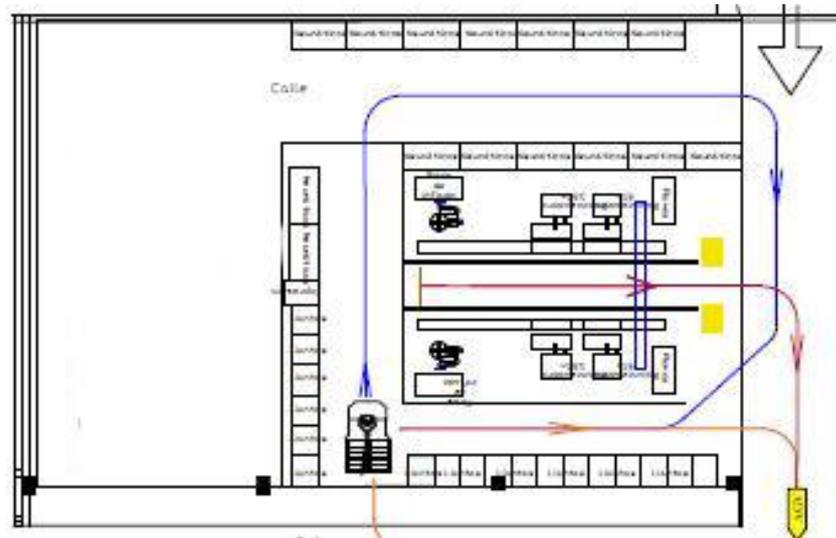


Ilustración 42: Carros al final de la cinta en amarillo

### Operario 3: Balanceador conjuntos derechos.

- Ir hacia el inicio de la cinta y junto con Operario 4 traer el carro
- Desenganchar el carro y colocarlo en el final de la cinta
- Desconectar pico de inflado rueda delantera derecha
- Desplazar rueda a balanceadora y montar
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Desconectar pico de inflado rueda trasera derecha
- Desplazar rueda a balanceadora y montar
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación

- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Desconectar pico de inflado rueda auxilio
- Desplazar rueda a balanceadora y montar
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Desconectar pico de inflado rueda trasera derecha (solo doble eje)
- Desplazar rueda a balanceadora y montar
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Unir el carro junto con Operario 4
- Colocar el carro sobre guía junto con Operario 4
- Dar inicio al AGV

Estas tareas al operario le llevan un tiempo de 9,5 minutos.

Operario 4: Balanceador conjuntos Izquierdos.

- Ir hacia el inicio de la cinta y junto con Operario 3 traer el carro
- Desenganchar el carro y colocarlo en el final de la cinta
- Desconectar pico de inflado rueda delantera izquierda
- Desplazar rueda a balanceadora y montar

- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Desconectar pico de inflado rueda trasera izquierda
- Desplazar rueda a balanceadora y montar
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Desconectar pico de inflado rueda trasera izquierda (solo doble eje)
- Desplazar rueda a balanceadora y montar
- Balancear
- Colocar plomos según requerimiento
- Re-balancear para checkar operación
- Desmontar y deslizar hasta final de la cinta introduciendo el conjunto en el carro
- Abastecer plomos a balanceadora Operario 3
- Abastecer plomos a balanceadora Operario 4
- Abastecer lubricación a armadora 1
- Abastecer lubricación a armadora 2
- Unir el carro junto con Operario 3
- Colocar el carro sobre guía junto con Operario 3
- Dar inicio al AGV

Estas tareas al operario le llevan un tiempo de 9,5 minutos.

En este punto comienza la parte de abastecimiento a la línea, donde el AGV tiene ciertas paradas que explicaré a continuación. En cuanto a la colocación del neumático en el vehículo es igual en ambos casos por lo que como se aclaró anteriormente no se tendrán en cuenta los pequeños cambios en los procedimientos.

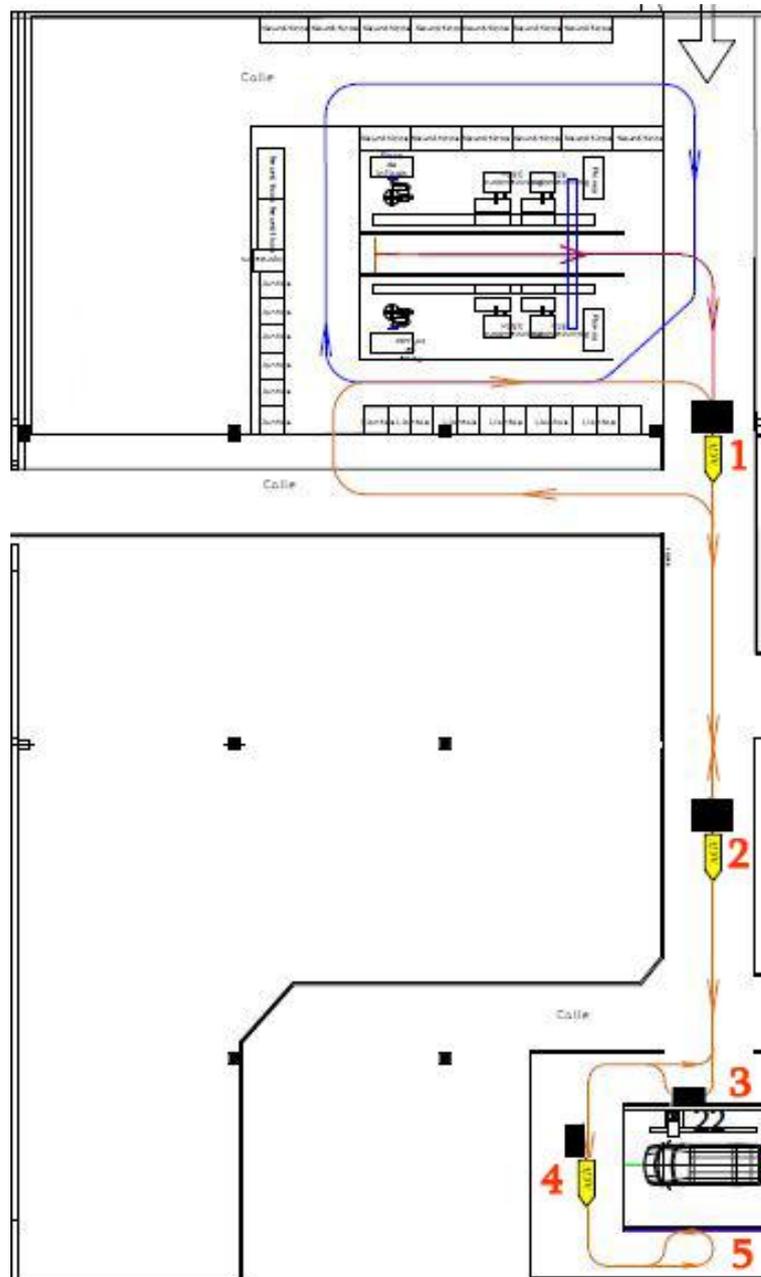


Ilustración 43: Etapas del recorrido AGV

En la ilustración 43 se observan 5 etapas que destacué en el recorrido y a continuación explicaré.

El punto 1, es el inicio del recorrido, el lugar donde los Operarios 3 y 4 dan inicio al recorrido, el punto 2 es parte del trayecto del AGV, todavía no ha tenido que optar por ningún camino. Llegando al punto 3, el AGV se encuentra

con una bifurcación y opta por seguir el camino hacia su izquierda, luego pasa por una rampa y se activa un sistema de leva que le permite “soltar” un carro y continuar su camino sin detenerse. (Ver ilustración 44).

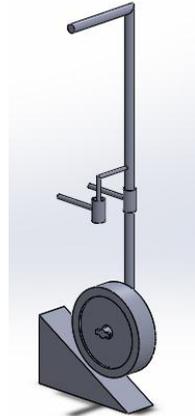


Ilustración 44: Sistema de leva

En el punto 4 observamos el AGV con la mitad del carro, llegando al punto 5 aparece una bifurcación donde siempre se selecciona el camino izquierdo y al encontrarse con un trozo de cinta con polo positivo adherido al suelo y contiguamente un trozo de cinta con el polo negativo adherido al suelo (como se explicó anteriormente), el carro se detiene. En este punto, el operario desengancha el carro lleno y engancha el carro vacío, luego presiona el botón dando inicio a la “vuelta” del AGV.

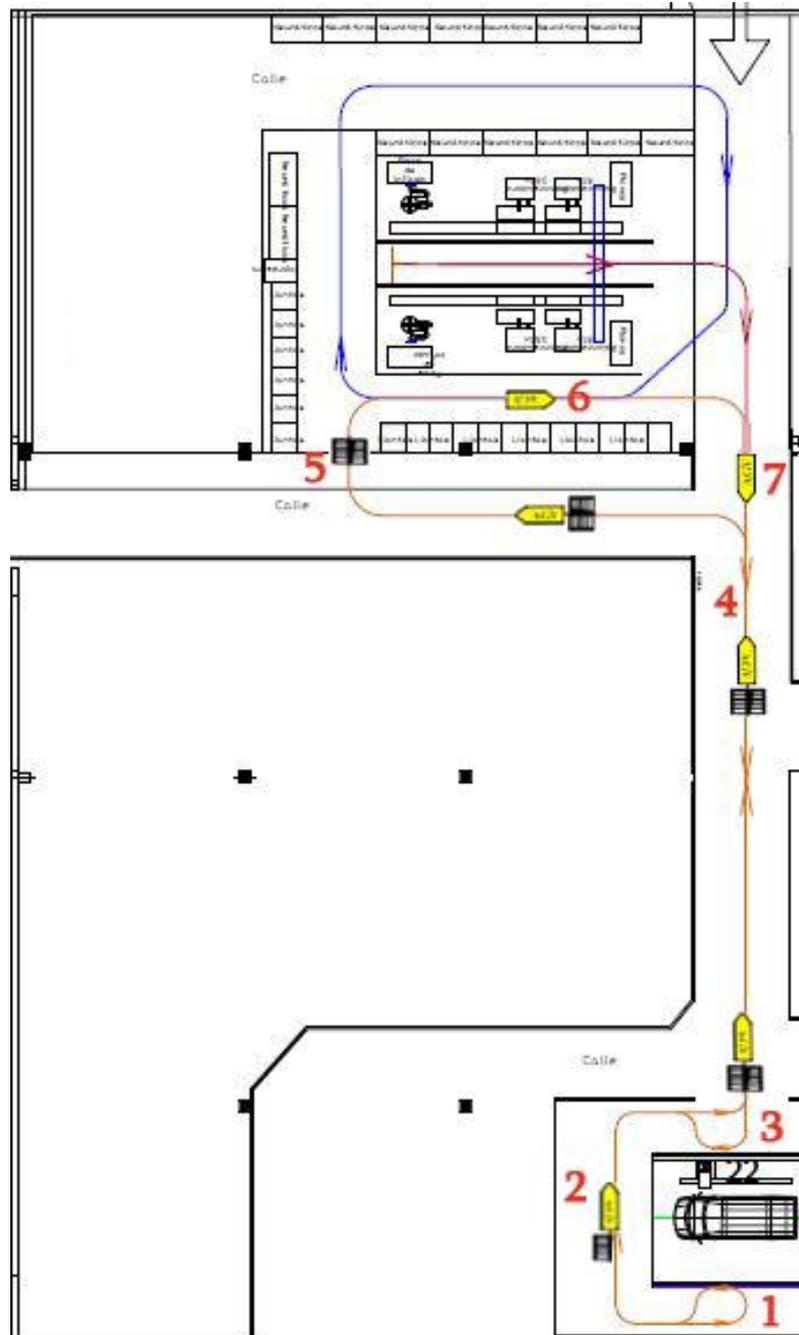


Ilustración 45: Recorrido para vuelta del AGV

Para explicar el camino de regreso del AGV con los carros vacíos vamos a observar la ilustración 45, en el punto 1 el Operario que coloca los neumáticos luego de sacar el carro con los conjuntos, engancha el carro vacío y presiona el botón para que el AGV emprenda el camino de vuelta.

En el punto 2 el dispositivo vuelve con un carro vacío y llega a la bifurcación del punto tres donde se detiene y el Operario que coloca las ruedas derechas engancha el carro vacío y presiona el botón para que el dispositivo siga su camino y al pasar por el punto 5 con el sistema de levas indicado en la ilustración 44 desenganche ambos carros para luego de pasar por el punto 6, se detenga en el punto 7 esperando comenzar el recorrido nuevamente.

## Conclusión

Luego de analizar la situación inicial y el planteamiento del problema, se decidió encontrar la solución menos costosa, de mayor velocidad de implementación y que requiera la menor cantidad de modificaciones a realizarse en la planta.

Por los motivos anteriormente expuestos, en primer lugar se estudió la situación actual, se barajaron distintos caminos y se seleccionó el que a mi criterio se acercaba más a las premisas de las que partí.

Al concluir el trabajo nos encontramos con un vehículo sencillo, robusto y capaz de ser construido desde la base de una zorra manual ya utilizada en la fábrica, a su vez, los carros adosados a ésta están basados en los cajones con los cuales los operarios trabajaban.

Por último, la reestructuración de un almacén comprendido en las dimensiones de 450 m<sup>2</sup> que permitió recomodar los sistemas de cintas ya implementados en la planta y así ahorrar espacio, tiempo y por ende dinero.

## **Bibliografía**

Gardey, J. P. (2016). *http://definicion.de/valor-agregado/*. Obtenido de <http://definicion.de/valor-agregado/>

*Historia y Biografías*. (29 de 10 de 2016). Obtenido de [http://historiaybiografias.com/curiosidades\\_28/](http://historiaybiografias.com/curiosidades_28/)

*Mecánica Popular*. (29 de 10 de 2016). Obtenido de <http://www.mimecanicapopular.com/verautos.php?n=124>

Valero, E. F. (2004). *Aportaciones al estudio de las maquinas electricas del flujo axial mediante la aplicación del método de los elementos finitos*. Lima: Departamento de Ingeniería Eléctrica, UPC.



Desarrollo de un dispositivo de montaje que permita el manipuleo de llantas para su ensablado para aprovisionar la línea de montaje según un esquema Just in Time

---

## ANEXOS



**Desarrollo de un dispositivo de montaje que permita el manipuleo de llantas para su ensablado para aprovisionar la línea de montaje según un esquema Just in Time**

---

## **Planos prototipo de vehículo**