

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

Volumen 8 · Número 1 · Junio 2026 · Publicación semestral



Prototipo 3D automatizado para la distribución eficiente de insumos desde bodega hacia líneas de producción

Automated 3D-printed prototype for efficient supply distribution from warehouse to production lines

Prototipo 3D automatizado para la distribución eficiente de insumos desde bodega hacia líneas de producción

Bryan Sacán Morales, Daniel Suquillo Diaz, Diego Bustos Cervantes²[0009-0005-0967-6431], Elva Gioconda Lara Guijarro⁴[0000-0003-3025-4792]

¹Investigador independiente, Quito, Ecuador
E-mail: bryan.c.t.1996@hotmail.com

²Investigador independiente, Quito, Ecuador
E-mail: danielsuquillo1997@gmail.com

³Investigador independiente, Quito, Ecuador
E-mail: dbustos@gmail.com

⁴Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: elvalara@istct.edu.ec

Recibido: 12/05/2026

Aceptado: 15/06/2026

Publicado: 30/06/2026

RESUMEN

El diseño del prototipo automatizado de distribución de insumos se lo lleva a cabo con un Software CAD, con ayuda de la impresión 3D se fabrica sus componentes. La parte electrónica cuenta con un sensor TCR5000 colocado en la parte inferior se encarga de sensar la línea negra que se encuentra por debajo, esta a su vez sirve como guía para definir el recorrido y el desplazamiento que realiza, el sensor óptico colocado en la parte frontal detecta los obstáculos que se atraviesan en su camino, después de ser retirado prosigue con su recorrido a través de las cuatro etapas definidas en la línea de producción. Con estos elementos se integra el distribuidor a una línea de producción, se realiza una comparación entre una distribución manual y una automatizada considerando funcionamiento, desempeño y tiempos de distribución. Este distribuidor tiene un sistema automatizado que reduce los esfuerzos físicos que conlleva un manual, mejora el control de almacenamiento de materiales en stock de bodega y a su vez se asegura una mayor calidad del proceso, disminuyendo los errores humanos. Se puede concluir que la automatización mediante prototipos 3D optimiza el flujo interno de insumos, eliminando tiempos muertos y garantizando una distribución eficiente y precisa.

Palabras clave: Prototipo; sensores; sistema automatizado; tiempos de distribución; impresión 3D

ABSTRACT

The automated prototype design for the distribution of supplies is carried out with CAD Software, with the help of 3D printing, the printer used is an extrusion with ABS filament, the electronic parts has the TCR500 sensor placed at the bottom is responsible for sensing the black line that is below, this in turn serves as a guide to define the route and the displacement that it performs, the optical sensor placed on the front detects the obstacles that they cross his path, after being removed it continues with its journey through the four stages defined in the production line. With these elements, the distributor has been integrated into a production line a comparison between a manual and an automated distribution is made, considering operation, performance and distribution times. This distributor has an automated system that reduces the physical efforts involved in a manufactured; in addition to improving the storage control of materials in warehouse stock and at a time ensures a higher quality of the process, reducing human errors. It can be concluded that automation through 3D prototypes optimizes the internal flow of supplies, eliminating downtime and guaranteeing an efficient and precise distribution.

Index terms: prototype; sensors; automated system; distribution times; 3D printing.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. PROTOTIPADO RÁPIDO

Se realiza réplicas de diseños en tres dimensiones, como moldeo por inyección, extrusión o por soplado de esta manera se evita fabricar los costosos moldes para realizar un prototipo que podría cambiar su forma. Inicialmente se usa para la fabricación de modelos a partir de un diseño hecho por un software CAD, surgen con la idea de convertir archivos de 2D en ejemplares reales o 3D (Ortíz García, 2026). Son útiles para el estudio de formas, además de que se puede realizar pruebas funcionales, las áreas que aplican estas técnicas son: aeronáutica, marketing, restauraciones, medicina, arqueología, paleontología y arquitectura. El uso de este tipo de prototipado es industrial y se emplea como paso previo a realizar una producción en serie.

Para la fabricación de los componentes del distribuidor se empleó la tecnología de impresión 3D, con el propósito de obtener un prototipo funcional que se ajuste a las especificaciones técnicas y tolerancias geométricas del diseño.

1.1.1. Tipos de impresoras 3D

Dentro de la impresión 3D encontramos diferentes tipos de prototipado rápido como se indica en la figura 1.

Figura 1.

Tipos de impresoras 3D tomado de la página empresarial (Firstmold, 2025)



Extrusión de materiales (FDM): consiste en depositar polímero fundido sobre una base plana, capa a capa. El plástico está almacenado en una bobina de filamento como un hilo enrollado.

Estéreo litografía (SLA): donde una resina fotosensible es curada con haces de luz ultravioleta produciendo su solidificación.

Sinterización láser (SLS): consiste en fundir por fuera microgramos de polvo, lo suficiente para que se peguen entre ellos.

Tinta de gota variable (DOD): utiliza un par de chorros de tinta, uno deposita los materiales de construcción este es un material parecido a la cera y el segundo se usa para material de soporte soluble.

Inyección de aglutinante (BJ): un agente líquido se esparce selectivamente sobre el polvo uniéndose a regiones del mismo, estas gotas pueden tener un diámetro en torno a las 80 micras.

Fusión selectiva por láser (SLM): el sinterizado aplica suficiente calor como para unir las piezas del polvo de aleación a nivel molecular, pero no las llega a fundir.

Fabricación mediante laminado de objetos (LOM): láminas de papel recubiertas de adhesivo, plástico o metal se funden mediante altas temperaturas y presiones, seguidamente se cortan con una cuchilla controlada por un ordenador, después se lleva a cabo el proceso de mecanizado (Área tecnología, 2025).

1.1.2. PROTOTIPADO POR IMPRESIÓN 3D

Esta tecnología tiene aplicaciones muy innovadoras y creativas en campos tan diversos como: la exploración espacial para que los astronautas fabriquen las piezas que necesiten para realizar un mantenimiento, la educación por ejemplo en biología los institutos o facultades de medicina imprimen réplicas de partes del cuerpo humano que ayudan en su estudio, creando prótesis mediante aditivos metálicos como el titanio en polvo en lugar de polímeros, en el arte creando réplicas de esculturas para su análisis. Incluso en ropa y calzado que a partir de sus diseños se materializa con la ayuda de un dispositivo para imprimir hilo y lana (Domínguez et al., 2013).

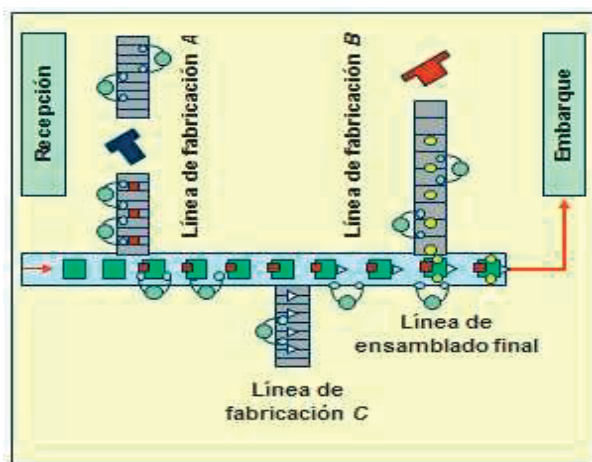
Se fabrican los laterales, frontales y tapa superior, con una impresora EPSILON W27 de extrusión que usa filamento ABS.

1.2. LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La figura 2 presenta el flujo de los materiales que va desde el proveedor hasta los clientes, esto implica el movimiento de los insumos que son distribuidos hasta el almacén o bodega, para luego repartirlos al interior de la empresa y finalmente los productos terminados van hacia el cliente (Arenas Rodríguez, 2025).

Figura 2.

Distribución de insumos



La productividad de las operaciones de transporte interno es raramente alcanzada en forma efectiva por los controles internos. Debido a esto la organización de transporte interno representa no solo una de las áreas más promisorias en la reducción de costos, sino que posee un elevado potencial para la mejora del flujo general de los productos dentro de la fábrica, evitando acumulaciones y congestión de materiales, falta de abastecimiento y demás condiciones que contribuyen a dificultar no solamente la programación sino la misma producción. El rendimiento industrial de máquinas e instalaciones aumenta generalmente en razón directa con el aumento de la eficiencia de las operaciones de transporte interno, porque así se reducen las horas pasivas y un flujo continuo de materiales significa una mejora global del ritmo de trabajo (Suquillo & Sacan, 2020).

1.2.1. TIPOS DE TRANSPORTE DE LOS INSUMOS

Transporte en secuencia de circulación: desde la descarga de la materia prima y componentes en el almacén de entrada hasta el embalaje y expedición, pasando por todas las fases del proceso de manufactura.

Transporte secundario: el material para el abastecimiento de la producción se distribuye por transportadores continuos de circuito cerrado, hasta los puntos de consumo. Si el operador no retira la pieza, ella volverá a su misma área de trabajo después de completar el ciclo, este sistema economiza espacio y el stock de los insumos.

Transportes operacionales: estos se relacionan al traslado de material, conjugando los componentes con los movimientos manuales del operador como: ajustar, soldar, perforar.

Los principios de planeamiento, planeación y costos sirven tanto de referencia básica para reexaminar la práctica adoptada en el transporte interno de una fábrica, así como guía para la aplicación de un nuevo sistema (Vivas Moreno & Roa Rodríguez, 2024).

1.3. DISTRIBUIDORES AUTOMATIZADOS APLICABLES A LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFACTURA

Vehículos de horquillas

Se utilizan por su alta funcionalidad y aplicación en diferentes sistemas que requieran carga, descarga y transporte de materiales, tienen diferentes diseños y funciones, teniendo como elemento principal las horquillas. Estas pueden ser horquillas fijas, múltiples o de apertura automática y están diseñadas de manera distinta para soportar diferentes cantidades de peso hasta dos toneladas y alcanzar alturas hasta 9 m (Fuente-Ballesteros et al., 2024).

Se emplean principalmente para el transporte de pallets, su plataforma cuenta con transportadores como cadenas, rodillos o cintas. Es un vehículo que se integra muy bien a los sistemas de transporte de materiales como bandas transportadoras. En la tabla 1 se presenta las características de este vehículo automatizado.

Tabla 1.

Características de los vehículos para cargas livianas

DISTRIBUIDORES PARA CARGAS LIVIANAS	
Dimensiones	1060 × 600 mm
Capacidad de carga	500Kg.
Velocidad	0,67 m/s

Nota. Tomada de SYSTEMS empresa productora de AGV's

Vehículos para cargas pesadas

Se utilizan para el transporte de carga pesada con capacidad mayor a 15 toneladas, su estructura puede ser superior a los 8 x 2 m y solo transporta cargas a ras de suelo. La carga y descarga de material se realiza con otro sistema debido a los grandes pesos y a comparación de los vehículos más pequeños este solo puede alcanzar velocidades de 0.45 m/s (Storr, 2013; Vidal Julio, 2026).

Tabla 2.

Características de los vehículos para cargas pesadas

DISTRIBUIDORES PARA CARGAS PESADAS	
Dimensiones	8200 x 2300 mm
Capacidad de carga	15000 Kg
Velocidad	0,45 m/s

Nota. Tomada de SYSTEMS empresa productora de AGV`s

Los distribuidores automatizados mostrados anteriormente son los más utilizados en la industria, dependiendo de las necesidades de la empresa. Los aspectos importantes para implementar y determinar cuál es la mejor elección dependen de algunas variables como: las tareas que debe realizar el distribuidor, zonas de carga y descarga de materiales, las estaciones del sistema. Los más usados son de sistema óptico por reconocimiento debido a que estos sistemas utilizan marcas en el entorno que sirven de guía a los vehículos para desplazarse por la ruta trazada.

En base a estos elementos analizados, se propone la fabricación de un prototipo distribuidor de componentes automatizado, permitiendo fusionar la impresión 3D con el diseño de estos vehículos, empleando el transporte secundario para mover los insumos de bodega hacia la línea de producción, mismos que contienen cargas menores o iguales a 0,5 kg y se desplaza a una velocidad de 0,2 m/s.

2. MATERIALES Y MÉTODOS / DESARROLLO

En la tabla 3 se resumen los materiales que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto.

Tabla 3.

Materiales para la construcción del distribuidor

Ítem	Cantidad	Materiales Requeridos
1	1	Arduino Uno R3 ATMEGA
2	1	Driver L298N
3	2	Sensores TCRT5000
4	1	Sensor infrarrojo
5	1	Protoboard
6	4	Motores reductores de 6 a 9 Voltios DC
7	1	Rollo ABS
8	1	Impresora 3D BCN. EPSILON W27

El Arduino es una plataforma de hardware libre que dispone de una placa, compuesta por un

microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, además permite desarrollar elementos autónomos, conectándose a dispositivos e interactuando tanto con el hardware como con el software que controlan estos elementos.

Para la selección se considera el transporte de los insumos hacia la línea de producción, la velocidad se reduce de manera segura dependiendo del peso que se encuentre cargando el distribuidor, esto permite una regulación perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida, lo cual facilita una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor. El torque máximo de estos motores es de 1kg/cm.

El sensor óptico TCRT5000 consta de un emisor de luz infrarroja y un fototransistor, este elemento detecta la luz que es reflejada cuando un objeto pasa enfrente de él, es ideal para robots seguidores de línea y detección de presencia. Este sensor ayuda a que el distribuidor de materiales se desplace por la trayectoria trazada y se encuentra ubicado debajo del chasis.

La impresora que se usa para fabricar los componentes del distribuidor es una Epsilon W27 que utiliza material de filamento ABS, está equipada con un sistema de doble extrusión que permite realizar piezas funcionales, resistentes con calidad y precisión.

Tabla 4.

Propiedades de la impresora 3D BCN Epsilon W27

PROPIEDADES DEL EQUIPO DE IMPRESIÓN	
Tecnología de la impresión 3D	Fabricación de elementos fundidos
Tipo de extrusora	Doble independiente
Volumen de impresión	420 mm x 300 mm x 200 mm
Número de extrusoras	2
Dimensiones totales	690 mm x 530 mm x 750 mm
Peso	33 kg
Temperatura de funcionamiento	15 a 30 grados
Consumo máximo de energía	840 W
Temperatura máxima de extrusión	300 grados

Nota. Tomada de ROBHERMAQ SCC empresa importadora de impresoras 3D.

El filamento ABS en la industria de la inyección de plástico es principalmente consumido, debido a que el material tiene buena rigidez, alta resistencia al impacto y ligereza, al tiempo que es muy asequible. Ha sido también un material popular durante los últimos años en el mercado de la impresión por deposición fundida, es uno de los primeros filamentos utilizados en la industria junto con el PLA, ambos materiales son más fáciles de imprimir que otros termoplásticos técnicos y de bajo costo, este material se encuentra enrollado en forma de bobina (Malet, 2018).

2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método a emplear para la fabricación del prototipo distribuidor es una investigación experimental debido a que se toman variables para la entrega de los insumos de bodega hacia la línea de producción como: tipo de materiales a transportar, dimensiones del prototipo, peso y volumen, material del cual está fabricado, tiempos empleados para la distribución de los insumos, así como una comparación entre una entrega manual y una automatizada.

2.2. TIPOS DE MATERIALES A TRANSPORTAR

El prototipo es utilizado para cargas pequeñas menores o iguales a 0.5 kg, este vehículo transportador resulta práctico para el suministro de piezas a las líneas de montaje, circula y se desplaza a lo largo de una línea negra que esta al ras del piso para que los sensores puedan leer de mejor manera la ruta establecida que va a recorrer y también pueda detenerse al encontrarse con un obstáculo que este obstruyendo el paso, se puede instalar de forma rápida y sencilla, además se adapta a los cambios de recorrido o layout de forma flexible.

Para la distribución de los materiales de bodega hacia las áreas que componen la línea de producción, son cuatro etapas de las que está compuesta:

Primera etapa: descargue de la materia prima

En la figura 3 se presenta como los elementos son trasladados a una bodega para proceder a ordenarlos de acuerdo al código y tipo de material para abastecer al stock de la empresa.

Figura 3.

Recepción de materiales



Segunda etapa: transporte de la materia prima a la línea de producción

Se procede a enviar la materia prima requerida al inicio de la línea de producción mediante un distribuidor como se observa en la figura 4, el cual facilita el transporte de los elementos a cada una de las áreas.

Figura 4.

Distribución de materiales.



En esta etapa se define el recorrido que va a realizar el distribuidor para que llegue hacia cada área con los respectivos materiales, que son transformados en algunos procesos de manufactura.

Tercera etapa: manufactura de la materia prima

La materia prima es transformada mediante una serie de procesos de manufactura a su forma final, siguiendo una norma establecida la cual garantiza la calidad del producto terminado.

Cuarta etapa: empaquetado del producto

La figura 5 muestra el empaquetado y transporte del producto terminado hacia la bodega para su almacenamiento y pronta distribución.

Figura 5.

Distribución de materiales



2.3. DIMENSIONES DEL PROTOTIPO

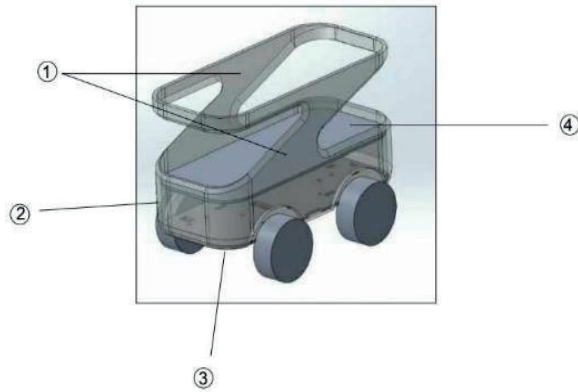
En la tabla 5 se identifican las medidas correspondientes a los componentes del distribuidor, escalando a cuatro veces menos que las del vehículo automatizado.

Tabla 5. Dimensiones del prototipo

Dimensiones de los componentes del distribuidor automatizado	
1. Lateral	265 x 150 x 4 mm
2. Frontal	125 x 150 x 4 mm
3. Chasis	252 x 110 x 2 mm
4. Tapa superior	252 x 110 x 2 mm

Figura 6.

Modelado 3D del prototipo



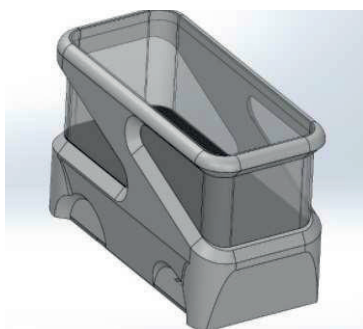
2.4. FABRICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

2.4.1. Diseño mecánico

El prototipo está diseñado en AutoDesk Inventor, compuesto de 6 piezas que conforman el mismo como se presenta en la figura 16, posteriormente son fabricadas en una impresora 3D. Para el diseño se considera la ubicación de los componentes electrónicos, debido a que estos son ensamblados en la base y cubiertos por la tapa que se encuentra a una altura de 50 mm, además se tiene en consideración el diámetro de las llantas para que no exista rozamiento con el chasis o los laterales y pueda circular libremente. En la figura 17 se observa el modelo terminado para proceder a su impresión.

Figura 7.

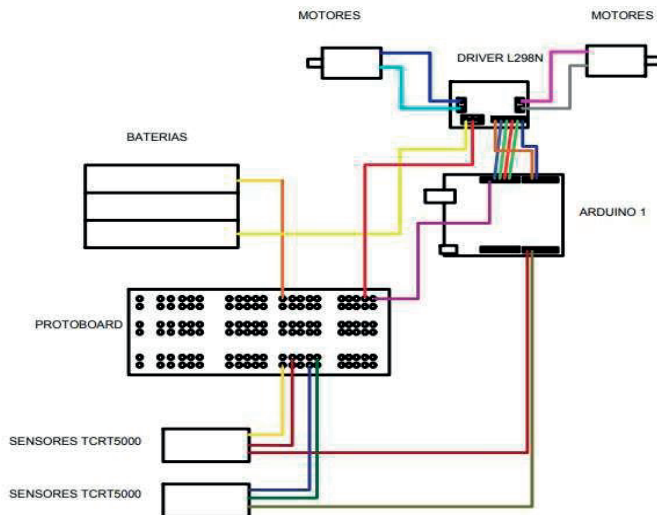
Conjunto mecánico



2.4.2. Diseño electrónico

Figura 8.

Esquema electrónico Fuente: Propia



La parte electrónica está diseñada en un software libre que pertenece a la plataforma de Arduino, en el mismo se selecciona los elementos necesarios para la construcción del circuito que se implementan en el prototipo distribuidor como se identifica en la figura 18. Esta plataforma permite simular el circuito antes de ser armado y corregir las fallas que puedan ocasionar daños a los elementos. Los sensores se encuentran situados en la parte baja, están conectados a los pines 8, 9 y 10 del Arduino que abastecen de 5v a cada uno de ellos. El driver L298N se encarga de controlar la velocidad de los 4 motores que a su vez están conectados a los pines 2, 3, 4, 5, 6 y 7 del Arduino, para recibir la energía necesaria. El funcionamiento de todos los elementos se realiza con la suministración de energía de un par de baterías recargables, la porta baterías se encuentra unido a un pulsador que permite encender y apagar el prototipo.

Para el principio de funcionamiento se pinta una línea en el piso que contraste con el color del mismo, por donde va a circular el distribuidor, aunque parece simple la idea en el momento de aplicarla hay que considerar varios aspectos, el contraste del piso con la línea negra debe asegurar que el sensor se active y se desactive sobre el piso, lo cual no siempre es posible por la variación en el tono que tenga el piso de la instalación.

2.5. MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSUMOS

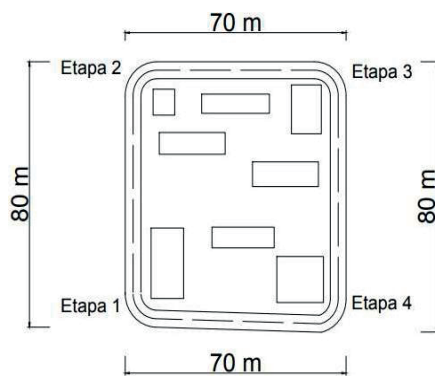
El transporte automatizado mejoró en un 24,02% ante el transporte manual de los insumos existentes en la bodega hacia la línea de producción, el prototipo es ajustado para que cumpla con el mismo recorrido manual, tomando el tiempo que se demora en desplazarse entre cada área de trabajo y considerando las distancias reales que tienen entre las mismas.

3. RESULTADOS

Se realizaron pruebas de distribución manual y automática, en la figura 19 se muestran las distancias de 80 m entre las etapas de 1 a 2 y de 3 a 4, además de la distancia de 70 m que existe de 1 a 4 y de 2 a 3, se cronometra el tiempo que se demora en desplazarse a pie con una carretilla que carga un peso de 100 kg como se indica en la figura 20, la velocidad en esta distribución es variable debido a que la resistencia física del trabajador va disminuyendo conforme pasa el tiempo.

Figura 9.

Layout de la línea de producción



Los resultados del recorrido manual son registrados en la tabla 6, para calcular la velocidad se utiliza la fórmula que indica en (1).

$$v = \frac{d}{t} \quad (1)$$

Donde:

v = velocidad. [m/s]

d = distancia. [m]

t = tiempo. [s]

Tabla 6. Distribución manual

TABLA DE RESULTADOS		
ETAPAS	DISTANCIA (m)	Distribución manual Tiempo (seg)
1 a 2	80	135
2 a 3	70	120
3 a 4	80	175
4 a 1	70	157
TIEMPO TOTAL		587

- Etapa 1 a 2; $V = 0,58$ m/s
- Etapa 2 a 3; $V = 0,59$ m/s
- Etapa 3 a 4; $V = 0,45$ m/s
- Etapa 4 a 1; $V = 0,44$ m/s

Para los tiempos de distribución automatizada se proyecta con un distribuidor de similares características al de esta investigación en escala real, se toma como referencia el modelo de la figura 5 de la empresa SYSTEMS productora de AGV's, este distribuidor alcanza una velocidad constante de 0,67 m/s. Se despeja el tiempo empleando la fórmula que se muestra en (1) y se registran estos datos en la tabla 7.

Tabla 6.

Distribución automática

TABLA DE RESULTADOS		
ETAPAS	DISTANCIA (m)	Distribución automática
		Tiempo (seg)
1 a 2	80	119
2 a 3	70	104
3 a 4	80	119
4 a 1	70	104
TIEMPO TOTAL		446

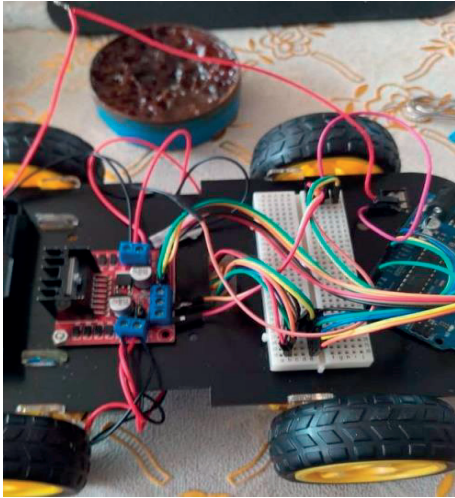
- Etapa 1 a 2; $t = 119$ s
- Etapa 2 a 3; $t = 104$ s
- Etapa 3 a 4; $t = 119$ s
- Etapa 4 a 1; $t = 104$ s

Se puede evidenciar la ventaja que tiene una distribución automatizada frente a una manual con una eficiencia mayor de 24.02% debido a que este cuenta con un sistema de guiado automatizado, que no requieren la intervención de una persona para su conducción y que están diseñados específicamente para mover cargas por rutas predefinidas, cuenta con un volumen reducido y se desenvuelve con seguridad a través de pasillos mucho más estrechos.

La duración del vehículo transportador es de 8 horas continuas y el tiempo de carga son 4 horas, mejorando los tiempos de producción debido a que en el trabajo diario de 8 horas seguirá funcionando sin ningún problema, se lo recarga al momento de terminar la jornada laboral y se encuentre listo para el siguiente día de trabajo. Se mantiene el orden en la bodega gracias a la entrega pronta e inmediata de los materiales existentes dentro de la misma, hacia las distintas áreas.

Figura 10.

Conexión de todos los elementos electrónicos sobre el chasis del distribuidor.



Prototipo de prueba diseñado en madera para verificar que los elementos electrónicos y motores funcionen correctamente.

Figura 11.

Prototipo de prueba.



4. DISCUSIÓN

Los vehículos automatizados son una nueva tecnología para la industria 4.0, debido a que reducen al máximo la posibilidad de sufrir errores que suelen acarrear un alto coste económico. Al momento de diseñar el prototipo distribuidor se considera características claves que debe cumplir de acuerdo al entorno donde se desempeña, el material a transportar de forma automatizada y sin dependencia humana. Estos distribuidores automatizados son una solución que ofrecen una forma de llevar materia prima de un sitio a otro, debido a que los sistemas de manufactura son organizados en estaciones de trabajo logrando adición a la flexibilidad y

adaptabilidad que manejan gracias a la poca infraestructura que necesitan, este método de distribución es empleado en empresas de países industrializados.

5. CONCLUSIONES

- Con la operación del distribuidor se redujo el tiempo de entrega en un 24,02% y aumento el nivel de orden de los materiales a distribuir en cada uno de los puestos y se evitó la pérdida o fuga de materiales en la línea de producción.
- A través de la tecnología de fabricación digital e impresión 3D se construyen elementos de rápido acceso, mejorando de esta manera la producción individual de partes y piezas para proyectos de desarrollo industrial.
- Crear una matriz que a futuro permita replicar este proyecto a gran escala reduciendo los tiempos de fabricación y diseño de los componentes del prototipo automatizado.
- Estos distribuidores son la solución para el transporte de materia prima, mercancía, objetos, entre otros, en una línea de producción como respuesta a la necesidad de mejorar tiempos, flujos de producción evitando paros innecesarios y mejorando el orden en las bodegas.
- Se recomienda adaptar el diseño geométrico a diferentes prototipos para que puedan transportar materiales no solo sólidos, sino también sustancias líquidas, granuladas o en polvo a fin de aumentar la productividad en la empresa.
- Implementar la señalética y sistemas de advertencia para la seguridad industrial, en los espacios designados de cada línea específica de transportador para evitar accidentes ocasionados por la falta de estos.
- Utilizar el sistema de distribución planteado para escalar las dimensiones y potencias hacia una línea industrial que permita el aprovechamiento y distribución de los recursos a fin de aumentar la productividad de la empresa.
- Optimizar el diseño 3D mediante geometrías que permitan la funcionalidad física, ahorrando recursos y tiempos de fabricación mediante la impresión 3D para generar mayor eficiencia en la construcción del prototipo.

6. REFERENCIAS

- Area tecnología. (2025). *Página No Encontrada* www.areatecnologia.com [Empresarial].
Empresarial. <https://www.areatecnologia.com/no-encontrada.html>
- Arenas Rodríguez, Y. (2025). *Diseño de una propuesta de mejora mediante la estandarización de tiempo y movimientos en los procesos de almacenamiento, alistamiento y despacho de la línea de equipos de Insumma BG*. <http://hdl.handle.net/10823/7962>
- Domínguez, I. A., Romero, L., Espinosa, M. M., & Domínguez, M. (2013). Impresión 3D de

- maquetas y prototipos en arquitectura y construcción. *Revista de la construcción*, 12(2), 39-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200004>
- Firstmold. (2025). *Tipos de impresión 3D y tipos de impresoras 3D* [Empresarial]. Empresarial. <https://firstmold.com/es/tips/types-of-3d-printing-and-3d-printer-types/>
- Fuente-Ballesteros, A., Bernal, J., Ares, A. M., & Valverde, S. (2024). Development and validation of a green analytical method for simultaneously determining plasticizers residues in honeys from different botanical origins. *Food Chemistry*, 455, 139888. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139888>
- Malet, R. (2018). *Nueva generación de materiales plásticos basados en ABS de altas prestaciones técnicas o más sostenibles con el medio ambiente—Dipòsit Digital de Documents de la UAB*. <https://ddd.uab.cat/record/202140>
- Ortíz García, L. T. (2026). *Diseño de un modelo digital de robot móvil para el suministro, distribución y entrega de materia prima*. <https://red.uao.edu.co/entities/publication/470d0931-0df2-410a-a826-73f160e96d35>
- Storr, W. (2013, agosto 25). Wien Bridge Oscillator Tutorial and Theory. *Basic Electronics Tutorials*. https://www.electronics-tutorials.ws/oscillator/wien_bridge.html
- Suquillo, D., & Sacan, B. (2020). *Diseño y fabricación de un prototipo distribuidor de componentes automatizado mediante el uso de una impresora 3D para transportar insumos de bodega hacia una línea de producción*. [Proyecto]. ISUCT. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.istct.edu.ec/gia_nuevo/titulacion/1726706052/1726706052_informeTutor.pdf
- Vidal Julio, E. M. (2026). *Transición energética en vehículos de carga pesada: Un estudio comparativo de adaptabilidad y eficiencia*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/9941>
- Vivas Moreno, L. V., & Roa Rodríguez, J. I. (2024). *Gestión y control del transporte de la empresa comercializadora de productos refrigerados y secos ATLANTIC FS*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/64756>