

**DISEÑO DE UN VEHICULO EFICIENTE PARA LA RECOLECCION
Y TRANSPORTE DE MATERIAL RECICLABLE**

Alejandra Bustamante Echavarría
Estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto
200310026085

Verónica Molina Ayarza
Estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto
200310016085

JOSE FERNANDO MARTINEZ

Jefe Ingeniería de Diseño de Producto

SERGIO ARISTIZABAL RESTREPO

Asesor Proyecto de Práctica

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN, 2010

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto, especialmente a:

Sergio Aristizabal Restrepo, asesor del proyecto de grado, por brindarnos sus conocimientos, su apoyo y contribución durante todo el desarrollo del proyecto.

Alejandro Molina Vásquez, Gerente de Molino's S.A.S, por su disponibilidad, conocimiento, aporte de ideas para el proyecto y colaboración en la construcción del prototipo.

Carlos López, por su disponibilidad y asesoría en la fase de Ingeniería de detalle del producto.

A nuestras familias por su apoyo incondicional y toda su paciencia durante todo este tiempo.

Y a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta hicieron que este proyecto se hiciera realidad.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE CUADROS.....	
LISTA DE ANEXOS	
RESÚMEN.....	
INTRODUCCIÓN.....	
1. CLARIFICACIÓN DE LA TAREA	14
1.1. ANTECEDENTES	14
1.1.1. LOS RECICLADORES Y EL RECICLAJE	
1.1.2. COMO FUNCIONA EL RECICLAJE	
1.1.3. EMPRESAS CAPTADORAS DE DESECHOS	
1.1.4. LA CIUDAD Y LA BASURA	
1.1.5. EL MEDIO AMBIENTE	
1.1.6. IMÁGENES DE CARRETILLAS DE RECICLAJE	
1.2. JUSTIFICACIÓN	21
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	
1.4. DEFINICIÓN DEL USUARIO FINAL	23
1.5. DEFINICIÓN DEL ENTORNO	24
1.5.1. CADENA DE VALOR	
1.5.2. TENDENCIAS DEL SECTOR	
1.6. ESTUDIO DEL PRODUCTO	26
1.6.1. ANALISIS CARACTERISTICAS DE LA CARRETILLA	
1.7. MATRIZ DOFA	31
1.8. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO (PDS)	32

1.9. METODOLOGÍA SUGERIDA	35
1.10. RECURSOS REQUERIDOS	37
1.10.1. RECURSOS HUMANOS	
1.10.2. RECURSOS FISICOS	
1.10.3. RECURSOS TECNOLOGICOS	
2. INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR	38
2.1. INVESTIGACIÓN DEL USUARIO	38
2.2. ESTADO DEL ARTE	38
2.3. SALIDAS DE CAMPO	39
2.4. ENTREVISTAS	43
2.4.1. FORMATO ENTREVISTA	
2.4.2. RESULTADOS ENTREVISTA	
3. DISEÑO CONCEPTUAL	48
3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESCENCIALES	48
3.2. BUSCAR PRINCIPIOS DE SOLUCIÓN	48
3.3. CAJA NEGRA	50
3.4. ESTRUCTURA FUNCIONAL	51
3.5. MATRIZ MORFOLOGICA	52
3.6. RUTAS FACTIBLES	57
3.7. EVALUACIÓN DE RUTAS FACTIBLES	61
4. LLUVIA DE IDEAS	65
4.1. ADOPTAR UN REFERENTE PARA EL DISEÑO	65
4.1.1. IMÁGENES DEL REFERENTE	
4.1.2. EXPLORACIÓN DEL COLOR	
4.1.3. CARACTERISTICAS DEL REFERENTE	

4.1.4. MECANISMOS DEL REFERENTE
4.1.5. EXPLORACIÓN FORMAL

5. ALTERNATIVAS DE DISEÑO	72
5.1. PROPUESTAS	72
6. CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN	76
6.1. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	77
6.2. DISEÑO PRELIMINAR	78
7. DISEÑO DE DETALLE	79
7.1. MODELACIÓN 3D	79
7.2. DIBUJO DE DETALLE	81
7.3. PLANOS DE TALLER Y ENSAMBLE	85
8. INFORME DE INGENIERÍA	86
8.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	86
8.2. PROPIEDADES DEL MATERIAL	87
8.3. CONDICIONES DE FRONTERA	89
8.4. CARGAS Y DEFORMACIONES	90
8.5. ANALISIS DE RESULTADOS	92
9. PROTOTIPO FINAL	93
9.1. PROCESO DE CONSTRUCCION	93

10. PLAN DE PRUEBA	104
10.1. PRUEBAS DE USUARIO	
11. CONCLUSIONES	109
12. BIBLIOGRAFIA	
13. CONTACTO ESTUDIANTES	

LISTA DE FIGURAS

1. Características carretilla de madera. Autoría propia.
2. Los recicladores y el reciclaje. Autoría propia.
3. Materiales reciclables. Fuente: Google.
4. Manejo de Basuras. Fuente: Google.
5. Imágenes de Carretillas. Autoría Propia.
6. Usuario. Autoría Propia.
7. Imágenes de entorno. Autoría propia.
8. Carretilla actual. Autoría propia.
9. Estado del arte. Autoría propia.
10. Mapa Medellín por zonas. Google.
11. Referente. Autoría propia.
12. Exploración del color. Autoría propia.
13. Características referentes. Autoría propia.
14. Mecanismos referente. Autoría propia.
15. Exploración formal 1. Autoría propia.
16. Exploración formal 2. Autoría propia.
17. Alternativa 1. Autoría propia.
18. Alternativa 2. Autoría propia.
19. Alternativa 3. Autoría propia.
20. Alternativa 4. Autoría propia.
21. Alternativa 5. Autoría propia.
22. Alternativa Elegida. Autoría propia.
23. Modelación vehículo sin carpa. Autoría propia.
24. Modelación vehículo con carpa. Autoría propia.
25. Vistas. Autoría propia.
26. Mecanismo. Sistema de cadena y pedal. Autoría propia.
27. Análisis Ansys. Autoría propia.

- 28.** Condiciones de frontera. Ansys. Autoría propia.
- 29.** Carga aplicada a la estructura. Ansys. Autoría propia.
- 30.** Carga aplicada a la viga. Ansys. Autoría propia.
- 31.** Carga aplicada a la estructura. Ansys. Autoría propia.
- 32.** Carga aplicada a la viga. Ansys. Autoría propia.
- 33.** Mecanismo tipo prensa. Autoría propia.
- 34.** Usuario-Producto. Autoría propia.
- 35.** Chasis. Autoría propia.
- 36.** Montaje llantas y base silla. Autoría propia.
- 37.** Chasis delantero. Autoría propia.
- 38.** Sistema de pedal. Autoría propia.
- 39.** Sistema de pedal. Autoría propia.
- 40.** Estructura. Autoría propia.
- 41.** Dirección. Autoría propia.
- 42.** Mecanismo tipo prensa. Autoría propia.
- 43.** Diseño Final. Autoría propia.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cadena de valor. Autoría propia.

Cuadro 2. Extracción noticia periódico ADN. Fuente: www.diarioadn.com.co

Cuadro 3. Características de la carretilla. Autoría propia.

Cuadro 4. Matriz Dofa. Autoría propia.

Cuadro 5. PDS. Autoría propia.

Cuadro 6. Caja negra. Autoría propia.

Cuadro 7. Estructura funcional. Autoría propia.

Cuadro 8. Matriz morfológica. Autoría propia.

Cuadro 9. Rutas factibles. Autoría propia.

Cuadro 10. Criterios de evaluación. Peso y puntuación. Autoría propia.

Cuadro 11. Criterios de evaluación del concepto de evaluación. Autoría propia.

Cuadro 12. Matriz de evaluación de criterios de solución. Autoría propia.

Cuadro 13. Evaluación de alternativas. Autoría propia.

Cuadro 14. Propiedades del acero. Fuente: Software Ansys.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Planos de taller y ensamble. Autoría propia.

Anexo 2. Cálculos de análisis de ingeniería. Autoría propia.

Anexo 3. Video. Vehículo en movimiento. Autoría propia.

Anexo 4. Video. Mecanismo tipo prensa. Autoría propia.

RESUMEN

En toda la realización de este proyecto se describe el “Diseño de un Vehículo Eficiente para la Recolección y Transporte de Material Reciclable” para el medio de los recicladores.

El resultado final de la elaboración del diseño incluye prototipo funcional, modelación 3D del diseño con sus especificaciones e informe con todos los procesos y justificaciones.

La carretilla tradicional consta de dos ruedas, una estructura en madera y un par de agarraderas. El desplazamiento es realizado de manera directa por el usuario y su función es transportar material reciclado.

Actualmente las carretillas de reciclaje, tienen problemas de espacio, movilidad y soporte de peso por tal motivo esta carretilla no desarrolla un trabajo eficiente.

Para dar solución a este problema, el objetivo es diseñar un vehículo eficiente para la recolección y transporte de desechos reciclables, por medio de mecanismos que faciliten de forma práctica y eficiente el almacenamiento temporal y transporte de materiales.

INTRODUCCIÓN

El entorno de lo ecológico ha aumentado y ahora en casi todas las familias colombianas se recicla. Los recicladores en Colombia son personas humildes que viven de alquilar diariamente una carretilla de madera y recorrer a pie grandes distancias recibiendo materiales de desecho que pueden ser reutilizados para luego venderlos en chatarrerías o centros de acopio. Por esta razón se plantea el diseño de un vehículo eficiente para la recolección de material reciclable, con todos los conocimientos y aprendizajes adquiridos en el pregrado de Ingeniería de Diseño de Producto.

El vehículo eficiente estará destinado a contener, compactar y transportar los materiales recogidos por el reciclador. Su desarrollo surge por la necesidad de facilitarle el medio de transporte al reciclador, de proporcionarle un producto más eficiente en el sentido que pueda contener más material, lo pueda compactar y separar.

En todo este informe se plasmará paso a paso todo el proceso del diseño y desarrollo siguiendo una metodología para la realización de éste, lo cual implica la clarificación de la tarea, diseño conceptual, diseño formal, diseño de detalle, construcción y pruebas de usuario.

Todo esto dará justificación a cada una de las etapas y se concluirá con el diseño del vehículo eficiente para la recolección y transporte de material reciclado de manera satisfactoria, dando como resultado un prototipo funcional, modelación 3D, investigaciones, análisis y todas las especificaciones y justificaciones del desarrollo del proyecto.

1. CLARIFICACIÓN DE LA TAREA

1.1. ANTECEDENTES

La carretilla en madera es el medio por el cual la mayoría de recicladores en Colombia realizan la función de recoger y transportar el material de reciclaje. A continuación se describen factores importantes en la función de recolección de material.

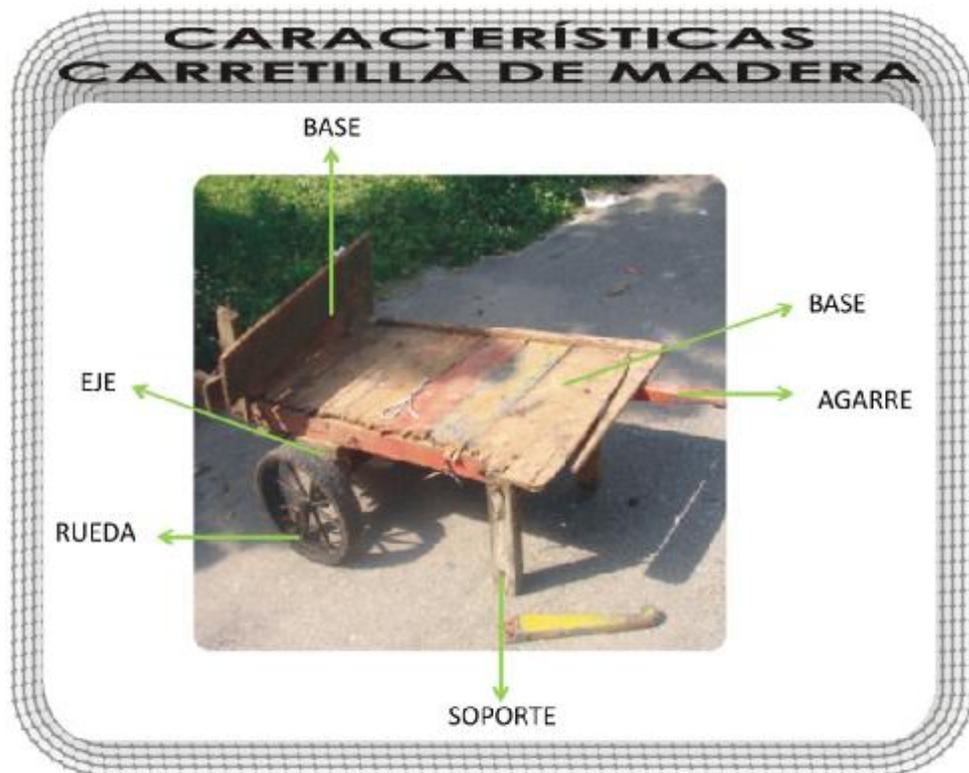


Figura 1. Características Carretilla de Madera. Autoría Propia.

1.1.1. LOS RECICLADORES Y EL RECICLAJE

La historia de los recicladores en Colombia, no tiene un registro histórico que permita establecer sus inicios, el país hasta principios de la década de los años 50, en el siglo XX, era en un 70% rural, la violencia política desatada en el campo, entre partidarios de los partidos Conservador y liberal, ocasionaron la muerte de miles de campesinos, dejando a viudas y huérfanos producto de esta violencia, que sin otra opción migraron a las ciudades conformando una población sin oportunidades laborales; Encontraron en las basuras una forma de sobrevivir, apareciendo así hombres, mujeres y niños, que buscaban entre las basuras de las plazas de mercado, comida para mitigar el hambre, y en las basuras de las casas y botaderos, elementos para reuso, tal como madera que utilizaban como elementos para la construcción de sus ranchos en zonas de invasión, o como fuente de calor para preparar alimentos y calentarse, ropa, tarros, frascos, papel, fueron formando el habito de encontrar en las basuras una forma de sobrevivir.



Figura 2. Los Recicladores y el Reciclaje. Fuente: Google.

Los residuos plásticos en Colombia van en crecimiento, el país aumenta sus esfuerzos para mejorar la gestión que ya se convirtió en una necesidad, ya que el no reciclaje causa deterioro ambiental y reducción de la calidad de vida.

El reciclaje es una alternativa útil para reducir los residuos. El reciclaje de residuos se considera una estrategia importante para contribuir al fortalecimiento de la cultura ambiental en el mundo, en el aprovechamiento sustentable de los escasos recursos naturales del mundo. Algunos países desarrollados son vanguardistas en el reciclaje, pero en contraste, proponen transferir tecnología a los países en vías de desarrollo. El reciclaje de residuos sólidos también es un asunto socio-político, que obliga a países en desarrollo a establecer leyes para su gestión y de esa forma proteger un ambiente de calidad.

1.1.2. ¿COMO FUNCIONA EL RECICLAJE?



Figura 3. Materiales Reciclables. Fuente: Google.

Los productos reciclables se recogen en los lugares o en los centros de recogida, sean hogares, empresas, centros comerciales, entre otro. Por lo general este proceso de recogida lo hace un reciclador el cual empieza a realizar una selección de materiales en el momento de irlos montando en su carretilla y si ya están clasificadas, se transportan directamente a chatarrerías o a plantas de tratamiento. Si no están clasificados, se realiza esta labor de clasificación. A continuación se limpia el material y se elimina toda

clase de contaminantes. El vidrio se funde para fabricar nuevas botellas y tarros, que se pueden ser de tres colores: verde, marrón y transparente. Los periódicos y las revistas pueden reducirse a pasta, que se emplea para fabricar nuevos periódicos u otros productos como el cartón. El papel usado de más calidad puede aprovecharse como materia prima para fabricar papel para las imprentas.

Los plásticos se benefician, se seleccionan por material y se hace extracción de las etiquetas.

1.1.3. EMPRESAS CAPTADORAS

EMPRESAS DE DESECHOS: Empresas Varias de Medellín, Enviaseo, entre otras.

EMPRESAS DE RECICLAJE: Codesarrollo, Geofuturo, Chatarrerías, Resaicling, Enka de Colombia, Reciclar, Recuperar, Ecoeficiencia, entre otras.

1.1.3. LA CIUDAD Y LA BASURA



Figura 4. Manejo de Basuras. Fuente: Google

La Administración Municipal por intermedio de la Secretaría del Medio Ambiente y Empresas Varias de Medellín, viene desarrollando el programa de manejo integral de residuos sólidos, que cuenta con dos pilares fundamentales: El fortalecimiento de las cadenas productivas y redes locales del reciclaje y la estrategia de educación informal y dirigida a generadores de residuos, así como el recuperador informal. Con este programa se busca minimizar los residuos que llegan al Relleno Sanitario La Pradera, afianzar el hábito de la separación de los residuos en la fuente, aumentar el material reciclable en la ciudad, mejorar las condiciones de vida del recuperador informal y erradicar el trabajo infantil en esta población.

Esta herramienta pedagógica busca ilustrar de manera directa al generador domiciliario, comercial, institucional, así como a los agentes multiplicadores, sobre su responsabilidad y compromiso ciudadano en el manejo adecuado de los residuos.

1.1.5. MEDIO AMBIENTE

Actualmente en Colombia existe una norma que es la Ley 511 de 1999 por la cual establece el día nacional del reciclador y del reciclaje en Colombia, esta norma decreta establecer una condecoración al reciclador el primero de marzo de cada año, por el Ministerio del Medio Ambiente, a la persona natural o jurídica que más se haya distinguido por desarrollar actividades en el proceso de recuperación de residuos reciclables para su posterior tratamiento o aprovechamiento.

LEGISLACION AMBIENTAL EN EL RECICLAJE:

Frente a la gran problemática de concentración de basuras tanto industriales como en los hogares y la mal utilización de los rellenos sanitarios el gobierno colombiano ha implementado programas ambientales los cuales ha incluido en la Legislación ambiental colombiana para que se encuentren afines con toda la normatividad que se ha creado para el cuidado de nuestro medio ambiente, en cuanto

al tema del reciclaje la reglamentación y parámetros que se han creado para la recuperación de residuos sólidos se ha realizado por medio de planes guía como lo son: Plan de gestión de residuos sólidos PGIRS; Plan para el Manejo Integral de Residuos Sólidos PMIRS; Estrategia para la Estructuración del Sistema Organizado de Reciclaje SOR.

Los programas mencionados anteriormente establecen los parámetros para crear un sistema eficiente y eficaz para el aprovechamiento de residuos sólidos por cada uno de los departamentos y poder tener un plan guía para las empresas prestadoras de servicio público, empresas, cooperativas o asociaciones de reciclaje y recicladores.

Dándole el uso adecuado a los rellenos sanitarios evitamos en nuestra sociedad malos olores, además de la contaminación de nuestro ambiente con roedores e insectos y la ocupación de terrenos que se pueden utilizar para otros fines sociales.

La importancia de una adecuada y controlada localización de la planta de reciclaje es para permitir un buen acopio del material permitiendo su total separación por tipo que no deteriore su calidad ni pierda su valor, contando con un sistema de ventilación para evitar la concentración de los malos olores y la generación de gases tóxicos; igualmente debe estar localizada en zonas industriales alejadas de las familias; debe contar con una adecuación completa para evitar roedores, insectos; contar con un adecuado sistema de drenaje; contar con un sistema de minimización de ruidos, generación de olores, emisión de partículas.

Las normas, planes y empresas para el cuidado de nuestro ambiente ya están creadas, al igual que las políticas de vigilancia y control para su adecuado manejo, por eso es hora de que cada uno como habitante de este mundo asimile su papel en la sociedad y se comprometa con el medio ambiente, beneficiándolo en cada una de sus actividades del día a día; es mejor perder un minuto, una hora o un día en lo que tengamos que hacer para cuidarlo y no terminar perdiendo lo que queda de nuestro planeta.

1.1.6. IMAGENES DE CARRETILLAS DE RECICLAJE

A continuación se muestran algunas imágenes de carretillas existentes tomadas en una salida de campo en la ciudad de Medellín.

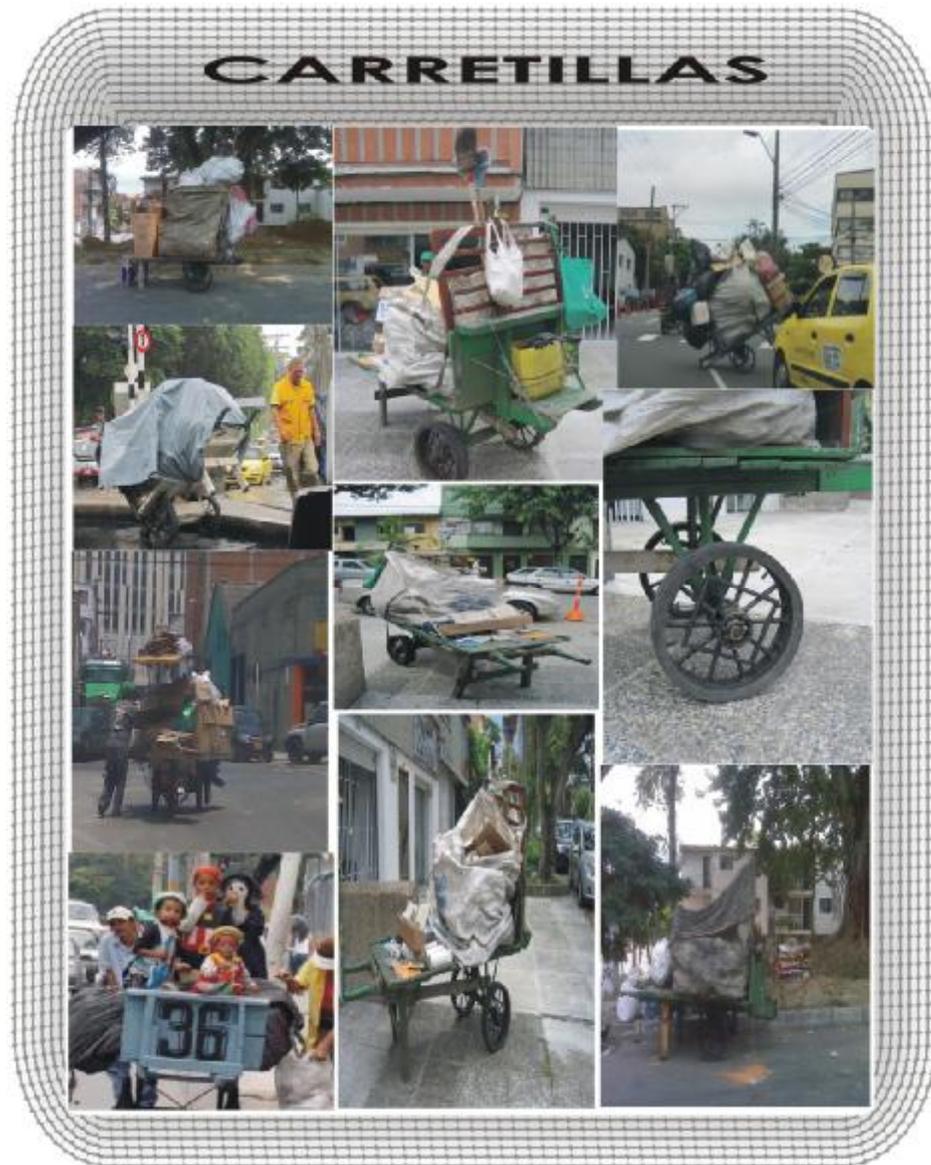


Figura 5. Imágenes de Carretillas. Autoría Propia.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La generación de residuos es uno de los más grandes problemas medioambientales, la contaminación del medio ambiente constituye uno de los dificultades más críticas en el mundo y es debido a esto que surge la necesidad de buscar diferentes alternativas para su solución.

En Colombia se produce una gran cantidad de basura; más de un kg al día por persona. Sin embargo una fracción importante de la basura que se genera, puede reutilizarse o reciclarse.

Es aquí donde la función del recolector o reciclador juega un papel importante en nuestra sociedad, debido que su labor de separar las basuras y transportarlas a los sitios de acopio donde esta es vendida, hace parte del equilibrio del medio ambiente.

Estos recicladores emplean carros o carretillas para la recopilación y transporte de los materiales, los cuales no son aptos para dicha función.

Mediante este trabajo se lograra que dichos recicladores posean un vehículo o dispositivo eficiente para la recolección y transporte de desechos reciclables, rediseñando de manera optima cada una de sus partes.

De igual manera las empresas captadoras de desecho se verán beneficiadas, ya que se percibirá la eficiencia en la recolección de las materias primas para sus productos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un vehículo o dispositivo eficiente para la recolección y transporte de desechos reciclables, por medio de mecanismos que faciliten de forma práctica y eficiente el almacenamiento temporal y transporte de materiales.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar un vehículo o dispositivo eficiente para recolección y transporte de desechos reciclables.
- Desarrollar mecanismos óptimos que faciliten el almacenamiento y transporte de los desechos.
- Presentar una propuesta a las necesidades presentadas por el usuario, asociada a la recolección y al transporte.
- Reducir el tiempo de desplazamiento de los puntos de recolección a los sitios de acopio y venta.
- Desarrollar un prototipo consecuente con la temática de este proyecto.

1.4. DEFINICIÓN DEL USUARIO FINAL

El usuario directo y final del concepto de producto a desarrollar son las personas que realizan y operan la función de recicladores de la ciudad, su rango de edad es muy amplio, debido que generalmente esta labor trasciende de una generación a otra en un grupo familiar. La capacitación que requieren para el conocimiento de los materiales la adquieren con la experiencia y practica de esta labor, su jornada laboral es extensa debido a los largos recorridos.

Diariamente los recicladores de Medellín recogen 1.540 toneladas de material reciclable.



Figura 6. Usuario. Autoría Propia.

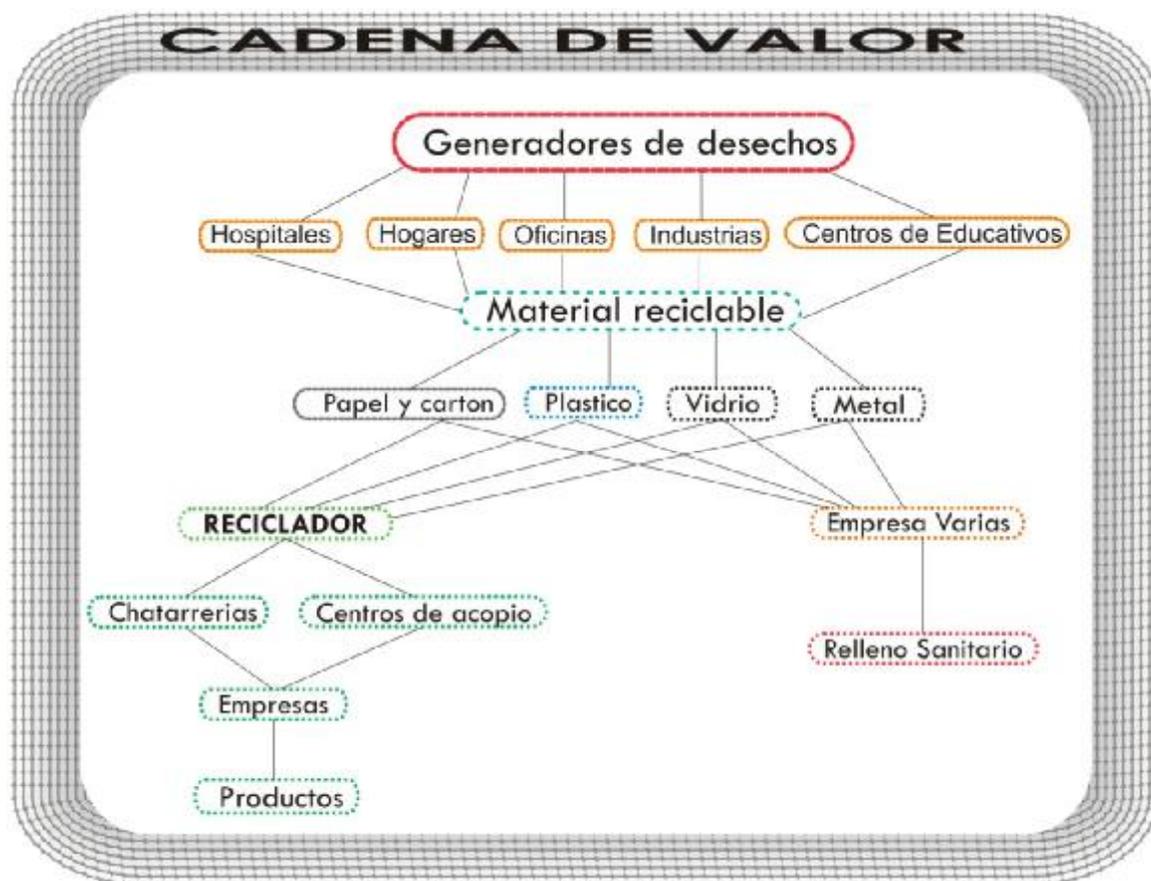
1.5. DEFINICIÓN DEL ENTORNO

El entorno al cual estará expuesto el vehículo, será en espacios abiertos, principalmente la calle de la ciudad, estará expuesto al sol y al agua durante largas jornadas; Al momento de terminar su función estos son dejados en los respectivos sitios de acopio que por lo general son parqueaderos al descubierto. Por esto es necesario que dicho vehículo cuente con los requerimientos necesarios para su buen desempeño.



Figura 7. Imágenes del Entorno. Autoría Propia.

1.5.1. CADENA DE VALOR



Cuadro 1. Cadena de Valor. Autoría Propia.

1.5.2. TENDENCIAS DEL SECTOR

Las tendencias del sector del reciclaje en Medellín están girando entorno a la importancia del cuidado del medio ambiente, se han uniformado y carnetizado a los recicladores de la ciudad y de igual manera se han creado cooperativas para apoyar su labor.

Actualmente las empresas y los hogares se están comprometiendo con la gestión del reciclaje.

A continuación se expone la noticia de la propuesta de la alcaldía de motorizar a los recicladores; extraída del diario ADN del 2 de Marzo.

El fin de esta propuesta es mejorar la calidad de trabajo de los recicladores.

A causa de la no aprobación de esta propuesta debido a los altos costos, el proyecto se ve beneficiado, de acuerdo a que el vehículo eficiente para la recolección y transporte de material reciclable que se está diseñando no necesita gasolina, ni una alta inversión.



Cuadro 2. Pantallazo Periódico ADN. Fuente: www.diarioadn.com.co

1.6. ESTUDIO DEL PRODUCTO

A continuación se muestran algunos detalles de las carretillas actuales que son viables a analizar para destacar debilidades y fortalezas en el diseño.

Se profundizará en estas características para llegar a un diseño más acorde e integral en su función.



Figura 8. Carretilla Actual. Autoría Propia

1.6.1. ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETILLA

CARACTERÍSTICAS	ANÁLISIS
	<p>RUEDA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Son de segunda. - Se encuentran en mal estado. - No están alineadas. - No facilita el desplazamiento.

CARACTERÍSTICAS	ANÁLISIS
	<p>SOPORTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - La soportan dos ruedas y unas bases en madera. - El soporte es débil con relación al peso. - No brinda estabilidad. - Mal estado de la madera.
	<p>SISTEMA FRENOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - No posee sistema de frenos. - La carretilla es frenada por el usuario. - Puede ser peligroso para el usuario. - No cumple con las especificaciones necesarias para el frenado en desplazamiento.
	<p>AGARRE</p> <ul style="list-style-type: none"> - No es ergonómico. - Requiere de mucho esfuerzo para el desplazamiento. - Genera maltrato en las manos.

CARACTERÍSTICAS	ANÁLISIS
	<p>MOVILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es de difícil movilidad debido al diseño, mecanismo y peso. - Cuando tiene mucho volumen es difícil moverla ya que tapa la visualización del usuario.
	<p>DIRECCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - No cuenta con un mecanismo de dirección. - Cuando tiene mucho peso es difícil la dirección ya que no cuenta con un mecanismo establecido para esto.
	<p>BASE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es relativamente pequeña para el volumen de material que se carga. - Se encuentra en mal estado. - No soporta mucho volumen. - No tiene soportes para sostener el volumen de material.

CARACTERÍSTICAS	ANÁLISIS
	<p>TABLA BASE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es pequeña para la necesidad, pues la carga de material es de gran volumen. - No permite sostener bien el material, se deben realizar amarres para que el material no se caiga. - La tabla es débil y esta en mal estado.
	<p>ESTABILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - No tiene buena estabilidad, ya que el material no se encuentra en buen estado. - No tiene buenos soportes.
	<p>ESPACIO</p> <ul style="list-style-type: none"> - No cumple con el espacio necesario para cargar el material.

Cuadro 3. Características de la Carretilla. Autoría Propia

1.7. MATRIZ DOFA

Se realiza la matriz DOFA para identificar las debilidades de la carretilla tradicional con el usuario, las oportunidades que brinda el usuario frente a un nuevo producto, las fortalezas que tiene la carretilla tradicional en el medio y las amenazas a las cuales se ve expuesta la carretilla tradicional frente al usuario y el usuario frente a un nuevo producto.

Al realizar esta matriz se toman en cuenta aspectos positivos y negativos, lo que conlleva a tener una visión más amplia de posibles ideas de mercado y diseño.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • La carretilla tradicional no se puede agrandar para aumentar la capacidad de cargar más material. • No se puede compactar el material. • No soporta mucho peso. • No es estable. • El material es madera no galvanizada. • Mal estado del material. • No es desarmable. • No tiene buenos acabados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesitan algo más cómodo de transportar, donde puedan cargar mas volumen. • No hay competencia en el mercado. • Necesitan compactar el material. • Necesitan cubrir el material para que no se moje. • Valor agregado en el producto. • Crear elementos diferenciadores entre el nuevo diseño y la carretilla tradicional.
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es una necesidad actual que tienen los carretilleros. • Es de bajo peso. • Es económica. • Alcaldía está interesada en apoyar a los carretilleros • La carretilla tradicional es un producto con bajo nivel de calidad. • Fácil obtención de la materia prima. • Funcionamiento básico. • Fabricación local, fácil y económica. • Bajos costos de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carretilla tradicional lleva muchos años en el medio de los carretilleros. • Personas de escasos recursos y de poca educación. • Difícil de maniobrar. • Es peligrosa de maniobrar en lomas y en bajas debido a que no tiene sistema de freno. • Aumento de costos para adquirir una nueva carretilla.

Cuadro 4. Matriz Dofa. Autoría Propia.

1.8. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO (PDS)

A continuación se presenta las especificaciones de diseño del producto requeridas por el usuario con base a sus necesidades, las cuales son interpretadas en términos de requerimientos aplicados al diseño del producto, igualmente puede adaptarse como una demanda del mercado o como deseo del usuario, estos datos aportan posibles soluciones a las alternativas de diseño.

	Necesidad	Interpretación	Métrica	i m p	D / d	
FUNCCIONALIDAD	Que sea fácil de manejar	La carretilla es de fácil manejo	Tiempo de ejecución	5	D	
	Que se pueda transportar diferentes materiales	La carretilla cuenta con espacio para el almacenaje de materiales	Kg.	5	D	
	Que pueda con el peso de los materiales	La carretilla es resistente	Resistencia mecánica	5	D	
	Que no se dañe fácilmente	La carretilla es de buena manufactura	Resistencia mecánica	4	D	
P D S	MANTENIMIENTO	Que sea fácil de limpiar	La carretilla es de fácil acceso a sus partes para su mantenimiento	El tiempo de mantenimiento	4	D
		Que no me demore mucho cambiando las partes desgastadas	La máquina permite reemplazar sus partes fácilmente	Herramientas especiales	3	D
		Que siempre tenga buena la pintura	La máquina facilita el mantenimiento de la pintura	Tiempo de desgaste de la pintura	4	D
		Que sea fácil de armar	La máquina es de fácil ensamble	Tiempo de ensamble	2	D

PDS	ESTETICA	Que sea bonita	La carretilla es agradable para la vista	Cantidad de puntos de atención	4	D
		Que se pueda personalizar	La máquina es apta para que sea decorada	Creatividad	4	D
		Que no sea lo mismo de siempre	La máquina es innovadora	Encuestas	3	D
	COSTO	Que su construcción sea barata	La carretilla es de bajo costo de manufactura	costo de manufactura	4	D
	TAMAÑO	Que no sea demasiado grande	La carretilla es de tamaño adecuado	Volumen	3	D
		Que tenga las medidas adecuadas	La carretilla se ajusta a las medidas antropométricas	Medida antropométrica	4	D
		Que este al tamaño de todos	La carretilla es estándar	Volumen Edades a la que se ajusta	3	D
	MANUFACTURA	Que no se tambalee cuando se está utilizando	La carretilla es estable estructuralmente	Tolerancias dimensionales	5	D
		Que no se dañe con el uso	La carretilla es resistente al desgaste	Tiempo de desgaste	5	D
		Que en su mayoría utilice partes comerciales	La carretilla posee partes comerciales	Referencias comerciales	4	D
		Que tenga buenos acabados	La máquina es de buen acabado superficial y estructural	Acabado superficial	4	D

P D S	SEGURIDAD	Que no me lastime cuando la esté manipulando	La máquina es de buen acabado y frenos	Acabado superficial y manufactura	5	D
		Que cuando la vea me de seguridad	La máquina brinda seguridad	Materiales Redondeos Tamaño	2	D
		Que no se caiga	La máquina es estable	Área de contacto vs. Longitud	5	D
	MATERIALES	Que sean fácil de conseguir	La carretilla es de materiales comerciales	Referencia del material	4	D
		Que en su mayoría sea de materiales reciclados	La carretilla es amigable con el medio ambiente	Partes reciclables	5	D
	CONTEXTO	Que la decoración esté relacionada con la máquina	La carretilla está relacionada con el contexto	Colores Formas	4	D
		Que sea apta para el tipo de usuario	La carretilla es adecuada para el usuario	Colores Formas	4	D
	PESO	Que no tenga un peso exagerado	la carretilla tiene un peso adecuado	Masa total	5	D
		Que se pueda mover	La carretilla es autoportante	Peso	5	D
	USUARIO	Que sea para más de dos personas	La carretilla posibilita la interacción de varios usuarios a la vez	# de usuarios que pueden interactuar a la vez	4	D
		Que se entienda como se maneja	La carretilla se explica por si sola	Experimentación	5	D
		Que pueda tener otros usos	La carretilla sirve para cama, silla, mesa , etc	experimentación	4	D

	Que yo maneje la carretilla	La carretilla se deja manejar por el usuario	Experimentación	5	D
--	-----------------------------	--	-----------------	---	---

Cuadro 5. PDS. Autoría Propia

1.9. METODOLOGÍA SUGERIDA

La metodología empleada se basa en los métodos de diseño de Ulrich y Cross, adaptada a las necesidades del proyecto; tomado del libro Métodos de Diseño, estrategias para el diseño de productos, CROSS.

METODOLOGIA:

A. INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO DEL USUARIO:

Explorar los patrones del comportamiento de los usuarios potenciales y predecir sus límites de rendimiento.

Especificación

- Estado del arte.
- Salidas de campo.
- Entrevistas.
- Brief.

B. DISEÑO CONCEPTUAL:

Establecer estructuras funcionales y buscar principios de solución apropiados.

Especificación:

- Identificar los problemas esenciales.
- Establecer las estructuras de las funciones.
- Buscar principios de solución.
- Caja negra, matriz morfológica.

C. LLUVIA DE IDEAS:

Realizar la búsqueda de posibles ideas de diseño del producto con base en los resultados arrojados en la investigación.

Especificación:

- Adoptar un referente para el diseño.
- Desarrollar diseños preliminares y diseño de forma.

D. CLASIFICACION Y PONDERACION:

Comparar un conjunto de diseños en plan de una escala común de medición.

Especificación:

- Seleccionar los mejores diseños preliminares.
- Evaluar contra criterios técnicos y económicos.

E. DISEÑO DE DETALLE:

Definir forma, dimensiones, materiales y propiedades del producto final.

Especificación:

- PDS.
- Dibujo de detalle.
- Planos de taller y ensamble.
- Modelación 3D.
- Cálculos.
- Carta de procesos.

F. CONSTRUCCION:

Fabricación del prototipo 1:1.

G. PRUEBAS:

Ensayos y pruebas de usuario.

H. INFORME Y ENTREGA FINAL:

Elaboración informe final y prototipo.

1.10 RECURSOS REQUERIDOS

1.10.1 RECURSOS HUMANOS: El desarrollo del proyecto de grado lo realizarán Alejandra Bustamante Echavarría y Verónica Molina Ayarza, estudiantes de pregrado de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad Eafit.

Para el desarrollo del proyecto se cuenta con un asesor, Sergio Aristizabal Restrepo, ingeniero de producción y docente de la Universidad Eafit, el cual cuenta con los conocimientos necesarios para la realización de este proyecto.

Paralelamente participará del proyecto algunos recicladores seleccionados de la ciudad de Medellín y la empresa Molinos S.A. dedicada al tratamiento de materiales plásticos reciclados.

1.10.2 RECURSOS FÍSICOS: Para dicha elaboración del proyecto de grado se tendrá acceso a la empresa Molinos, al conocimiento y experiencia de los recicladores, además contamos con las instalaciones de los talleres de la Universidad EAFIT, para la fabricación de el prototipo funcional.

1.10.3 RECURSOS TECNOLÓGICOS: Para el desarrollo del proyecto se necesitará de un buen computador y por consiguiente de programas para modelación 3D CAD/CAM/CAE como Pro Engineer Wildfire y ANSYS, y así mismo, programas de diseño gráfico para plasmar de forma creativa la información. También se necesitará de una cámara fotográfica para el registro de máquinas y procesos.

2. INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR

2.1. INVESTIGACIÓN DEL USUARIO

Colombia tiene aproximadamente 50.000 familias de recicladores, que se ganan la vida recogiendo residuos sólidos. En 1986 una organización no gubernamental emprendió un programa para organizar a los "recicladores" en asociaciones locales (Asociación Nacional de Recicladores (ANR)). El propósito era ayudar a los recicladores a mejorar sus condiciones de trabajo reforzando sus sistemas de transporte y control de calidad de los residuos seleccionados.

Se han creado instalaciones para almacenar los residuos y han desarrollado sistemas de gestión de residuos dentro de las comunidades. El proceso de organización, provisión de equipamientos y empleo de las tecnologías adecuadas ha dado como resultado un treinta por ciento de aumento en los ingresos de los recicladores.

2.2. ESTADO DEL ARTE

A continuación se muestra de una manera grafica algunos productos que pueden cumplir la misma función de una carretilla.

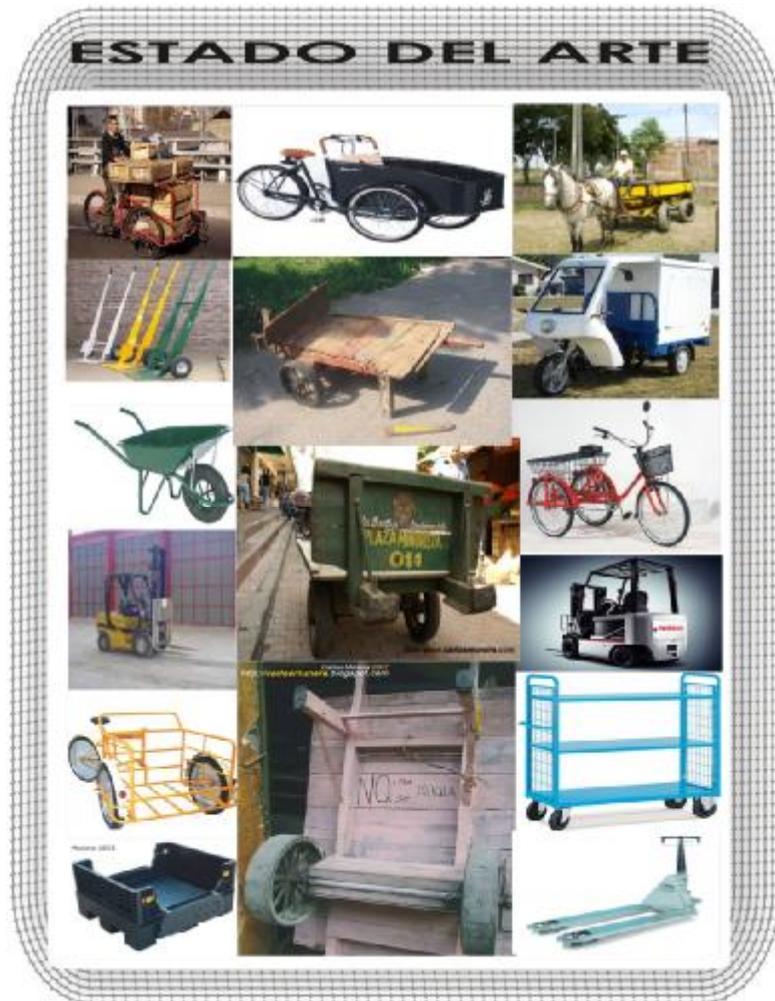


Figura 9. Estado del Arte. Autoría Propia.

2.3. SALIDAS DE CAMPO

Las salidas de campo fueron realizadas en la ciudad de Medellín y sus alrededores, se visitaron lugares específicos, se analizó al usuario y su entorno, los sitios donde se realiza la separación del material, los centros de acopio del material reciclable, entre otros. Los resultados arrojados por esta actividad serán detallados como observaciones a continuación.

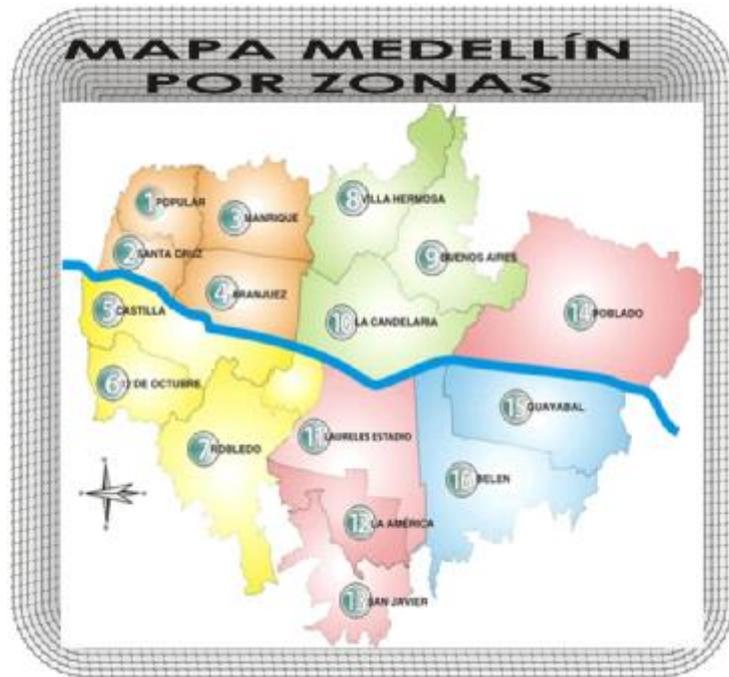


Figura 10. Mapa Medellín por Zonas. Fuente: Google

Observaciones Generales

- En la mayoría de los casos los recicladores deben iniciar sus labores muy de madrugada para alcanzar a recoger todo lo que les sea útil ya que deben estar primero que el carro de la basura que se lleva todo lo que encuentre en el sitio donde son dejadas las basuras.
- Todos los días hacen recorridos distintos, ya que los camiones de las basuras atienden cada sector en horarios y días diferentes.
- En los últimos años tanto en la ciudad de Medellín como en los municipios vecinos se ha comenzado campañas que incentivan y educan a la población para que la separación de las basuras.
- Las carretillas que emplean los recicladores en cada sector analizado cuentan con las mismas características, a su vez se observaron en la mayoría de los casos como una labor de familia, es decir mas de 1 integrante en el proceso de recolección y separación de material.

- Muchos de ellos cuentan con un uniforme de la asociación a la cual están inscritos y el carnet respectivo.
- Los materiales recogidos por los recicladores para la venta son: vidrio, pet, cartón, latas, metales y en ocasiones muy especial y dependiendo del sector cobre.
- Algunos aparatos eléctricos que son hallados son adoptados como juguetes.
- Uno de los materiales que más espacio ocupaba en las carretillas observadas es el pet, el cual se hacen con estos voluminosas montañas.
- Por lo general en todas las carretillas el espacio nunca es suficiente.

Observaciones por sectores

Zona 14. Poblado

- Este sector se caracteriza por ser un poco mas culturizada frente al tema del reciclaje en el hogar mucho, así que se le facilita el trabajo al reciclador en cuanto al proceso de separación de los productos, ya que estos se encuentran previamente separados.
- Los recorridos son más complejos que en otros sectores debido a las calles empinadas conocidas como lomas del sector del poblado, así que el desplazamiento de ellos se hace mas agotador.
- Con respecto al carro o carretilla que manejan como medio de transporte y carga, se denotan una serie de inconvenientes debido al sistema de frenos, ya que carecen de estos y para estas calles inclinadas deben frenar con sus pies.
- Lo recorridos o rutas son extremas por las características geográficas del sector.

Zona 15. Robledo

- Este sector cuenta igualmente con pendientes o lomas las cuales dificulta el trabajo de los recicladores.

- Robledo cuenta con una zona amplia de comercio que cubre casi un 50 % de este, por lo tanto se genera mucho más material reciclable.
- Cuenta sector industrial el cual genera a su vez mucho más desperdicios.
- Robledo con campañas que apoya y estimulan el reciclaje.

Zona 9. Buenos Aires

- Es una zona saturada de residencias y negocios, así que genera mucho desperdicio, por lo general a parte de los desperdicios tóxicos la mayoría de material que puede ser reciclado que se obtiene en este sector son el PET, la madera, los metales y el cartón, los cuales son lo que más les interesa a los recicladores.
- La movilización se les dificulta a los carretilleros, ya que las características geográficas son muy inclinadas.

Zona 11. Laureles - Estadio

- Este sector es muy residencial así que los materiales que se desechan son básicamente los de la canasta familiar.
- Se les facilita el desplazamiento por las características con que cuenta, en su mayoría calles planas.
- La conciencia del reciclaje es relativamente media.
- Cuentan con espacios como parques o sitios específicos para separar la basura luego de recogerla.

Zona 16. Belén

- Es residencial y un poco comercial por lo que cuenta con un volumen de desechos relativamente alto.
- Los recorridos no se dificultan ya que es un sector prácticamente fácil de recorrer, son calles residenciales las cuales es fácil el desplazamiento por estas.

2.4. ENTREVISTAS

2.4.1. FORMATO ENTREVISTA

1. Nombre:
2. Lugar Entrevista:
3. ¿Cuántos años lleva trabajando como reciclador?
4. ¿Es cabeza de familia?
5. ¿Qué tipo de material recoge?
6. ¿En que transporta el material?
7. ¿La carretilla es propia?
 - 7.1. ¿Donde la alquila?
 - 7.2. ¿Cuál es el costo del alquiler?
8. ¿Qué recorrido realiza para la recolección del material?
9. ¿Qué cantidad y peso recoge?
10. ¿Qué problemas le encuentra a la carretilla?
11. Comentarios y observaciones.

2.4.2. RESULTADOS ENTREVISTAS

FICHA TÉCNICA	
MUESTRA	25 PERSONAS
LUGARES	Barrio Colombia, Belén, Bello, Naranjal y Envigado
FORMA	Entrevista personal

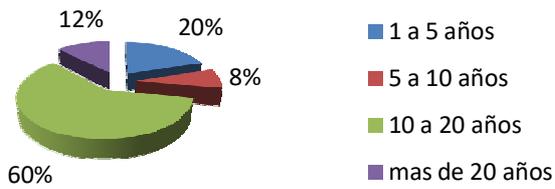
PREGUNTAS

3. Cuantos años lleva trabajando como reciclador?

TABULACION DE RESULTADOS

1 a 5 años	5 a 10 años	10 a 20 años	más de 20 años
5	2	15	3
20%	8%	60%	12%

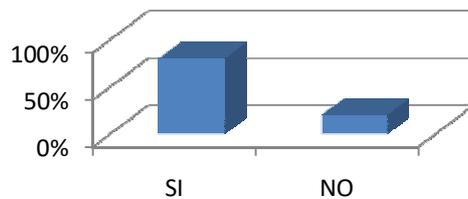
RESULTADOS



4. Es cabeza de familia?

SI	NO
20	5
80%	20%

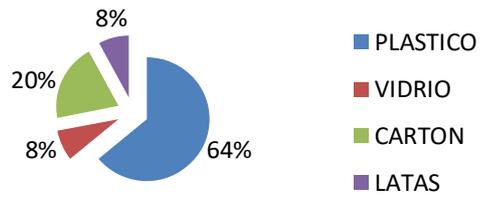
RESULTADOS



5. Que tipo de material recoge?

PLASTICO	VIDRIO	CARTON	LATAS
16	2	5	2
64%	8%	20%	8%

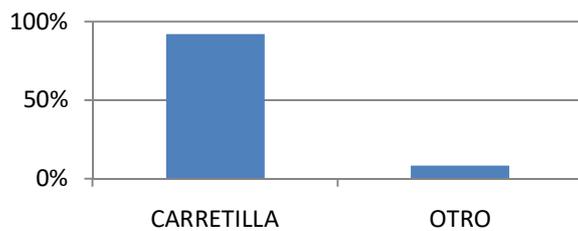
RESULTADOS



6. En que transporta el material?

CARRETILLA	OTRO
23	2
92%	8%

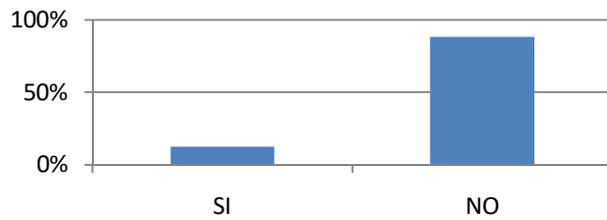
RESULTADOS



7. La carretilla es propia?

SI	NO
3	22
12%	88%

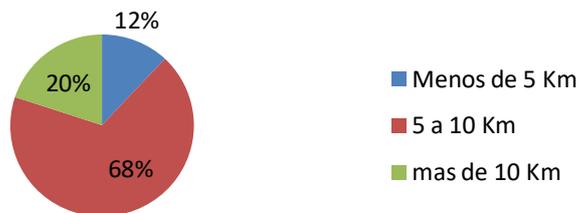
RESULTADOS



8. Que recorrido realiza para la recolección?

Menos de 5 Km	5 a 10 Km	mas de 10 Km
3	17	5
12%	68%	20%

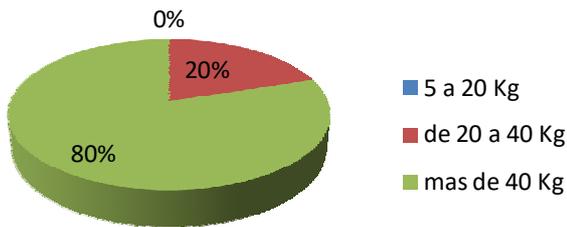
RESULTADOS



9. Qué cantidad de peso recoge?

5 a 20 Kg	de 20 a 40 Kg	mas de 40 Kg
0	5	20
0%	20%	80%

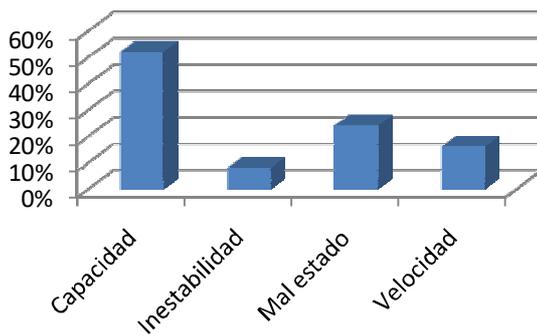
RESULTADOS



10. Que problemas le encuentra a la carretilla?

Capacidad	Inestabilidad	Mal estado	Velocidad
13	2	6	4
52%	8%	24%	16%

RESULTADOS



3. DISEÑO CONCEPTUAL

Según Pugh “un diseño conceptual puede definirse como aquel que representa la totalidad del objeto proyectado”, es decir, representa la suma de todos los subsistemas que integran el sistema completo, todas las partes que configuran el producto. En esta fase del diseño, se debe dar solución a los problemas que plantean las especificaciones y proponer un modelo de producto global que realice las funciones necesarias para dar servicio al usuario. El análisis de funciones se toma como un medio para considerar las funciones esenciales y el nivel en el que el problema debe abordarse.

3.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESCENCIALES

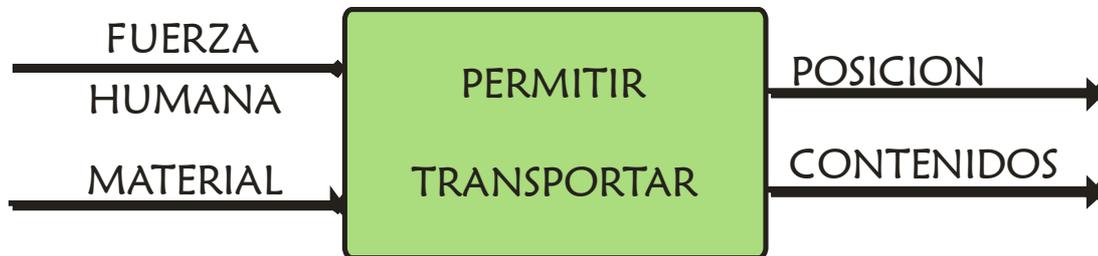
- El producto no brinda seguridad al usuario.
- No puede cargarse con todo el material que acumulan.
- No poseen señalización preventiva.
- No posee frenos.
- No tiene protección contra el agua y el sol.
- Su diseño no es ergonómico.
- La estructura no es estable.
- El material en el que se encuentra fabricado no es resistente.
- El usuario presenta desgaste físico.
- Se presenta problemas para la movilización a pie (distancia, peso, volumen,)

3.2. BUSCAR PRINCIPIOS DE SOLUCIÓN

- Sistemas de seguridad para el usuario.(cinturón de carga, guantes, tapa bocas, chaleco reflectivo, etc.)

- Aglomerar, picar, separar o almacenar el material de forma que pueda cargarse con mas material. (rodillo, prensa, molino, etc.)
- Sistemas de señalización (señalización reflectiva)
- Diseñar e implementar sistema de frenos.
- Implementar un sistema de protección contra el agua y el sol.
- Diseño ergonómico.
- Diseño de estructura resistente y estable.
- Fabricación de la carretilla con materiales resistentes y de buena calidad.
- Mecanismo para que el usuario no realice la movilización a caminando y para nivel el volumen y peso de la estructura.

3.3. CAJA NEGRA



Cuadro 6. Caja negra. Autoría propia

El punto de partida en este análisis radica en concentrarse en lo que el diseño debe lograr y no cómo se va a lograr. La forma básica más sencilla de expresar esto consiste en presentar el producto a diseñar en una forma tan simple como una caja negra que convierte “entradas” en “salidas” deseadas.

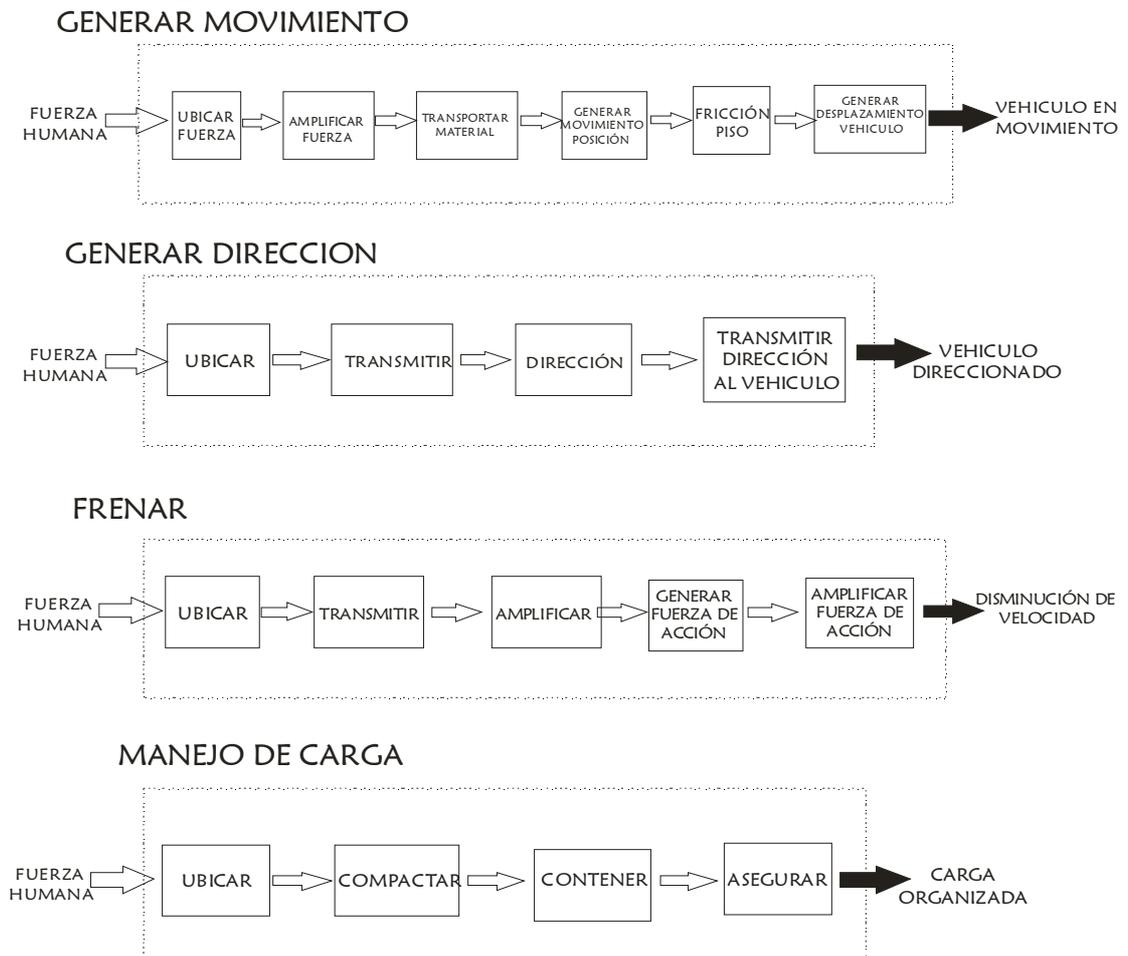
En este caso de estudio, se puede observar como función principal el concepto de PERMITIR TRANSFORMAR, visto desde el punto que el vehículo eficiente para la recolección y transporte de material reciclable moviliza los materiales compactados y organizados.

Al sistema entran flujos de materia como lo son los materiales reciclables (plástico, vidrio, cartón, periódico y piezas metálicas entre otros) y fuerza humana que es un flujo de energía dada con las manos que le da posición a los materiales y con los pies que permite el accionamiento de que el vehículo se movilice.

Por otra parte, se observan como flujos de salida en términos de posición que son los materiales ya separados, organizados y compactados y en términos de energía sale un movimiento lineal y rotacional.

En este primer paso del diseño conceptual se explica de una manera breve el funcionamiento del vehículo eficiente para la recolección y transporte de material reciclable.

3.4. ESTRUCTURA FUNCIONAL



Cuadro 7. Estructura Funcional. Autoría propia

Otro paso del análisis funcional es la estructura funcional. Esta se realiza teniendo muy presente la caja negra con la función global para tener claro cuáles de estas transformarán los diferentes flujos que entran al sistema.

En la estructura se pueden observar las funciones por separado y los flujos que entran y salen.

3.5. MATRIZ MORFOLOGICA

La matriz morfológica es la herramienta del diseño conceptual que motiva al diseñador a identificar combinaciones novedosas de elementos o componentes. El diagrama presenta la gama completa de elementos, componentes o soluciones secundarias que pueden combinarse para formar una solución.

El principal propósito de esta herramienta es ampliar la búsqueda de nuevas soluciones posibles.

La morfología estudia la forma, por lo tanto un análisis morfológico es un intento sistemático para analizar la forma que puede asumir un producto. Se pueden seleccionar diferentes combinaciones de soluciones secundarias, lo que puede conducir a nuevas alternativas que no se habían identificado anteriormente.

3.6. RUTAS FACTIBLES

El paso a seguir después de la matriz morfológica es la selección de las rutas factibles. Para esto se escogen portadores de cada función teniendo diferentes combinaciones para dar forma a posibles soluciones.

Estas rutas se evalúan según unos criterios establecidos en el siguiente punto.



RUTA 1: Mano, manubrio carro, chasis, base, manubrio bicicleta, llanta, llanta, sistema poleas, palanca, manubrio, discos, piñones, pedales, tambor, rodillos, cajón y cuerda elástica.



RUTA 2: Mano, manubrio, bicicleta, sistema de poleas,, llanta, sistema de cadenas, palanca, manubrios, estructura, pastas, freno de mano, palanca, banda, prensa, contenedor y guaya.



RUTA 3: Pies, pedales bicicleta, sistema cadena, chasis, manubrio bicicleta, rueda, llanta, mano, manubrio, manubrio, frenos bicicleta, sistema hidráulico, pedales, pastillas de disco, gato, tráiler, cuerda elástica.

3.7. EVALUACIÓN DE RUTAS FACTIBLES

Para evaluar los posibles conceptos de solución se establecen unos criterios según las necesidades del usuario, y a cada uno de estos se le asigna un peso de importancia según los requerimientos que deba tener el diseño.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL CONCEPTO DE SOLUCIÓN

1. PESO: El vehículo debe ser liviano por cuestiones de movilidad

2. TAMAÑO: Debe ser igual o mayor al actual para que pueda transportar mayor volumen.

3. MANTENIMIENTO: El vehículo debe ser de fácil y poco mantenimiento.

4. SEGURIDAD: El vehículo debe generar seguridad al usuario al momento de interactuar con ella.

5. MANUFACTURABILIDAD: Las piezas deben ser fáciles de realizar o de conseguir en el mercado.

6. FUNCIONAMIENTO: Fácil interacción usuario + producto.

CRITERIOS	PESO	PUNTOS	SIGNIFICADO
1. PESO	15%	0	Inadecuado
2. TAMAÑO	20%	1	Débil
3. MANTENIMIENTO	20%	2	Satisfactoria
4. SEGURIDAD	15%	3	Buena
5. MANUFACTURABILIDAD	10%	4	Excelente
6. FUNCIONAMIENTO	20%		

Cuadro 10. Criterios de Evaluación. Peso y Puntuación. Autoría Propia.

Se puede observar como al tamaño, mantenimiento y funcionamiento se les dio mayor peso de importancia (20%), esto por ser las razones principales del diseño del producto. Se pretende atacar por este lado para dar solución al mayor requerimiento del usuario en cuanto al fácil transporte y funcionamiento. Siguen en orden de importancia la peso (20%), seguridad (20%) y por último la manufacturabilidad (10%).

CRITERIOS DE EVALUACION	
TAMAÑO (LARGO)	
VALOR OBJETIVO	CALIFICACION
MUY GRANDE (MAS DE 5 MT)	1
GRANDE (3 A 5 MT)	2
NORMAL (1 A 3 MT)	3
PEQUEÑO (MENOR A 1 MT)	4
MANTENIMIENTO	
VALOR OBJETIVO	CALIFICACION
COMPLEJO	1
NORMAL	2
FACIL	3
FUNCIONAMIENTO	
VALOR OBJETIVO	CALIFICACION
COMPLEJO	1
NORMAL	2
FACIL	3
SEGURIDAD	
VALOR OBJETIVO	CALIFICACION
INSATISFACTORIA	1
TOLERABLE	2
ADECUADA	3
MUY BUENA	4

PESO	
VALOR OBJETIVO	CALIFICACION
MUY PESADO (MAS 50 KG)	1
PESADO (ENTRE 30 Y 50 KG)	2
NORMAL (ENTRE 20 Y 30 KG)	3
LIVIANO (MENOS DE 20 KG)	4
MANUFACTURABILIDAD	
VALOR OBJETIVO	CALIFICACION
MUY COMPLEJO (MAS DE 20 PIEZAS)	1
COMPLEJO (ENTRE 15 Y 20 PIEZAS)	2
NORMAL (ENTRE 10 Y 15 PUEZAS)	3
FACIL (MENOS DE 10 PIEZAS)	4

Cuadro 11. Criterios de Evaluación del Concepto de Evaluación. Autoría Propia.

A cada criterio se le da una escala de valores objetivos, para tener más claro qué es bueno y qué es malo al momento de evaluar el concepto solución. Así se evalúan los conceptos obteniendo un valor ponderado que define cuál es el concepto más óptimo para desarrollar.

MATRIZ DE EVALUACION DE CRITERIOS DE SOLUCION							
		CONCEPTO SOLUCION 1		CONCEPTO SOLUCION 2		CONCEPTO SOLUCION 3	
CRITERIO	PESO %	CALIF.	POND.	CALIF.	POND.	CALIF.	POND.
PESO	15%	3	0,45	1	0,15	2	0,3
TAMAÑO	20%	3	0,6	4	0,8	2	0,4
MANTENIMIENTO	20%	3	0,6	2	0,4	2	0,4
SEGURIDAD	15%	4	0,6	3	0,45	3	0,45
MANUFACTURABILIDAD	10%	3	0,3	1	0,1	2	0,2
FUNCIONAMIENTO	20%	3	0,6	3	0,6	3	0,6
		TOTAL	3,15	TOTAL	2,5	TOTAL	2,35

Cuadro 12. Matriz de Evaluación de Criterios de Solución. Autoría Propia.

Como respuesta se tiene que el concepto de solución 1 es el más apropiado y el que obtuvo calificaciones más altas en cada uno de los criterios de evaluación.

En esta fase se concretaron las funciones principales y se mostraron las diferentes características y especificaciones que debe tener el diseño en cuanto a su parte funcional y estructural, llegando a la evaluación con criterios fundamentados y obteniendo la ruta factible con la cual se trabajará más adelante.

4. LLUVIA DE IDEAS

4.1. ADOPTAR UN REFERENTE PARA EL DISEÑO

Para realizar el diseño de producto en cuanto al lenguaje formal, se selecciona un referente que dará pie a a líneas, siluetas, formas y colores con los cuales se pueden generar trazos y hacer una exploración formal que más adelante se tiene como basa para las alternativas de diseño.

4.1.1 IMÁGENES DEL REFERENTE

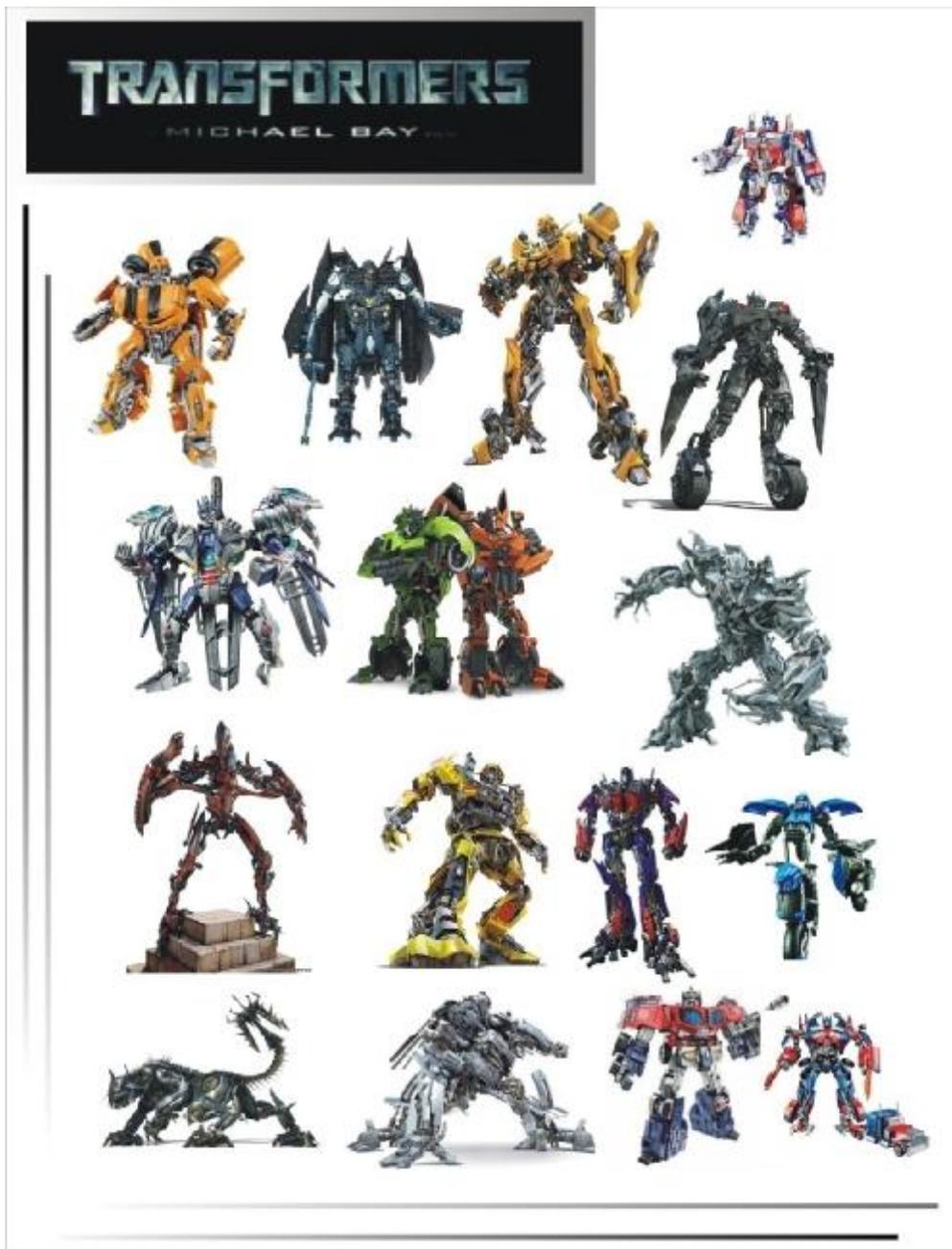


Figura 11. Referente. Autoría Propia.

4.1.2. EXPLORACIÓN DEL COLOR



Figura 12. Exploración del Color. Autoría Propia.

4.1.3. CARACTERISTICAS DEL REFERENTE

TRANSFORMERS

CARACTERISTICAS



MOVIMIENTO

Estos juguetes a pesar de su apariencia robotizada, maneja gran destreza en cuanto a desplazamiento, todo su cuerpo genera movimientos sincronizados y ágiles.

Son los colores básicos con acabados metalizados los que caracterizan a estos juguetes, la apariencia tosca es debido a los materiales con los que son fabricados, hierro, aluminio, cobre, entre otros.



COLOR Y TEXTURA



FORMA

Se identifican por sus formas roboticas, con la capacidad de transformarse en cualquier objeto sea carros, aviones, helicopteros, e n t r e o t r o s .

Figura 13. Características Referente. Autoría Propia.

4.1.4. MECANISMOS DEL REFERENTE

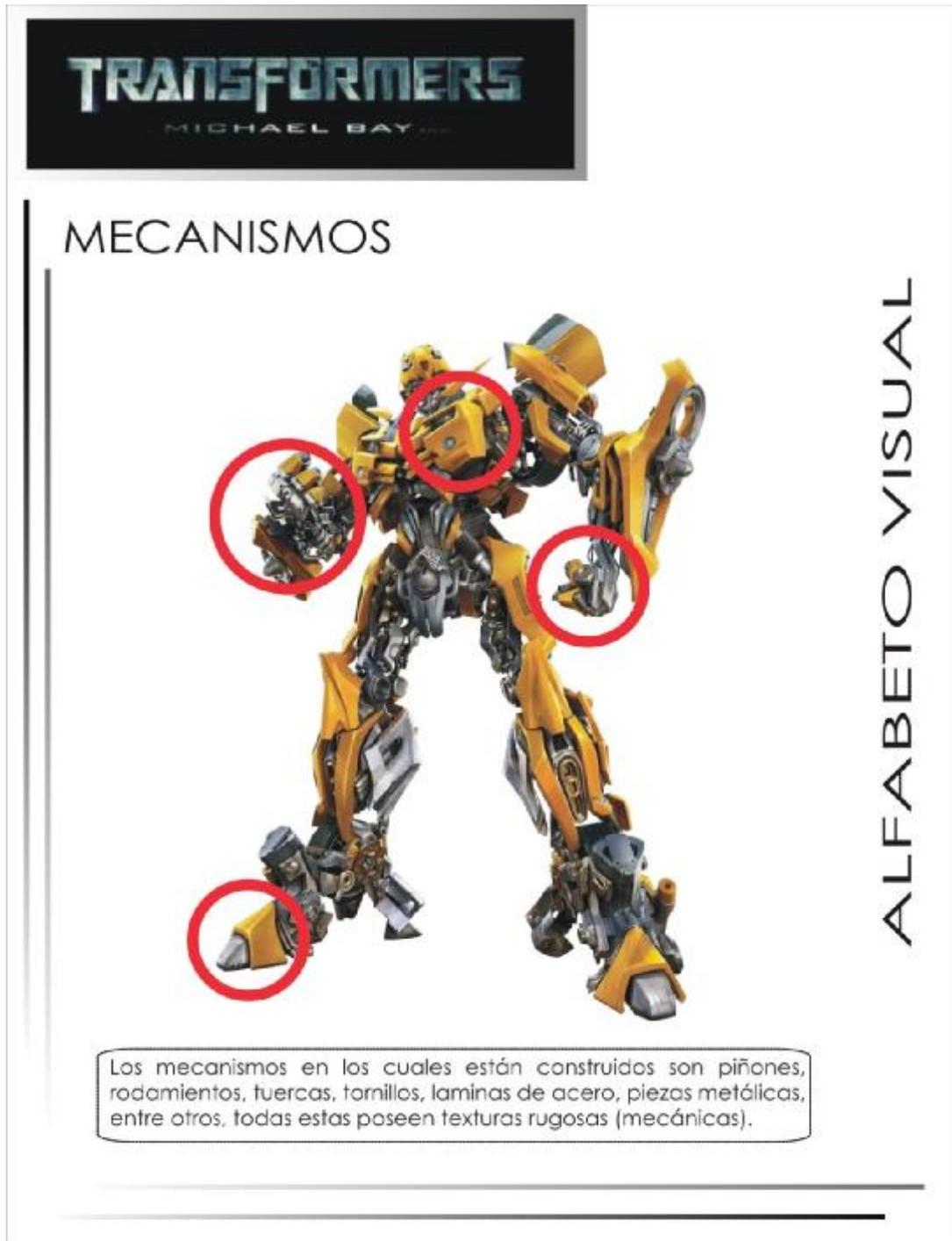


Figura 14. Mecanismos Referente. Autoría Propia.

4.1.5. EXPLORACIÓN FORMAL

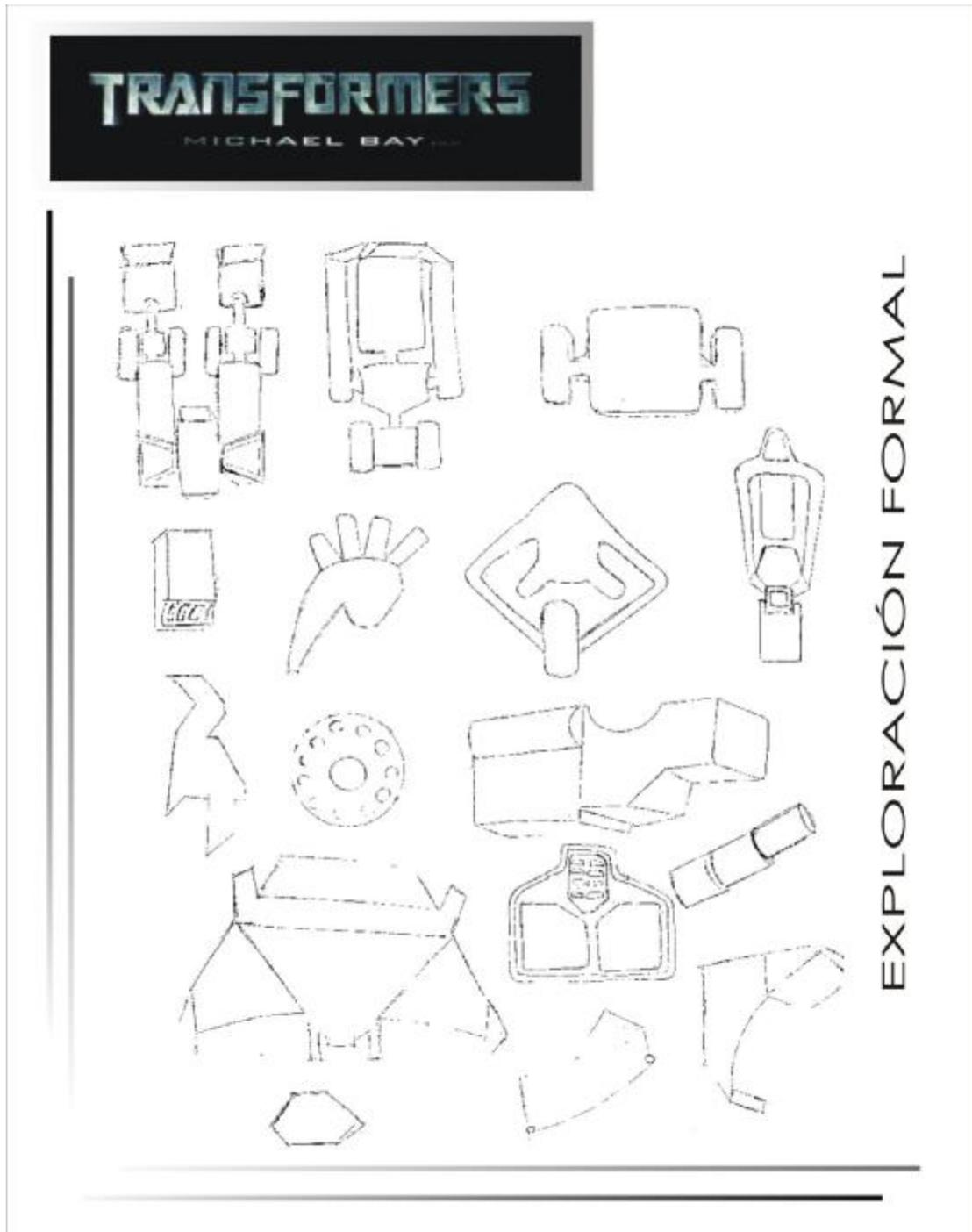
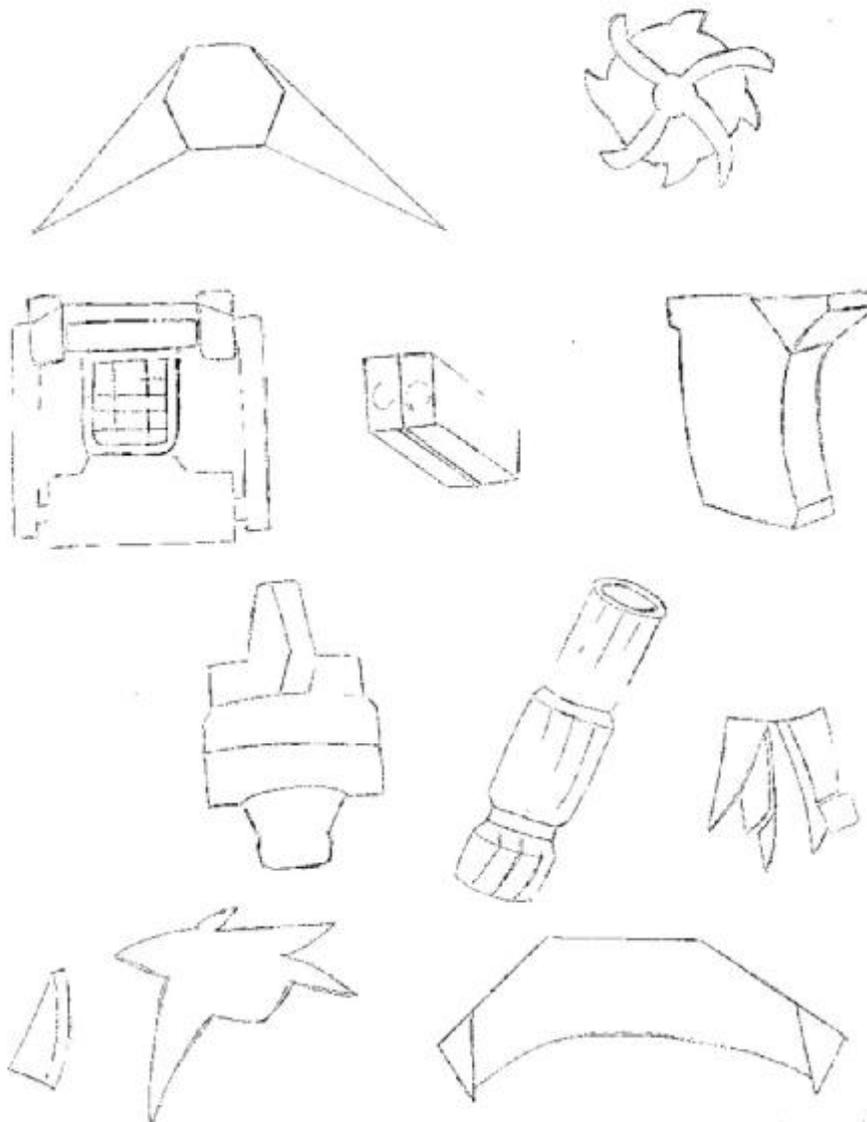


Figura 15. Exploración Formal 1. Autoría Propia.

TRANSFORMERS

MICHAEL BAY PRESENTS



EXPLORACIÓN FORMAL

Figura 16. Exploración Formal 2. Autoría Propia.

5. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

A continuación se presentan 5 alternativas de diseño desarrolladas a partir de los indicadores dados en la matriz de evaluación.

5.1. PROPUESTAS



Figura 17. Alternativa 1. Autoría propia

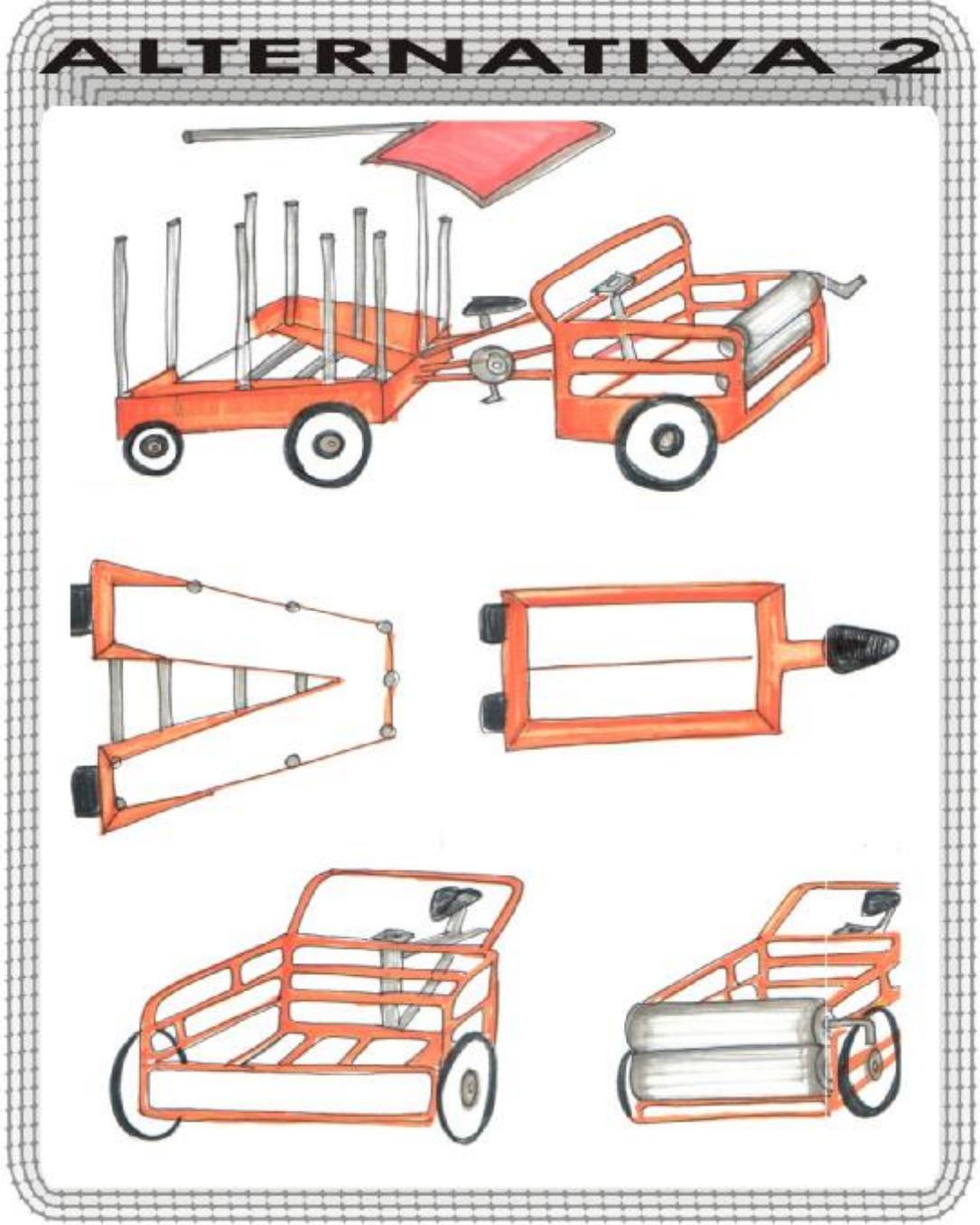


Figura 18. Alternativa 2. Autoría propia

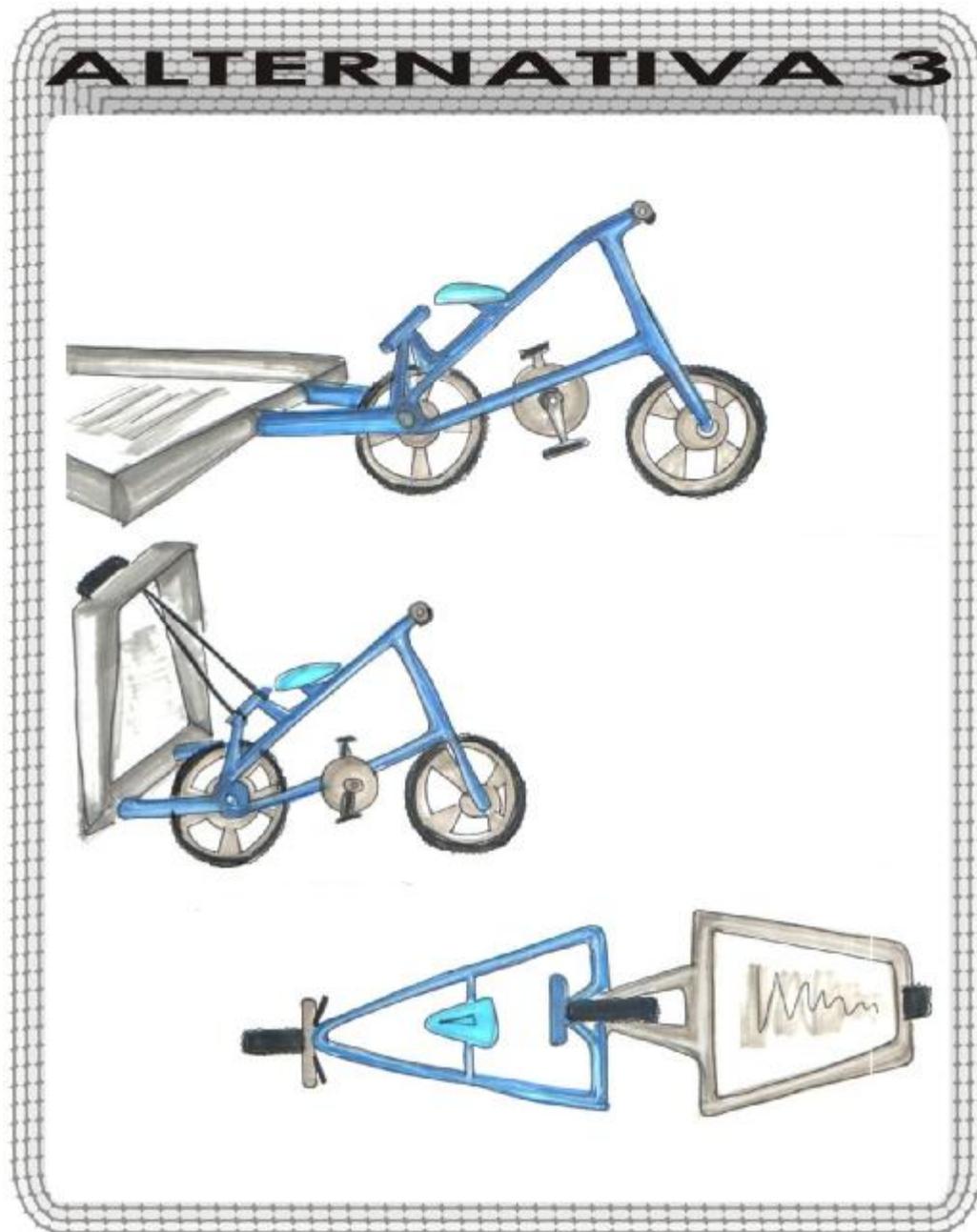


Figura 19. Alternativa 3. Autoría propia

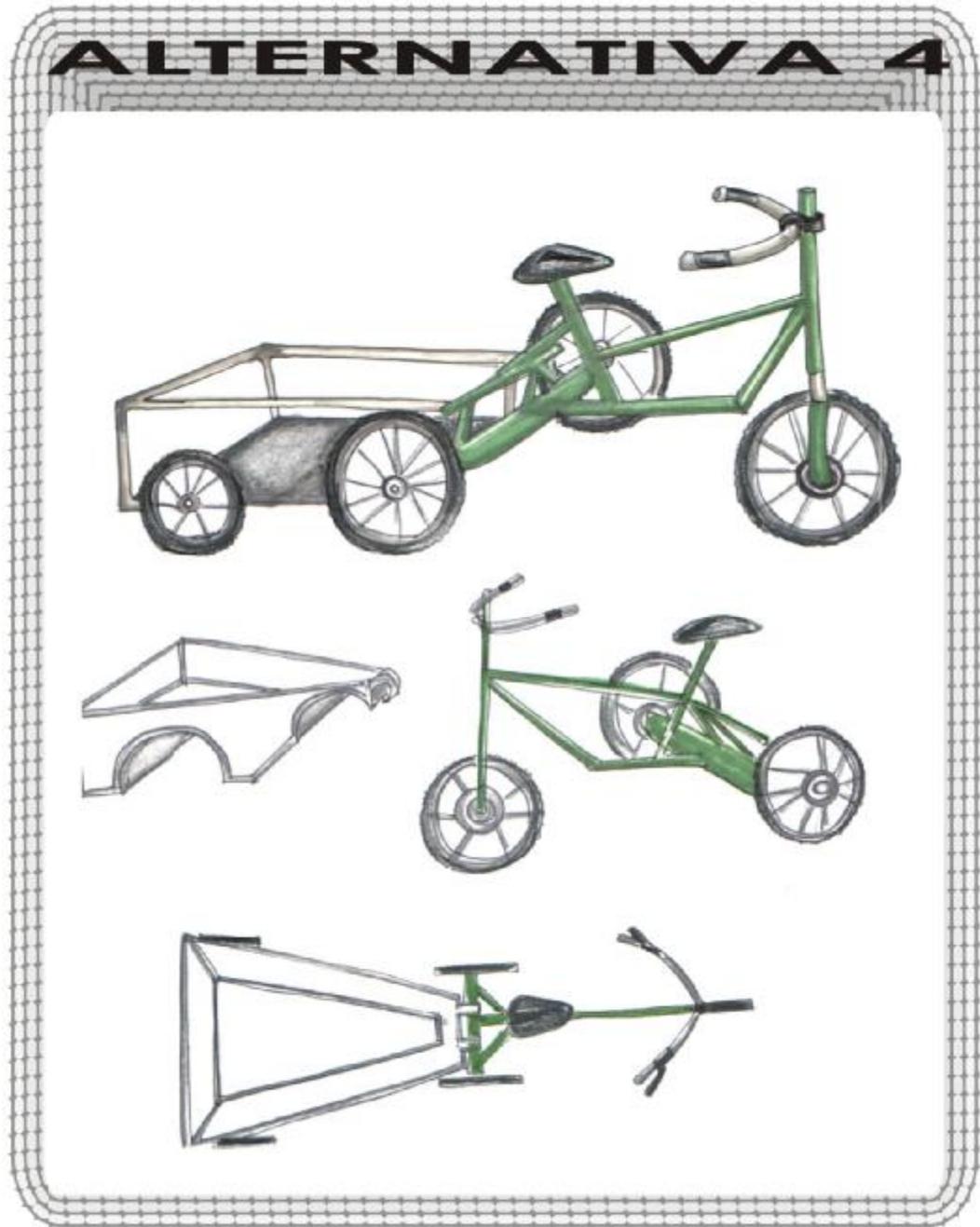


Figura 20. Alternativa 4. Autoría propia



Figura 21. Alternativa 5. Autoría propia

6. CLASIFICACIÓN Y PONDERACIÓN

A continuación se realiza una evaluación de alternativas teniendo en cuenta los criterios anteriormente mencionados.

6.1. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.2. DISEÑO PRELIMINAR

Luego de analizar la matriz de evaluación, la alternativa 2 es la seleccionada, ya que cumple con todos los criterios de diseño.

Esta alternativa se va a diseñar nuevamente tomando características importantes de las demás alternativas.

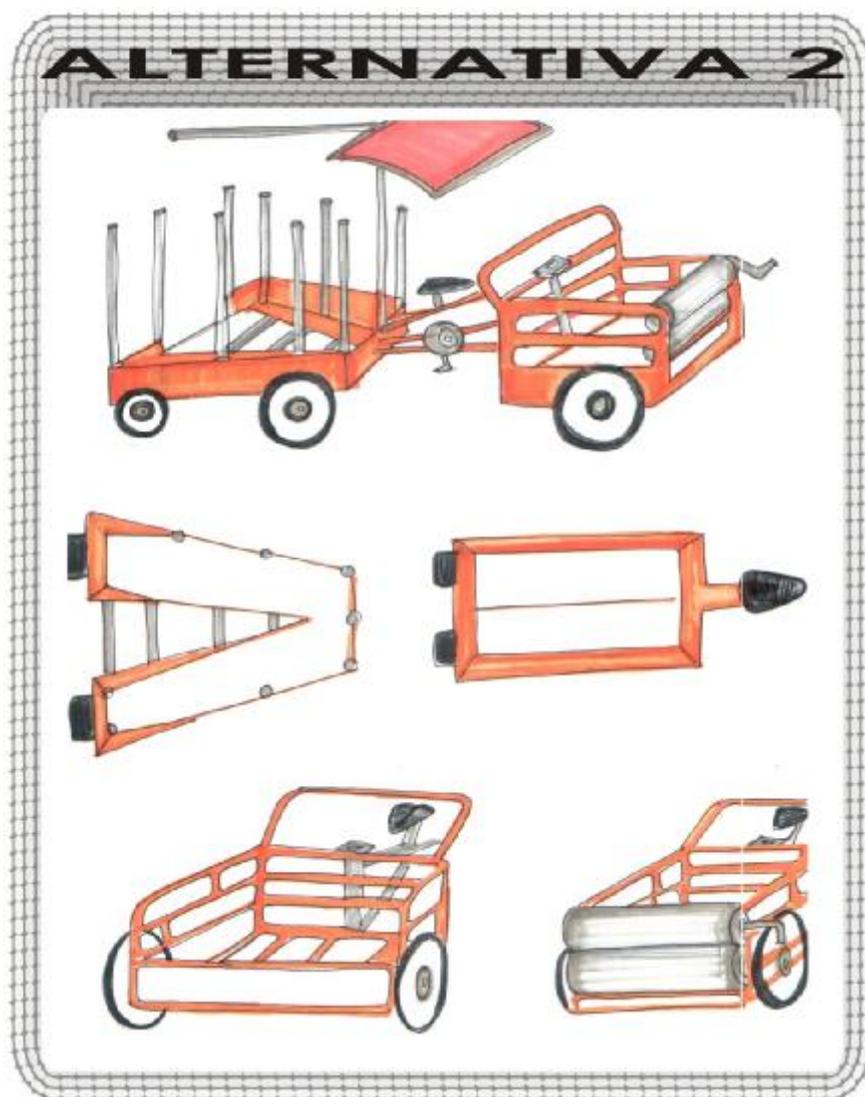


Figura 21. Alternativa elegida. Autoría propia

7. DISEÑO DE DETALLE

En esta etapa finalmente se plantea o se desarrolla el arreglo, la forma, las dimensiones y las propiedades. Se preparan todos los dibujos y otros documentos para la producción.

Después de tener en cuenta todos los detalles de los capítulos anteriores se especifica aun más el diseño del vehículo.

Se llega al diseño definitivo haciendo del vehículo un diseño eficiente para la recolección y transporte.

7.1. MODELACIÓN 3D



Figura 23. Modelación Vehículo sin Carpa. Autoría Propia



Figura 24. Modelación vehículo con carpa. Autoría Propia

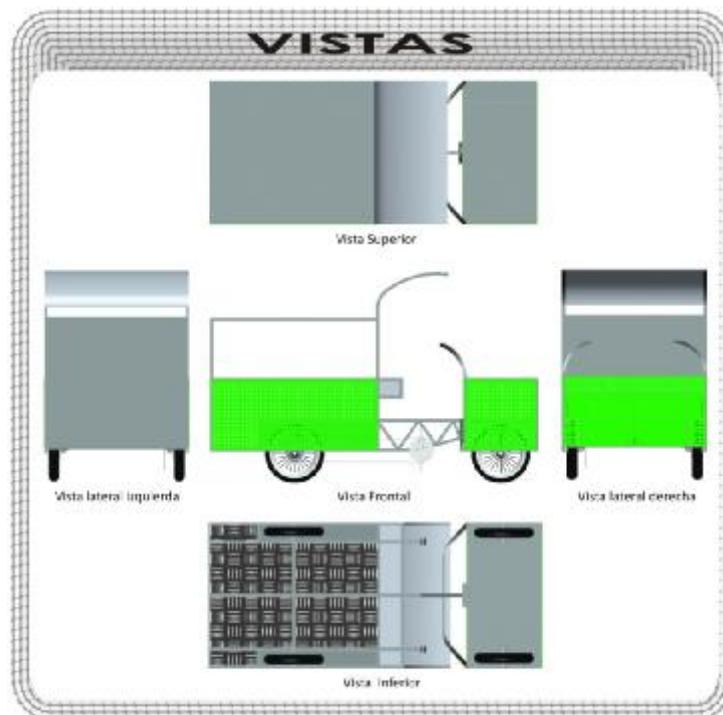


Figura 25. Vistas. Autoría propia

7.2. DIBUJO DE DETALLE

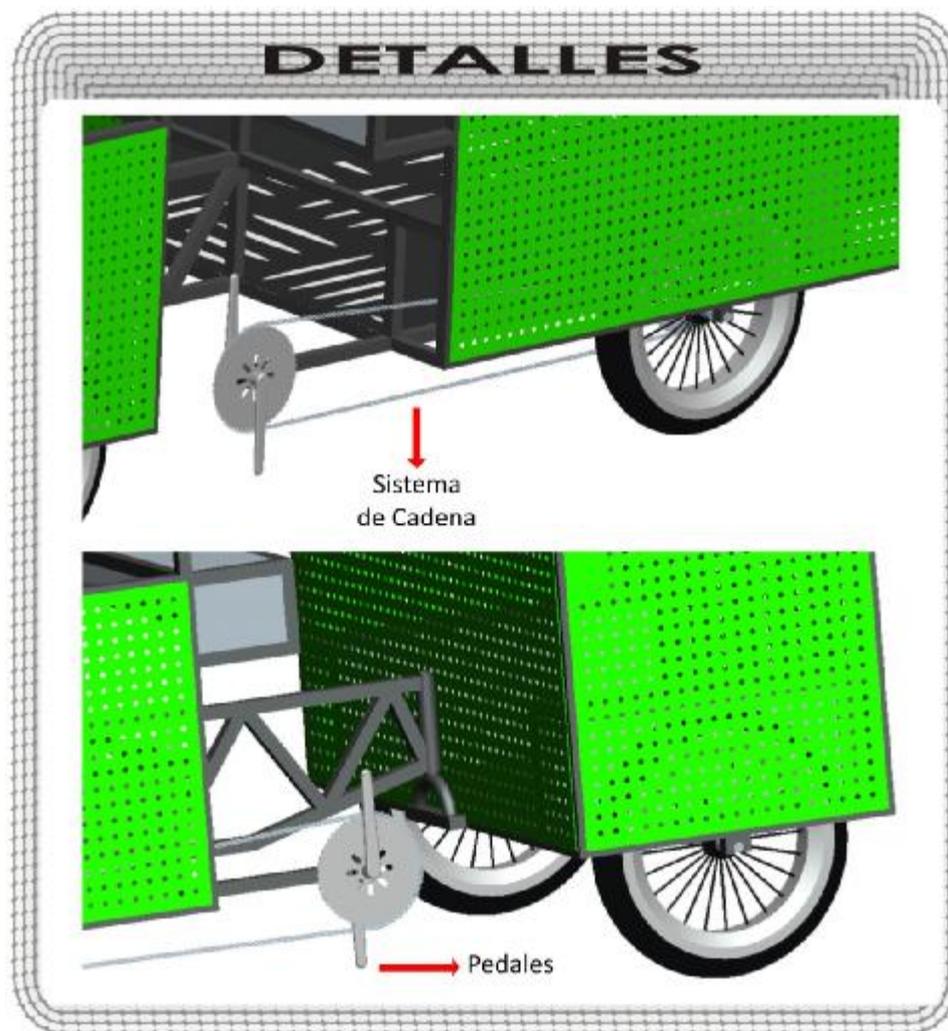


Figura 26. Mecanismo Sistema de Cadena y Pedales. Autoría Propia

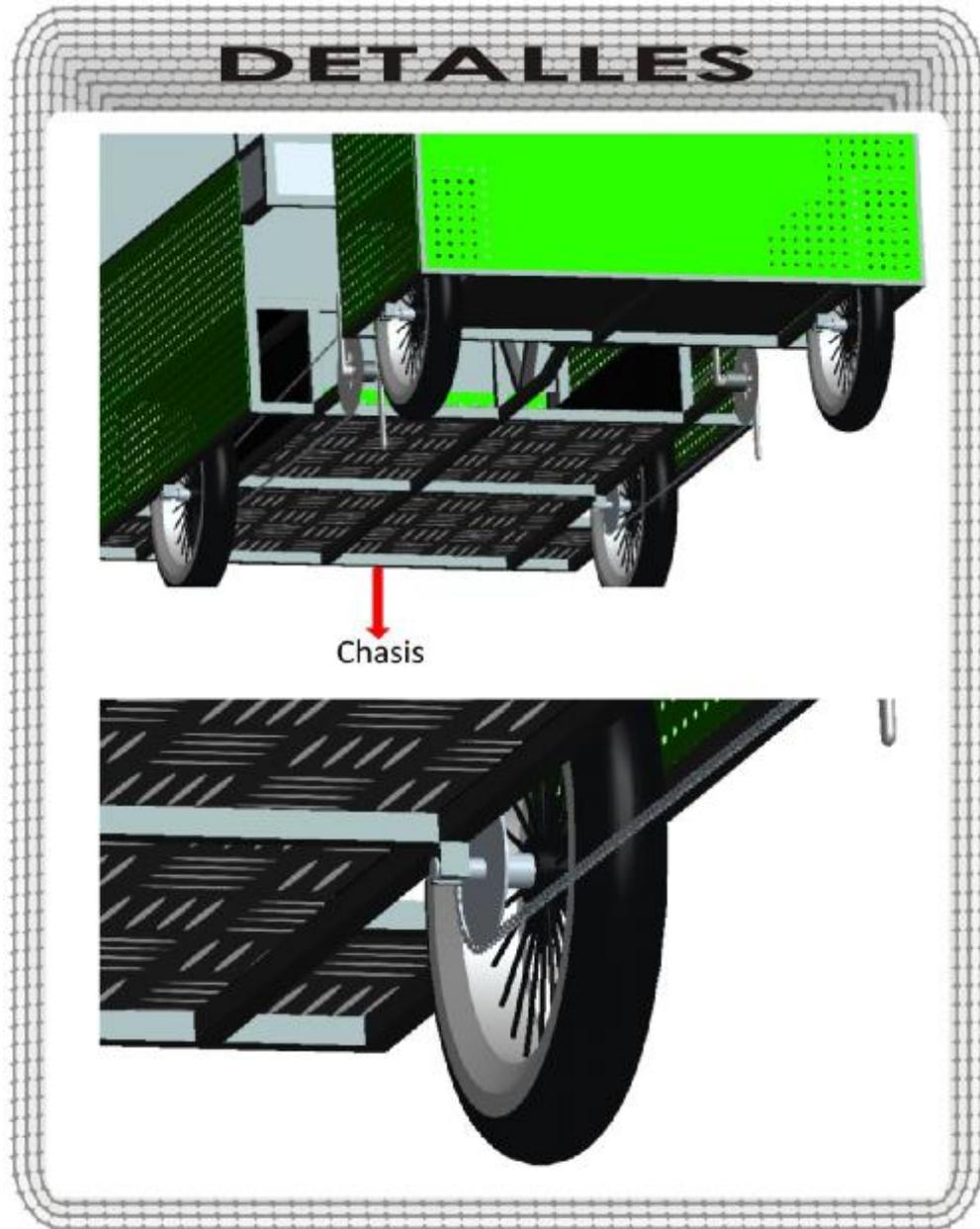


Figura 27. Chasis. Autoría Propia

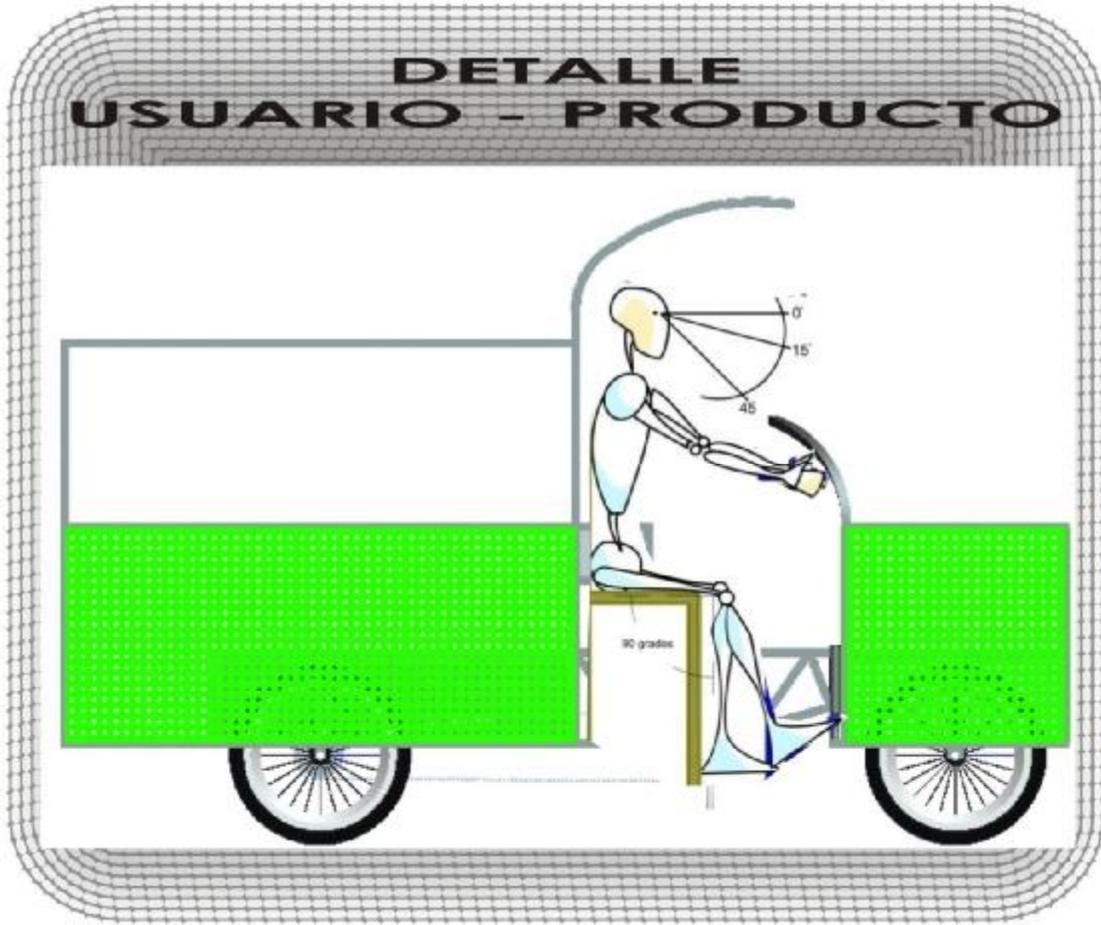


Figura 34. Usuario – Producto. Autoría Propia

7.3. PLANOS DE TALLER Y ENSAMBLE

Ver Anexo N. 1.

8. INFORME DE INGENIERÍA

8.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación se analizó el comportamiento de la estructura del vehículo en cuanto a deformaciones y esfuerzos que pueda soportar teniendo en cuenta la fuerza aplicada.

Se realizó el estudio de la estructura trasera del vehículo, la cual soporta la mayor carga en el sistema.

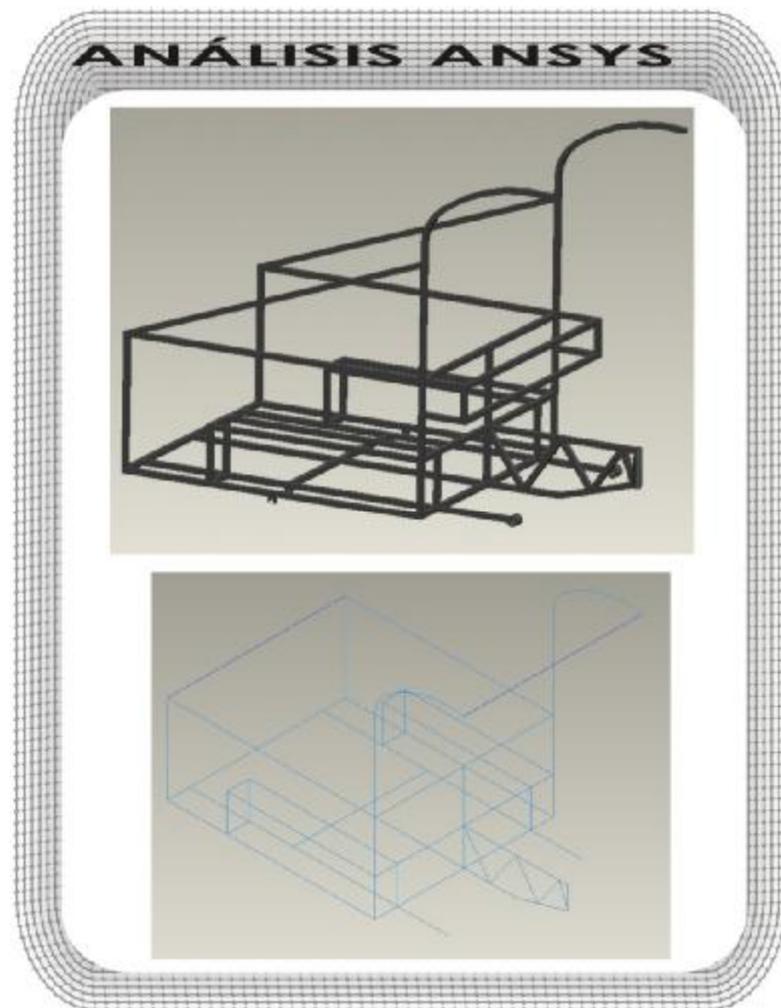


Figura 27. Análisis ANSYS. Autoría Propia

Se analizó el comportamiento de dicha estructura aplicando una fuerza de 3000 N en la parte de la biga central del chasis, debido que esta zona es en la cual se focaliza el mayor esfuerzo de la estructura en los ciclos de funcionamiento.

Las unidades de medidas en las cuales se trabajó este informe hacen parte del sistema internacional:

Longitud: milímetros (mm)

Esfuerzos: Mega-Pascales (MPa= N/mm²)

8.2. PROPIEDADES DEL MATERIAL

El modelo se realizó en tubería de acero cuadrada.

Las propiedades estructurales del acero tienen una ventaja y es de acuerdo a su comportamiento el cual es perfectamente lineal y elástico hasta la fluencia, a su vez estas características lo hacen más fácilmente predecible la respuesta de las estructuras de este material. La alta ductilidad del material permite redistribuir concentraciones de esfuerzos.

Sus cualidades estructurales del acero y especialmente su alta resistencia en tensión, son aprovechadas estructuralmente en una gran variedad de elementos.

Modulo elástico: $E = 200 \text{ G Pa}$ $E = 200 \times 10$

Descripción: Tubería mecánica fabricada en acero laminado en frío, soldada por inducción de corriente de alta frecuencia, sin adición de material.

Especificaciones de la Materia prima

Nombre: ACERO COLD ROLLED LAMINADO EN FRIO

Norma: JIS G 3141 1996 SPCC-SD edición 3, calidad comercial o norma ASTM A 1008 calidad comercial o equivalente.

Dureza: 65 HRB Máximo **Acabado:** Dull Finish (mate)

Calibre: 18 **Especificación (mm):** 1.20 **Tolerancia (mm):** + - 0.08

NOMBRE	VALOR
Compressive Ultimate Strength	0.0 MPa
Compressive Yield Strength	250.0 MPa
Density	7,85e-006 kg/mm ³
Poisson's Ratio	0.33
Tensile Yield Strengt	250.0 MPa
Tensile Ultimate Strength	460.0 MPa
Young's Modulus	2,e+005 MPa
Thermal Expansion	6,05e-002 W/mm·°C
Specific Heat	434.0 J/kg·°C
Relative Permeability	10000
Resistivity	1,7e-004 Ohm·mm

Cuadro 14. Propiedades mecánicas del acero. Fuente: Software ANSYS

8.3. CONDICIONES DE FRONTERA

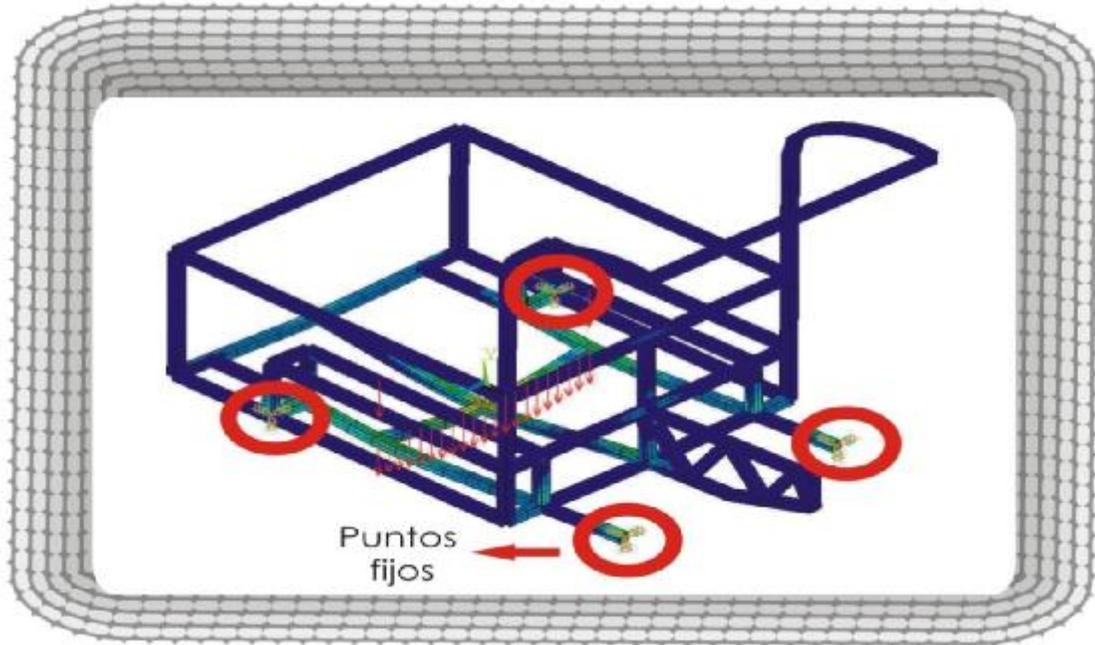


Figura 28. Condiciones de frontera. ANSYS: Autoría Propia

Restricciones		Carga
Ux	0	W= 3000 N
Uy	0	
Uz	0	
Rotacion x	0	
Rotacion y	0	
Rotacion z	0	

Nota: El peso se distribuyó uniformemente a lo largo de la viga.

8.4. CARGAS Y DEFORMACIONES

El análisis se trabajó bajo dos parámetros de dos tuberías de acero con un mismo calibre, espesor y características, bajo una diferencia, una es tubería redonda y la otra cuadrada, esto con el fin de analizar las propiedades del material en cuanto esfuerzo, deformación y resistencia de cada una.

ESTRUCTURA CIRCULAR

1½"; Calibre 18; Espesor 1.2 mm

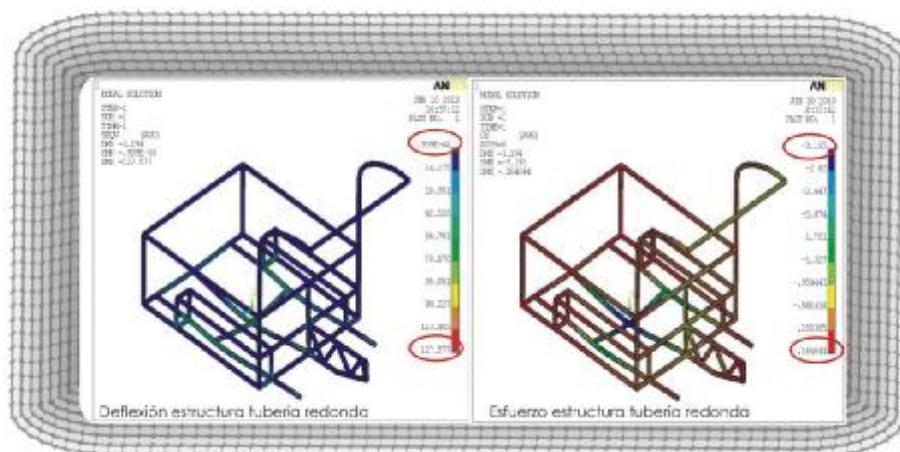


Figura 29. Carga aplicada a la estructura. ANSYS. Autoría Propia.

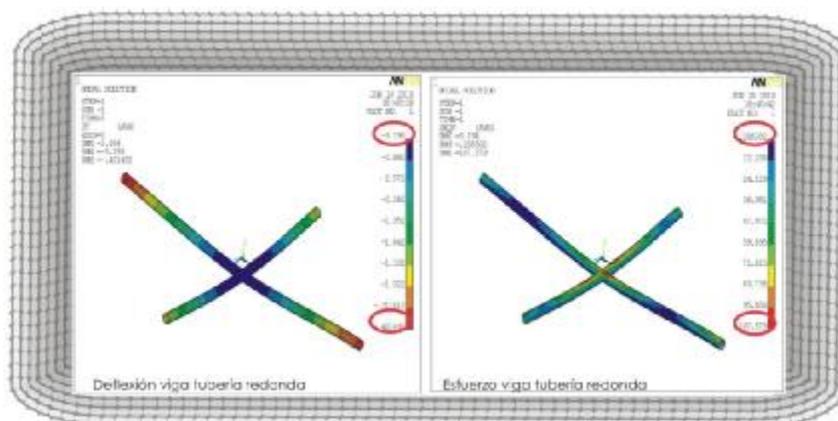


Figura 30. Carga aplicada a la viga. ANSYS. Autoría Propia.

ESTRUCTURA CUADRADA
 1 ½"; Calibre 18; Espesor 1.2 mm

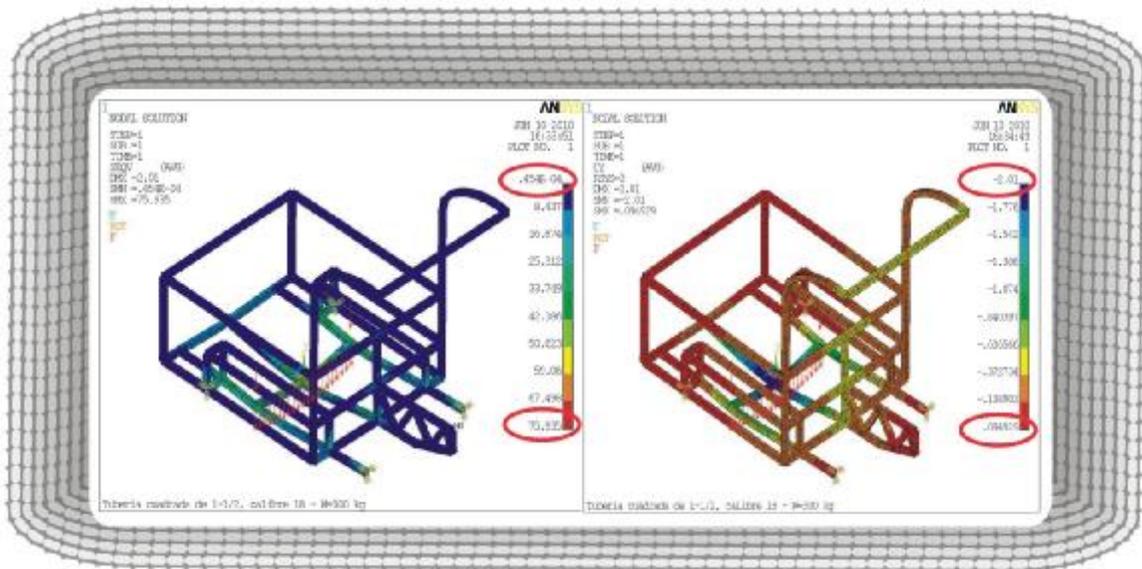


Figura 31. Carga aplicada a la estructura. ANSYS. Autoría Propia

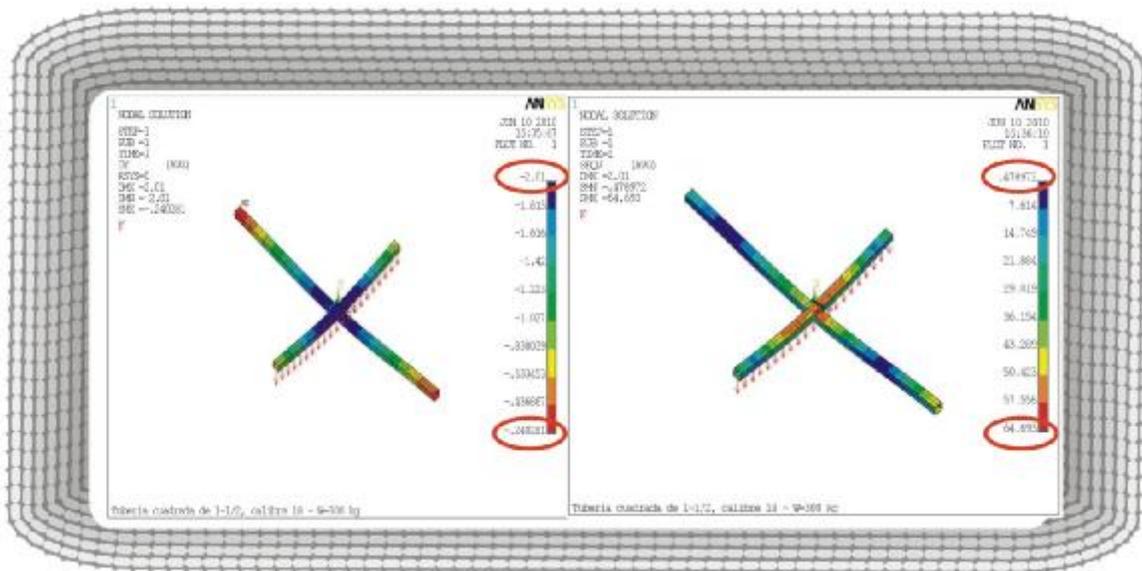


Figura 32. Carga aplicada de la viga. ANSYS. Autoría Propia

8.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

ANALISIS DE RESULTADOS

Se analizan los modelos para determinar los esfuerzos a los cuales son sometidas, así como la deformación que se efectúa debido a la fuerza ejercida.

Para ello se utilizó el software CAE *Ansys workbench* (como herramienta de ayuda y solución).

El análisis se realizó con base en la comparación de dos tipos de tuberías, circular y cuadrada, bajo las mismas características; En la tubería circular aplicando un peso de 3000 N de carga, la deflexión y esfuerzo son menores que en la tubería cuadrada y el peso de la estructura con la tubería cuadrada es menor que en la tubería circular; Es decir que la estructura en tubería cuadrada es la conveniente para la construcción del proyecto de acuerdo al PDS expuesto inicialmente y los requerimientos expresados en este, en los cuales se hace énfasis que el vehículo debe ser liviano, con el fin de facilitar el desplazamiento de todo el sistema.

Desarrollando dicha estructura en una tubería cuadrada se cumplirá a cabalidad uno de los requisitos necesarios en la construcción.

Ver Anexo N. 2. Cálculos de análisis de Ingeniería.

9. PROTOTIPO FINAL

9.1. PROCESO DE CONSTRUCCION



Figura 35. Chasis. Autoría Propia

CONSTRUCCION



Figura 36. Montaje llantas y base silla. Autoría Propia



Figura 37. Chasis Delantero. Autoría propia

CONSTRUCCION



**SISTEMA
DE PEDAL
DOBLE**

Figura 38. Sistema de pedal. Autoría Propia

CONSTRUCCION



SISTEMA DE PEDAL

Figura 39. Sistema de pedal 2. Autoría propia



Figura 40. Chasis Trasero. Autoría Propia

CONSTRUCCION



Figura 41. Estructura. Autoría Propia



Figura 41. Dirección. Autoría propia



Figura 42. Mecanismo Tipo Prensa. Autoría Propia



Figura 43. Diseño Final. Autoría Propia



Figura 44. Diseño Final 2. Autoría Propia

10. PLAN DE PRUEBA

10.1. PRUEBAS DE USUARIO

Ver Anexo N.3. Video Producto – Vehículo.

Ver Anexo N.4. Mecanismo para Compactar.

11. CONCLUSIONES

- Se logró analizar el estado actual de la carretilla tradicional encontrando aspectos negativos, ya que esta no cuenta con las características aptas para el fácil transporte y recolección del material reciclable, además el material en la mayoría se encuentra viejo y dañado, con un diseño poco atractivo y funcional.
- A partir del sector de los carretilleros se observa como la carretilla es un elemento fundamental en la labor de recolección, es un producto muy utilizado en este sector.
- Existen productos sustitutos que pueden llegar a cumplir con la misma función, pero en el mercado no se encuentra un producto realmente diseñada para las necesidades de los carretilleros.
- El diseño de un vehículo para la recolección y transporte de material reciclable sería una buena oportunidad de negocio, pues tendría elementos diferenciadores y llamativos que permiten satisfacer los deseos del usuario.
- A partir del diseño conceptual se logró establecer una clara estructura funcional que da claridad en cuanto al funcionamiento del vehículo, se busca optimizar los procesos de recolección tanto en tiempo y en capacidad de volumen.
- En la parte formal, se logró establecer un referente con atributos adaptables al sistema funcional y formal. A partir del juguete transformers como referente se logró desarrollar ideas claras para mecanismos, colores, texturas y formas.

- De acuerdo con el informe de ingeniería se garantiza el comportamiento funcional y formal del diseño del vehículo, y se obtuvo que aplicándole una fuerza superior a la cual será sometido en un caso real, dicho vehículo no presentara fallas ocasionadas por el exceso de peso, puesto que la deformación que presenta es casi imprescindible y hace parte de las deformaciones normales que puede llegar a presentar el producto, así que cumple con los requisitos de seguridad.
- Para una futura comercialización, este vehículo cumple con las propiedades principales requeridas por el usuario, maneja capacidad para transportar gran volumen de material, su desplazamiento facilita recorrer grandes distancias evitando la fatiga del usuario y además emplea un mecanismo tipo prensa que facilita la manipulación del PET.
- Cuando nos referimos a precio de venta en el mercado, este vehículo fácilmente puede comercializarse bajo un precio de venta de \$ 1.000.000, incluso si la producción se realizara en serie el precio puede disminuir significativamente y así lograr acceder a el público objetivo.
- De igual forma el mercado al cual está enfocando este proyecto, es uno de los menos explorados, así que fácilmente se puede tomar como una gran oportunidad de negocio con respaldo de alguna entidad interesada en el medio.
- La mayor ganancia de este proyecto fue lograr que el diseño de este vehículo cumpliera con las especificaciones expresadas por el usuario en el PDS, y así obtener la mayor satisfacción de diseño, un usuario Feliz.

- Este proyecto está totalmente comprometido con la conservación y cuidado del medio ambiente.

12. BIBLIOGRAFIA

Fuente:

<http://www.anr.org.co/nentidad.php>

<http://habitat.aq.upm.es/bpn/bp081.html><http://habitat.aq.upm.es/bpn/bp081.html>

Fuente:

<http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://1d20c225069214e5ef61f8aa8f11>

<http://autorneto.com/referencia/...%20/la-importancia-del-reciclaje/>

www.google.com

www.paginasamarillas.com.co

Fuente:

www.virtual.unal.edu.co/

Fuente:

www.recidmed.com.co

Fuente:

Libro métodos de diseño, estrategias para el diseño de productos, CROSS.

13. CONTACTO ESTUDIANTES

ALEJANDRA BUSTAMANET ECHAVARRÍA

Estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto

Código 200310026085

Email: abustam4@eafit.edu.co

Celular: 317 427 49 68

VERÓNICA MOLINA AYARZA

Estudiante Ingeniería de Diseño de Producto

Código 200310016085

Email: vmolinaa@eafit.edu.co

Celular: 317 657 74 24