

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE EQUIPOS
PORTÁTILES PARA EL CENTRO DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD
EAFIT DENOMINADO “AULA MÓVIL”**

JONNATHAN SIEGERT LÓPEZ

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN

2008

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE EQUIPOS
PORTÁTILES PARA EL CENTRO DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD
EAFIT DENOMINADO “AULA MÓVIL”**

JONNATHAN SIEGERT LÓPEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título
de Ingeniero de Diseño de Producto**

Asesor:

GERMÁN GUZMÁN

Ingeniero Electrónico

Profesor de tiempo completo de la Universidad EAFIT

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN

2008

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 7 de Mayo de 2008

A mi familia que ha estado en todo mi desarrollo profesional brindándome su apoyo. A Eliana por estar en todo momento que la he necesitado. Gracias a ellos me encuentro hoy logrando esta meta.

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente proyecto expresa sus agradecimientos a las siguientes personas:

- A mi Padre por brindarme su tiempo y asesoría incondicional en el desarrollo de este proyecto y a través de toda la carrera.
- A mi Madre por dedicarme su compañía y apoyo en todos los momentos importantes de mi vida.
- A Cristian Siegert López, mi hermano, por su aporte en el desarrollo y construcción de la parte eléctrica del vehículo.
- A mis hermanos, Steven y Paul, por ser siempre partícipes de mis metas y logros.
- A la Universidad EAFIT, especialmente al Centro de Informática, por permitirme participar en el desarrollo de este proyecto, por brindarme su apoyo en cada una de las etapas, y proporcionar su financiamiento para poder llevarlo a cabo.
- A Juan Diego Ramos, por brindarme su amistad y ser el mentor de todos los proyectos.
- Al Ingeniero Germán Guzmán, asesor de este proyecto de grado, por su conocimiento y acompañamiento para el logro de los objetivos propuestos.
- A las diferentes personas que hacen parte de los laboratorios de la Universidad que con su trabajo y experiencia hicieron posible la construcción del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ANEXOS	15
GLOSARIO	16
RESUMEN.....	20
1 INTRODUCCIÓN	22
2 ANTECEDENTES	23
2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE ACTUAL.....	24
2.2 EQUIPOS PARA TRANSPORTAR.....	25
3 JUSTIFICACIÓN	27
4 OBJETIVOS	29
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	29
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
5 ALCANCE Y PRODUCTOS	30
6 METODOLOGÍA SUGERIDA.....	31

7	INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS.....	32
7.1	INVESTIGACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL.....	32
7.2	ALFABETO VISUAL	39
7.2.1	ESTILO DE VIDA	41
7.2.2	REFERENTE	42
7.2.3	LA EMOCIÓN.....	43
7.2.4	LA COMPETENCIA.....	44
7.2.5	CARTA DE COLORES.....	45
7.2.6	TEXTURAS	46
7.2.7	FORMAS.....	47
7.3	ANÁLISIS PRODUCTOS EXISTENTES.....	48
7.3.1	VENTAJAS Y DESVENTAJAS PRODUCTOS EXISTENTES	52
7.4	ANÁLISIS USUARIO – PRODUCTO – CONTEXTO	53
7.4.1	PERFIL DE USUARIO	53
8	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.....	54
8.1	BRIEF	54
8.2	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO - PDS	54

9	CONCEPTUALIZACIÓN	55
9.1	ANÁLISIS DE MECANISMOS	55
9.1.1	SISTEMA DE DIRECCIÓN	55
9.1.2	SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	58
9.1.3	SISTEMA DE FRENOS.....	59
9.1.4	SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN	60
9.2	ANÁLISIS ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	61
9.3	DESARROLLO DE ALTERNATIVA	64
9.4	PRUEBAS DE SIMULACIÓN Y RESISTENCIA	65
10	ATRIBUTOS PARA EL DESARROLLO ELECTRÓNICO Y MECÁNICO	66
10.1	RELACIONES DEL MOTOR	66
11	ELECTRÓNICA Y MECÁNICA.....	68
11.1	MONTAJE ELECTRÓNICO.....	68
11.2	DESARROLLO MECÁNICO.....	69
11.3	DISEÑO DE DETALLE	71
11.4	PROCESOS Y MATERIALES	72
11.5	SÍNTESIS ELECTRÓNICA Y MECÁNICA.....	73

11.6	MODELACIÓN 3D.....	74
12	MANUFACTURA.....	77
12.1	DESARROLLO DE PLANOS.....	77
12.2	CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DEL PRODUCTO	78
13	PRODUCTO.....	83
13.1	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	83
13.2	PRESTACIONES	84
13.3	VISTAS DEL PRODUCTO	84
13.4	PRUEBAS DE USUARIO AL PRODUCTO	85
14	CONCLUSIONES.....	89
15	BIBLIOGRAFÍA	91
16	ANEXOS	93

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Metodología	31
Cuadro 2: Requerimientos de salud ocupacional.....	35
Cuadro 3: Ausentismo laboral debido a cada complicación.....	36
Cuadro 4: Muestra de las Especificación de Diseño de Producto.....	54
Cuadro 5: Características de los sistemas.....	67
Cuadro 6: Descripción básica	83
Cuadro 7: Pruebas de usuario	85
Cuadro 8: Prueba de usuario en imágenes	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fotografías del sistema de transporte actual	24
Figura 2: Portátil – Tablets PC – PDA.....	25
Figura 3: Algunas fuentes de origen de dolor lumbar, vista posterior-lateral.	34
Figura 4: Vista lateral anatómica de las vértebras cervicales.	34
Figura 5: Arteria carótida.	34
Figura 6: Descripción del hombro.	34
Figura 7: Medidas antropométricas del estándar Colombiano	37
Figura 8: Board del estilo de vida.....	41
Figura 9: Board del referente	42
Figura 10: Board de la emoción	43
Figura 11: Board de la competencia	44
Figura 12: Carta de colores	45
Figura 13: Carta de Texturas	46
Figura 14: Extracción de formas	47

Figura 15: Centro de Cómputo.....	48
Figura 16: Aula Inalámbrica Móvil Study.....	48
Figura 17: Bretford Mobile Classroom	49
Figura 18: Aula Móvil de Informática.....	49
Figura 19: Ordenadores portátiles	49
Figura 20: Aula Móvil plástico	50
Figura 21: Aula móvil	50
Figura 22: Aula móvil	50
Figura 23: Notebook Carts	51
Figura 24: Aula móvil Toshiba.....	51
Figura 25: Aula móvil EAFIT	51
Figura 26: Tornillo y palanca.....	56
Figura 27: Tornillo sin fin.....	56
Figura 28: Cremallera	57
Figura 29: Servodirección	57
Figura 30: Transmisión por cadena	58
Figura 31: Tren de Engranés	58

Figura 32: Relación 2:1	58
Figura 33: Freno de tambor	59
Figura 34: Freno de disco	59
Figura 35: Sistemas de amortiguación.....	60
Figura 36: Batería	62
Figura 37: Motor DC	62
Figura 38: Control	62
Figura 39: Plano del circuito eléctrico	63
Figura 40: Modelación de alternativa	64
Figura 41: <i>Ansys Simulator Workbench 10.0</i>	65
Figura 42: Panel de control.....	68
Figura 43: Piñones.....	69
Figura 44: Caja de dirección	69
Figura 45: Plataforma plegable	70
Figura 46: Sistema de amortiguación	70
Figura 47: Rodamientos de las llantas.....	71
Figura 48: Sistema de poleas de tracción.....	71

Figura 49: Cojinete de la dirección.....	71
Figura 50: Amortiguación del compartimiento.....	71
Figura 51: Torno, fresadora, taladro, pulidora.....	72
Figura 52: Soldador	72
Figura 53: Arquitectura del sistema eléctrico	73
Figura 54: Arquitectura del sistema mecánico	73
Figura 55: Planos de Ingeniería.....	77
Figura 56: Secuencia fotográfica de la construcción.....	79
Figura 57: Secuencia fotográfica de la construcción.....	81
Figura 58: Vistas del producto	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: ERGONOMÍA.....	93
ANEXO B: BRIEF	96
ANEXO C: PDS	101
ANEXO D: PLANOS	106
ANEXO E: MANUAL DE USUARIO	108

GLOSARIO

ACCIDENTE DE TRABAJO: Es un suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produce en el trabajador daños a la salud (una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte). Ejemplo herida, fractura, quemadura¹.

AMBIENTE DE TRABAJO: Es el conjunto de condiciones que rodean a la persona y que directa o indirectamente influyen en su estado de salud y en su vida laboral.

AULA MÓVIL: sistema donde se almacenan equipos de cómputo para ser transportados de un lugar a otro.

BATERÍA ELÉCTRICA: Se le llama batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces².

CERVICALGIA: significa simplemente “dolor en la zona cervical de la columna”, por lo que no es un diagnóstico o nombre de ninguna patología en concreto, sino más bien un término descriptivo para referirse a dolor de cuello. Normalmente ese dolor proviene de problemas mecánicos de las articulaciones y músculos de las vértebras cervicales y no siempre es debido a la artrosis (desgaste) de las

1 Zúñiga G. Conceptos básicos en salud ocupacional y sistema general de riesgos profesionales en Colombia. [artículo en Internet]
<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/rrhh/conbassalo.htm> [19 de Abril 2008]

2 Enciclopedia Wikipedia. Batería eléctrica [en línea]. [consultado 12 Abril 2008].
http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_el%C3%A9ctrica

articulaciones cervicales como se venía pensando. Los estudios científicos muestran que no existe relación entre la artrosis de columna y el dolor de columna cervical y la artrosis tiene la misma incidencia en personas con dolor que sin dolor³.

ENFERMEDAD PROFESIONAL: Es el daño a la salud que se adquiere por la exposición a uno o varios factores de riesgo presentes en el ambiente de trabajo⁴. El Gobierno adopta 42 enfermedades como profesionales, dentro de las cuales podemos mencionar la intoxicación por plomo, la sordera profesional y el cáncer de origen ocupacional. También es Enfermedad Profesional si se demuestra la relación de causalidad entre el factor de riesgo y la enfermedad.

ERGONOMÍA: el termino ergonomía viene de las palabras griegas ERGON que significa trabajo y NOMOS que significa leyes naturales⁵

FACTOR DE RIESGO: Es un elemento, fenómeno o acción humana que puede provocar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones. Ejemplo, sobre esfuerzo físico, ruido, monotonía.

LUMBAGO: La lumbalgia o lumbago es un síndrome músculo esquelético, caracterizado por un dolor focalizado en la espalda baja (zona lumbar). Se produce por la distensión de los músculos lumbares. Se origina por distintas

3 Institut Ferran de Reumatología (IFR) cervicalgia [en línea]. [consultado 12 de Abril 2008].
<http://www.institutferran.org/cervicalgia.htm>

4 Zúñiga G. Conceptos básicos en salud ocupacional y sistema general de riesgos profesionales en Colombia. [artículo en Internet]
<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/rrhh/conbassalo.htm> [19 de Abril 2008]

5 Diccionario Enciclopédico Martin Alonso, pagina 1784.

causas y formas, siendo las más comunes el estrés, el sobre-esfuerzo físico y las malas posturas al caminar o sentarse⁶.

MOTOR ELÉCTRICO: Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica, y viceversa, convierte la energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generador o dinamo. La energía de una batería de varios kg equivale a la que contienen 80 g de gasolina. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos⁷.

POCKET O PDA: del inglés Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal), es un computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura. Hoy día se puede usar como una computadora doméstica (ver películas, crear documentos, juegos, correo electrónico, navegar por Internet, reproducir archivos de audio, etc.)⁸.

PORTÁTIL O LAPTOP: es una pequeña computadora personal móvil, que pesa normalmente entre 1 y 3 Kg. Los computadores portátiles son capaces de realizar la mayor parte de las tareas que realizan las computadoras de escritorio, con la ventaja de ser más pequeños, livianos y de tener la capacidad de operar desconectados por un período determinado⁹.

6 Enciclopedia Wikipedia. lumbago [en línea]. [consultado 12 Abril 2008]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Lumbago>

7 Enciclopedia Wikipedia. Motor eléctrico [en línea]. [consultado 12 Abril 2008]. http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

8 Enciclopedia Wikipedia. Pda [en línea]. [consultado 12 Abril 2008]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pda>

9 Enciclopedia Wikipedia. Laptop [en línea]. [consultado 12 Abril 2008]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Laptop>

SALUD OCUPACIONAL: Se define como la disciplina que busca el bienestar físico, mental y social de los empleados en sus sitios de trabajo¹⁰.

SALUD: Es un estado de bienestar físico, mental y social. No solo en la ausencia de enfermedad.

TABLET PC: es una computadora a medio camino entre una computadora portátil y un PDA, en el que se puede escribir a través de una pantalla táctil. Un usuario puede utilizar un estilo (o stylus) para trabajar con el ordenador sin necesidad de teclado o mouse¹¹.

TRANSPORTE: Se denomina transporte (del latín trans, "al otro lado", y portare, "llevar") al traslado de personas o bienes de un lugar a otro¹².

TRAUMATISMO: Un traumatismo es una situación con daño físico al cuerpo. En medicina, sin embargo, se identifica por lo general como paciente traumático a alguien que ha sufrido heridas serias que ponen en riesgo su vida y que pueden resultar en complicaciones secundarias¹³

10 Zúñiga G. Conceptos básicos en salud ocupacional y sistema general de riesgos profesionales en Colombia. [artículo en Internet]
<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/rrhh/conbassalo.htm> [19 de Abril 2008]

11 Enciclopedia Wikipedia. Tablet pc [en línea]. [consultado 12 Abril 2008].
http://es.wikipedia.org/wiki/Tablet_PC

12 Enciclopedia Wikipedia. Transporte [en línea]. [consultado 12 Abril 2008].
http://es.wikipedia.org/wiki/Transporte#Transporte.2C_energ.C3.ADA_y_ambiente

13 Enciclopedia Wikipedia. Traumatismo [en línea]. [consultado 12 Abril 2008].
<http://es.wikipedia.org/wiki/Traumatismo>

RESUMEN

Día a día está más presente la tecnología en nuestra cultura, y nunca se queda quieta la evolución, es por este motivo que se debe buscar nuevas formas para hacer que estos desarrollos sean más llevaderos, ya que cada creación hace que sea necesario nuevos artefactos para complementar estas nuevas creaciones.

Con este trabajo se busca contribuir a la solución de un problema médico que fatiga a los empleados del Centro de Informática de la Universidad EAFIT, con el desplazamiento accionado por la fuerza humana de un vehículo que transporta 16 computadores portátiles de un punto A hasta un punto B y viceversa, por todo el campus.

La solución propuesta en este trabajo busca optimizar los tiempos de entrega de los equipos en las aulas de clase, aumentar la capacidad de almacenamiento del vehículo para extender el número de equipos por clase en un solo viaje, contribuir en la solución de los problemas médicos que aquejan a los empleados del Centro de Informática de la Universidad EAFIT, haciendo que el desplazamiento del vehículo sea eléctrico y por ultimo este será una seguridad para los equipos de computo ya que se encuentran dentro de un compartimiento en el cual los equipos están asegurados individualmente, protegidos de golpes, vibraciones y humedad.

Este proyecto surge como iniciativa del centro de informática y salud ocupacional de la Universidad EAFIT de Medellín, para el diseño y construcción de un sistema de transporte de equipos portátiles denominado “aula móvil”. Esta propuesta fue llevada al departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT, para que se llevara a cabo por medio de un estudiante.

El proyecto inició con la etapa de investigación y análisis de los diferentes tipos de equipos que se encuentran en el mercado, la relación del usuario con el producto,

el contexto que lo rodea. De esta etapa se identifican los diferentes tipos de sistemas de transporte y se describe sus características.

Se estableció el PDS, (Product Design Specifications) donde se identifica en un cuadro todos los requerimientos que el producto debe cumplir.

Partiendo de la investigación inicial y el PDS se inicia el proceso de diseño comenzando con el desarrollo de alternativas por medio del uso del alfabeto visual, y el análisis de las partes mecánicas y electrónicas. Esto lleva al diseño de detalle y la síntesis de las diferentes partes.

La parte mecánica y electrónica se desarrolla a la par del diseño final, para completar el producto y corregir los posibles errores, y se establece el diseño definitivo. Con la propuesta final se desarrolló la manufactura del equipo.

La posibilidad de poder solucionar pequeños problemas que nos traen nuevas tecnologías es un reto que hace pensar en la posibilidad de desarrollar industria.

AULA MOVIL, TRANSPORTE, VEHICULO ELECTRICO, COMPUTADORES PORTATILES, TABLETS PC, PDA.

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo documenta el proceso del diseño y construcción de un sistema de transporte de equipos portátiles denominado “aula móvil”, como proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT.

El desarrollo de éste equipo se realizó a través de un proceso de investigación en la Universidad EAFIT para identificar los problemas del vehículo actual, y el análisis de los existentes. Con base en lo anterior, se propone el diseño tomando en cuenta la industria local para la producción y consecución de los elementos del producto.

Se implementa la metodología utilizando las diferentes herramientas de diseño y desarrollo de productos, para tener como finalidad un prototipo funcional. De esta forma se establece un primer paso en el desarrollo de dispositivos para el transporte de equipos portátiles eléctricos de este tipo en la ciudad, agregando un alto valor formal.

2 ANTECEDENTES

Actualmente, en las universidades de las principales ciudades de Colombia, se viene implementando el uso continuo y muy aceptado de equipos de cómputo portátiles para impartir clases académicas dentro del campus, teniendo una mayor movilidad y saliéndose de la rutina del salón de clase. Esto significa una ventaja para las instituciones, al necesitar cada vez menos espacio en aulas para los aparatosos computadores de escritorio. Analizando este incremento de implementación de nuevas tecnologías, surge la necesidad de sistemas de transporte para estos equipos dentro de las instituciones, los cuales deberán ser usados por personas específicas desde el punto donde se almacenan hasta el punto donde serán utilizados, actualmente no encontrados en el mercado. Este sistema deberá tener ciertas características específicas diseñadas a la medida de las necesidades y que proporcione una ayuda mecánica a las personas que lo conducen.

En el mercado colombiano podemos encontrar diversos sistemas para transporte de elementos en interiores, los cuales son sobre utilizados en comparación para lo que fueron diseñados. Podemos hallar carros repartidores de comidas, carros transportadores de estivas, carretas, carretillas entre otros. En los almacenes de cadena podemos ver el uso de grúas eléctricas para surtir los almacenes en el interior. Estos sistemas, manuales y/o eléctricos, no están diseñados para los propósitos requeridos ya que generalmente son adaptaciones de carros de arrastre que no ofrecen ninguna seguridad ni ergonomía.

Estudios de salud ocupacional han demostrado que los usuarios del sistema de transporte de equipos de cómputo actual de la universidad EAFIT han venido adquiriendo complicaciones tanto lumbares como del mango rotador, de las muñecas, rodillas entre otras. La atención especializada y el tratamiento adecuado

disminuyen estos problemas y mejoran la calidad de vida, pero se debe mejorar este problema desde la raíz, lo que exige un rediseño de este tipo de sistemas de transporte más ergonómicos y ajustados a las necesidades de los equipos tecnológicos.¹⁴

2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE ACTUAL



Figura 1: Fotografías del sistema de transporte actual
Fuente: Elaboración propia

El vehículo que actualmente utiliza la Universidad EAFIT para hacer los desplazamientos por el campus es un sistema de almacenamiento adaptado para dicho fin de forma muy empírica sin una previa investigación de las necesidades requeridas. (

Figura 1). Cuenta con cuatro llantas que le permiten su desplazamiento a medida de la fuerza mecánica ejercida por la persona encargada de los desplazamientos de dichos equipos. Posee capacidad de almacenaje para 24 equipos, los cuales al

¹⁴ Diego Vanegas. [Comunicación personal, Abril 20 de 2007] Coordinador de Salud Ocupacional, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia.

no tener ningún tipo de sujeción se mueven de un lado a otro corriendo el riesgo de ser averiados y dos gavetas para cables y accesorios.

2.2 EQUIPOS PARA TRANSPORTAR



Figura 2: Portátil – Tablets PC – PDA

Fuente: www.galichip.net [Consultado el 3 de Febrero de 2008]

Los equipos que deberán ser desplazados por medio del sistema de transporte son básicamente de 3 tipos: Computadores portátiles, tablets pc y pockets o PDAs. (Figura 2)

- *Un portátil o laptop* es una pequeña computadora personal móvil, que pesa normalmente entre 1 y 3 Kg. Los computadores portátiles son capaces de realizar la mayor parte de las tareas que realizan las computadoras de escritorio, con la ventaja de ser más pequeños, livianos y de tener la capacidad de operar desconectados por un período determinado.
- *Un Tablet PC* es una computadora a medio camino entre una computadora portátil y un PDA, en el que se puede escribir a través de una pantalla táctil. Un usuario puede utilizar un estilo (o stylus) para trabajar con el ordenador sin necesidad de teclado o mouse.
- *Una pocket o PDA*, del inglés Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal), es un computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura. Hoy día se

puede usar como una computadora doméstica (ver películas, crear documentos, juegos, correo electrónico, navegar por Internet, reproducir archivos de audio, etc.).

Estos equipos, más específicamente los computadores portátiles y la Tablet PC, tienen un peso aproximado por equipo de 2.5kg y en promedio para cada clase se utilizan 10 equipos. En un día se reservan aproximadamente 3 clases lo cual implica que se deben transportar desde un punto A hasta un punto B 6 veces por día. Esta distancia es de aproximadamente 300 metros en un solo trayecto. El peso aproximado es de 25kg, este transporte lo realiza una sola persona.

3 JUSTIFICACIÓN

La educación en Colombia día a día ha ido mejorando y el uso continuo de la tecnología computacional a la vanguardia representa el futuro para el país. Dichos avances tecnológicos al ir avanzando a pasos apresurados exigen que su entorno también progrese y se adapte a las nuevas necesidades que surgen. Según esto, se crean nuevas oportunidades de diseño de producto que optimicen tanto su uso como su almacenamiento y transporte. Esta posibilidad de poder solucionar pequeños problemas que nos traen nuevas tecnologías es un reto que hace pensar en la posibilidad de desarrollar industria.¹⁵

A partir de estos requerimientos, se encontró en la Universidad EAFIT una oportunidad concreta para el diseño y desarrollo de un sistema de transporte a nivel interno para computadores portátiles, Tablet PC y Pockets.

El papel de un sistema de transporte para dicho propósito exige cumplir con requisitos de ergonomía, seguridad y tamaño, por lo que algunos de sus requerimientos deben apuntar a su funcionamiento de tipo eléctrico y que pueda tener la capacidad para transportar a la persona que lo conduce. Estos requerimientos ayudan a proporcionarle al usuario una ayuda mecánica que ayuda a evitar esfuerzos mayores y cuidar de su salud.

En Colombia no existen empresas en las cuales su razón social sea el diseño y fabricación de vehículos de transporte eléctricos para uso externo e interno, este

¹⁵ Juan Diego Ramos. [Conversación personal, Julio 28 de 2007] Jefe de carrera de Ingeniería de Diseño de Producto, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia.

es un motivo más para la elaboración de este proyecto y la idea de creación de industria.

Otra de las ventajas de este tipo de transporte es la disminución de tiempos, en el desplazamiento, dentro de una empresa, ofreciendo el valor agregado del cuidado al medio ambiente, por no tener ningún tipo de emisiones tóxicas ni ruido en comparación con otros vehículos de combustión interna.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseño y construcción de un sistema de transporte de equipos portátiles para centro de informática de la universidad EAFIT denominado como “Aula Móvil”.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar las condiciones del contexto, usuario y producto y las características que deben ser consideradas a partir de los requerimientos de salud ocupacional.
2. Utilizar herramientas de diseño consideradas dentro de la metodología “Total Design” de Stuart Pugh complementadas por medio de las aprendidas durante el transcurso de la carrera.
3. Diseñar y construir un sistema de transporte a nivel formal y funcional para el transporte de equipos portátiles dentro de la Universidad EAFIT tales como: Tablets PC, Computadores Portátiles y Pockets (PDA).
4. Crear un manual de usuario que permita al conductor del vehículo tener en cuenta recomendaciones del uso y manejo del producto.
5. Realizar pruebas de usuario para verificar el funcionamiento del producto y corregir usos indebidos del mismo.

5 ALCANCE Y PRODUCTOS

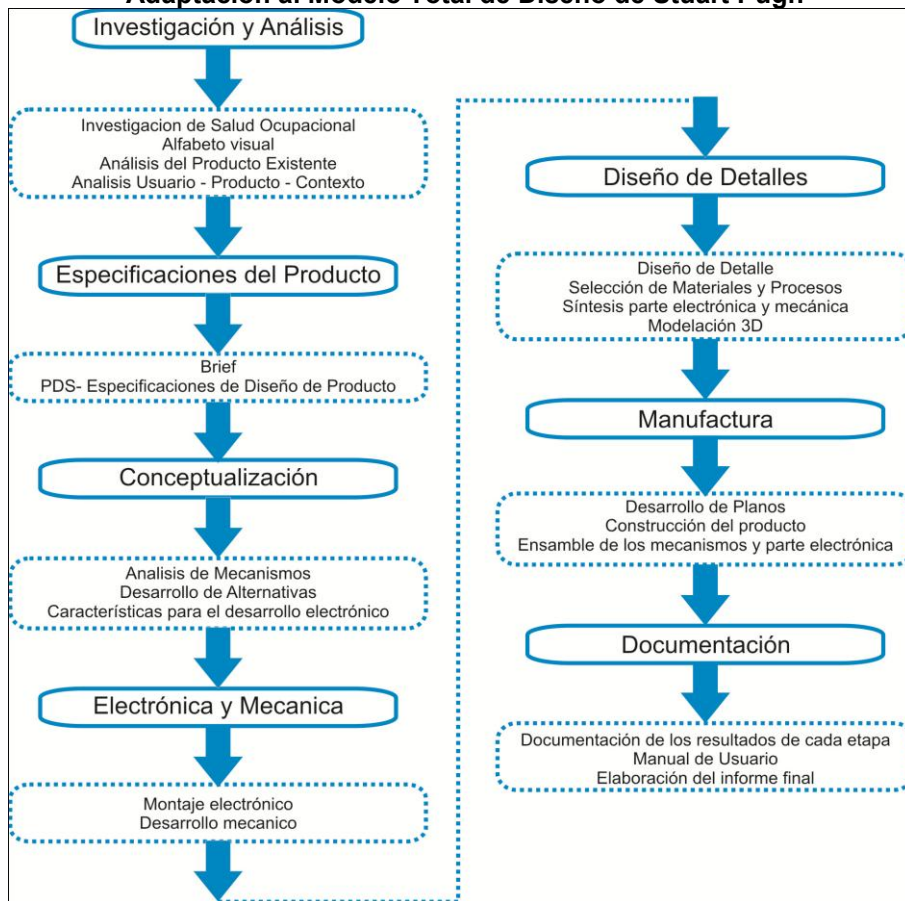
El tiempo dispuesto para el desarrollo del presente Proyecto de Grado es de 6 meses, al finalizar este periodo se entregará:

- Modelaciones 3D y Planos de Ingeniería
- Planos del diseño electrónico
- Manual de usuario
- Sistema de transporte desarrollado desde su parte formal y funcional en escala 1:1 como producto final para el Centro de Informática de la Universidad EAFIT
- Pruebas de Usuario

6 METODOLOGÍA SUGERIDA

Con el fin de desarrollar el producto requerido se trabajará bajo la siguiente metodología (Cuadro 1) apoyada en el *MODELO TOTAL DE DISEÑO* desarrollado por el profesor Stuart Pugh complementado por las metodologías aprendidas durante el transcurso de la carrera *Ingeniería de Diseño de Producto* la cual se apoya en el conocimiento del mercado y de la investigación a fondo de las necesidades y deseos tanto del usuario final como del centro de informática como tal. El nuevo modelo consta de siete etapas.

**Cuadro 1: Metodología
Adaptación al Modelo Total de Diseño de Stuart Pugh**



7 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS

7.1 INVESTIGACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL

Una de las principales preocupaciones de una compañía debe ser el control de riesgos que atentan contra la salud de sus trabajadores. Los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales son factores que interfieren en el desarrollo normal de la actividad empresarial, incidiendo negativamente en su productividad y por consiguiente amenazando su solidez y permanencia en el mercado; conllevando además graves implicaciones en el ámbito laboral, familiar y social.

Para ello de acuerdo a las disposiciones de la Organización Internacional el Trabajo OIT y las leyes establecidas en el país conforme al Sistema de Riesgos Profesionales, ha de elaborar un *Programa de Salud Ocupacional* pendiente a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus correspondientes ocupaciones y que deben ser desarrolladas en forma multidisciplinaria¹⁶.

Los trastornos músculo-esqueléticos son lesiones de músculos, tendones, nervios y articulaciones que se localizan con más frecuencia en cuello, espalda, hombros, codos, muñecas y manos. Estas dolencias son sin duda las enfermedades profesionales más habituales. Las distintas alteraciones músculo- esqueléticas reciben muchos nombres como contracturas, tendinitis, síndrome del túnel carpiano, bursitis, lumbalgias, cervicalgia, entre otras. El síntoma predominante es el dolor asociado a limitaciones funcionales, aunque también existen otros

¹⁶ Zúñiga G. Conceptos básicos en salud ocupacional y sistema general de riesgos profesionales en Colombia. [artículo en Internet]
<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/rrhh/conbassalo.htm> [19 de Abril 2008]

síntomas como hormigueo en el brazo o en la mano, pérdida de fuerza y sujeción en la mano, pérdida de sensibilidad. Los trastornos músculo-esqueléticos provocan incapacidad laboral por enfermedades crónicas o accidentes de trabajo por sobre esfuerzos¹⁷

Dentro de la universidad EAFIT en el centro de informática se realizó desde enero del 2005 a noviembre del 2007 un seguimiento médico a los empleados de este centro.

El estudio se realizó con el fin de identificar y evaluar los problemas que venían presentando los empleados del centro ya que se estaban dando muy seguido, por lo tanto merece ser importante, por el ausentismo que se presentaba.

Este estudio queda consignado en la oficina de salud ocupacional, sus datos son confidenciales.

En el diagnóstico se identificaron las siguientes complicaciones:

- Lumbago no especificado (Figura 3: Algunas fuentes de origen de dolor lumbar, vista posterior-lateral.)
- Traumatismo de la arteria carótida (Figura 5: Arteria carótida.)
- Traumatismos múltiples del hombro y del brazo (Figura 6: Descripción del hombro.)
- Traumatismos superficiales que afectan otras combinaciones de regiones del cuerpo (Figura 3: Algunas fuentes de origen de dolor lumbar, vista posterior-lateral.)
- Cervicalgia (Figura 4: Vista lateral anatómica de las vértebras cervicales.)

¹⁷ Manual de ergonomía. Fundación para la prevención de riesgos profesionales. Navarra. España [artículo en Internet]
<http://www.uritec.net/fcn/web/seccion.asp?Seccion=57&subSeccion=0&nv0=3>

En el puesto del aula móvil se desempeñó una personal temporal, la cual comenzó a tener problemas de hombro y brazo similares al anterior reporte, este fue el motivo de su renuncia al cargo¹⁸.



Figura 3: Algunas fuentes de origen de dolor lumbar, vista posterior-lateral.

Fuente: www.institutferran.org/lumbalgia.htm



Figura 4: Vista lateral anatómica de las vértebras cervicales.

Fuente: www.institutferran.org/cervicalgia.htm

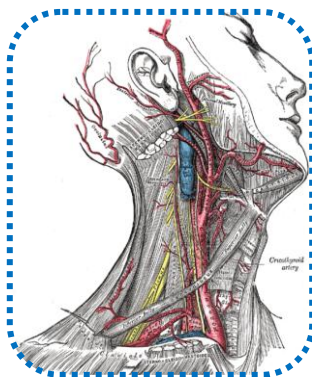


Figura 5: Arteria carótida.

Fuente:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Gray520.png#file>

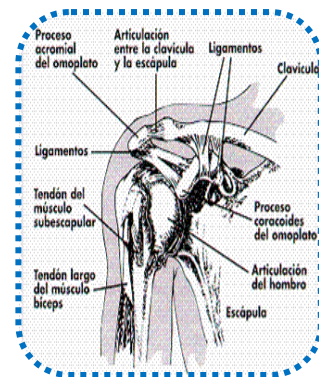


Figura 6: Descripción del hombro.

Fuente: <http://www.pulso.com/secot/19.htm>

¹⁸ Diego Venegas. [Comunicación personal, Mayo 22 2007] Coordinador de Salud Ocupacional, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia.

Además de incomodo y doloroso para los pacientes esto se volvió un verdadero problema de ausentismo de empleados en el centro de informática. Este problema de ausentismo es muy costoso para la Universidad, tanto económicamente como laboralmente, ya que si los empleados dejan su puesto por incapacidad medica esto implica que el centro de informática disminuye su capacidad laboral haciendo menos eficiente su labor (Cuadro 2).

Dentro de la clasificación CIE10, los anteriores diagnósticos se clasifican en el grupo de "Traumatismos donde se afectan varias partes del cuerpo" (Cuadro 3), este grupo es el que más frecuencia de ausentismo aporta al total, por lo que para salud ocupacional este problema forma parte de uno de sus planes de intervención¹⁹.

Los planes de intervención se dividen en: Fuente, Medio y Persona. Siendo los planes en la Fuente lo mas importantes, complejos y efectivos, pues no intervienen a las personas, pero si los ambientes de trabajo desde el punto de vista del Diseño, tal como se realizó en el presente proyecto²⁰.

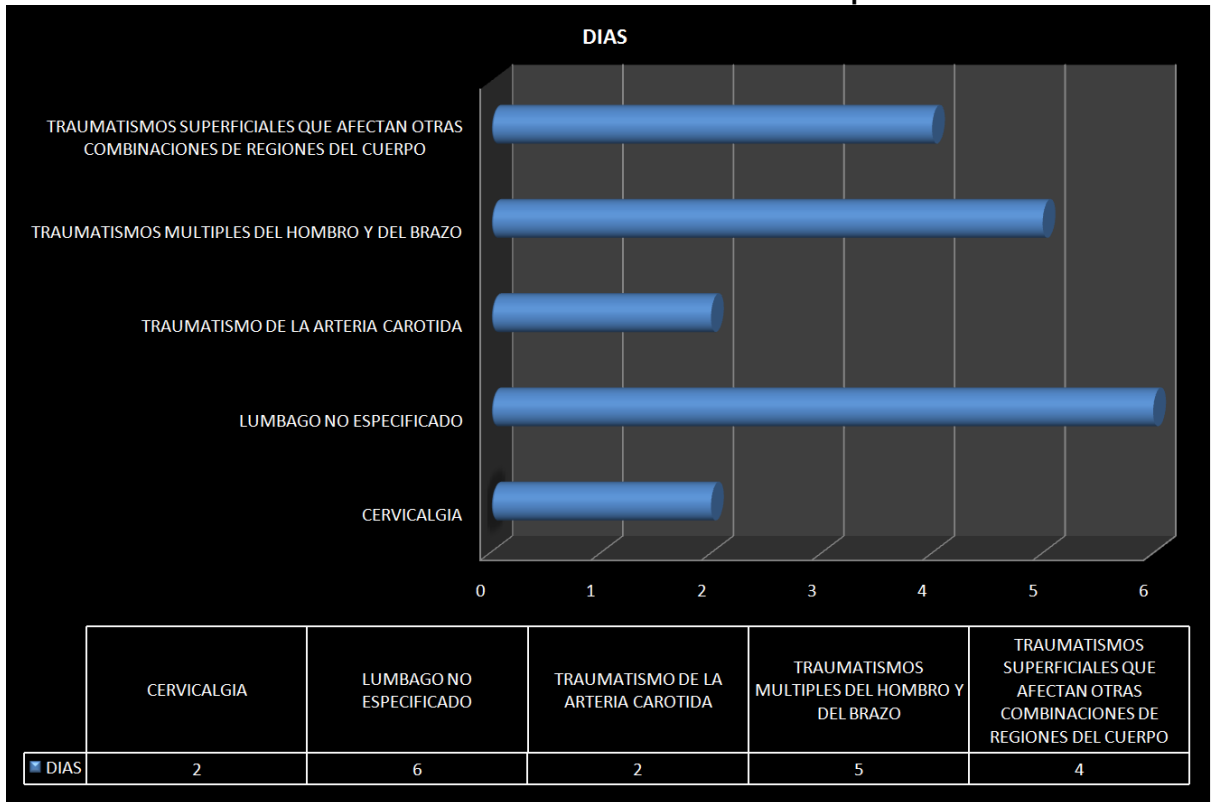
Cuadro 2: Requerimientos de salud ocupacional

SISTEMA DE ARRASTRE	ALTURA	POSICIÓN DEL USUARIO	TAMAÑO	CAPACIDAD DE CARGA
Accionado eléctricamente	Cómoda respecto a posición ergonómica	Debe estar ubicado sobre el sistema para ser transportado en él	Que quepa por puertas de acceso y ascensores	Debe cargar Tablet, Portátiles, y pocket

¹⁹ Diego Venegas. [Comunicación personal, Mayo 22 2007] Coordinador de Salud Ocupacional, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia

²⁰ Diego Venegas. [Comunicación personal, Abril 3 2008] Coordinador de Salud Ocupacional, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia

Cuadro 3: Ausentismo laboral debido a cada complicación



Al planificar el lugar de trabajo se debe seleccionar la altura, ajustar los componentes y elegir equipos que ofrezcan un confort ergonómico óptimo.

Aspectos a recordar: La altura de los ojos debe estar al mismo nivel que la parte superior de la pantalla. La altura de los codos debe estar al mismo nivel que la parte superior del lugar de trabajo. La altura del asiento debe ser tal que pueda apoyar los pies planos mientras las caderas están a 90°. (Para ampliar la información acá suministrada ver ANEXO A: ERGONOMÍA).²¹

²¹Software para obtener las medidas ergonómicas de una estación de trabajo. Ergotron. [Artículo de internet]. <http://www.ergotron.com/tabid/305/language/es-ES/default.aspx>

ERGONOMÍA

Ergonomía se puede definir como el estudio de técnicas puestas al servicio de las empresas para aumentar la capacidad productiva y el grado de integración en el trabajo. Esta es una disciplina que tiene como objetivo de estudio el trabajo humano, la cual se ocupa de la interacción del hombre en su medio laboral y organizacional. (Para ampliar la información acá suministrada ver ANEXO A: ERGONOMÍA).

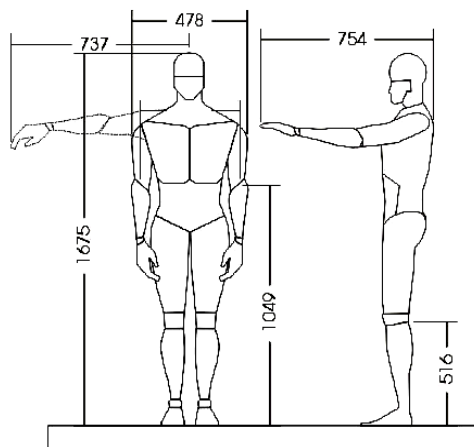


Figura 7: Medidas antropométricas del estándar Colombiano

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las dimensiones están en milímetros

Como principales objetivos tiene:

- Propiciar el ajuste recíproco, constante y sistémico entre el hombre y el ambiente.
- Diseñar la situación laboral de manera que el trabajo resulte cómodo, fácil y acorde con las reglas mínimas de seguridad.
- Evaluar los índices de productividad, tanto en lo cualitativo como en lo cuantitativo.

En la actualidad, los diseñadores e ingenieros se basan en la investigación de los factores humanos, como por ejemplo los estudios experimentales de datos antropométricos (medidas corporales) y facilidad de uso, para ayudar a fabricar

productos más fáciles de entender, más seguros de manejar y mejor adaptados al cuerpo humano²².

“La aplicación de la ergonomía presupone el avance simultáneo en dos direcciones:

Las exigencias presentadas por el hombre a las maquinas y a las condiciones de de su funcionamiento.

Las exigencias presentadas al hombre por la técnica y las condiciones de su funcionamiento.”²³

La organización de las tareas en el trabajo

La organización de las tareas a realizar en el desempeño de un determinado trabajo es un capítulo muy importante dentro del mundo de la ergonomía. La distribución de los tiempos de trabajo y descanso, persiguiendo una disminución de la fatiga y, en consecuencia, un aumento de la eficacia y la producción, es un objetivo prioritario de la ergonomía. La optimización en el rendimiento se busca en primera instancia, intentando mejorar el diseño de la maquina a utilizar. Una segunda etapa contemplada es la selección del personal, de cara a lograr un aumento en la producción. Todos estos aspectos implican de forma muy directa a usuarios de maquinas y herramientas y, por tanto, su contribución en el esquema planteado y la organización integral a seguir se muestra imprescindible, si se quiere evitar planificaciones totalmente alejadas del trabajo a realizar²⁴. Por ejemplo, el asiento del conductor de un vehículo debe diseñarse cuidadosamente para adaptarse a los distintos tamaños de los usuarios. El panel de instrumentos debe diseñarse de forma que no confunda al conductor con información excesiva

²² Enciclopedia Encarta Premium 2008. Ergonomía [DVD]. Microsoft Corporation, 2007.

²³ Ferrer M., Ruiz A. Ergonomía Teleinformática [Tesis]. Medellín: Universidad EAFIT. Departamento de Informática y Sistemas; 1995. 422p

²⁴ Prat J. Ergonomía y mueble. Valencia: Instituto Biomecánica Valencia; 1997. 72 p.

o poco clara, que no sea ni demasiado tenue ni excesivamente brillante por la noche, además de otras características. Tanto los fisiólogos como los psicólogos pueden contribuir al diseño²⁵.

7.2 ALFABETO VISUAL

El proceso de diseño se inicia según la herramienta de los Collages que se presenta en el libro Product Design de Mike Baxter. Este proceso explica que dentro de la semántica del producto se debe buscar desarrollar el concepto de diseño con la intención de establecer una forma visual. Esto hace que el producto se vea como si concordara con su propósito de uso. El simbolismo del producto debe reflejar una imagen, es así como un producto se ajusta en las expectativas simbólicas del consumidor, como la representación general del usuario²⁶.

Con la herramienta de los Boards o collages se busca generar unos collages visuales de imágenes que ayudan al diseño formal del producto. El primer Board es el estilo de vida, este trata de describir por medio de imágenes cual es el grupo objetivo, mostrando características visuales del estilo de vida donde el producto puede estar involucrado. El segundo es conocido como la emoción, con este Board se busca generar una serie de imágenes que representen una emoción o atributo que se busca con el producto. El tercer Board es la emoción que se quiere emitir con el producto. A partir de este referente se saca el alfabeto visual. Este es un alfabeto compuesto por formas, colores, texturas que se extraen para el

²⁵ Enciclopedia Encarta Premium 2008. Ergonomía [DVD]. Microsoft Corporation, 2007.

²⁶ Baxter, Mike. Product Design 1ª Ed. USA Chapman & Hall 1995 p 217 - 229

proceso de diseño²⁷. Inicialmente se busca sacar los contornos, siluetas y formas más representativas que se encuentran en el referente, para continuar con una exploración, donde se realizan nuevas geometrías partiendo de las anteriores. Esto se logra por medio de operaciones booleanas, descomposiciones, o geometrización de la forma, lo cual crea un alfabeto de nuevas formas. El alfabeto se desarrolla como un ejercicio rápido y amplio, esto con el fin de aplicarlo al desarrollo de las alternativas, y facilitar el proceso creativo tomando en cuenta siempre la emoción que se quiere transmitir con el producto, conjuntamente se sacan asociaciones de colores y texturas que se remiten continuamente en el referente formal.

²⁷ Velásquez, Alejandra. Ayuda 1 Alfabeto Visual. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2005

7.2.2 REFERENTE

El referente seleccionado para este trabajo es la tortuga, se selecciono porque representa, la seguridad en su caparazón, está tienen en su coraza su propio techo y refugio la cual la protege cuando se siente en peligro, siendo la principal característica, que se quiere adoptar, de este resistente animal.



Figura 9: Board del referente
Fuente: Elaboración propia

7.2.4 LA COMPETENCIA

Estas son las aulas móviles que hay en el mercado actual, en su análisis se puede constatar que su capacidad de almacenamiento de equipos varía de 10 a 24 unidades, algunos poseen sistema interno para que los equipos sean recargados, y en su totalidad su fuerza motriz es humana por lo cual no se encontró alguno eléctrico.



Figura 11: Board de la competencia
Fuente: Elaboración propia

7.2.5 CARTA DE COLORES

Esta carta de colores se construye en base a la emoción y al referente extrayendo de ahí se extrae como común denominador el azul en 42 tonos, los cuales concuerdan con los colores institucionales de la Universidad EAFIT.

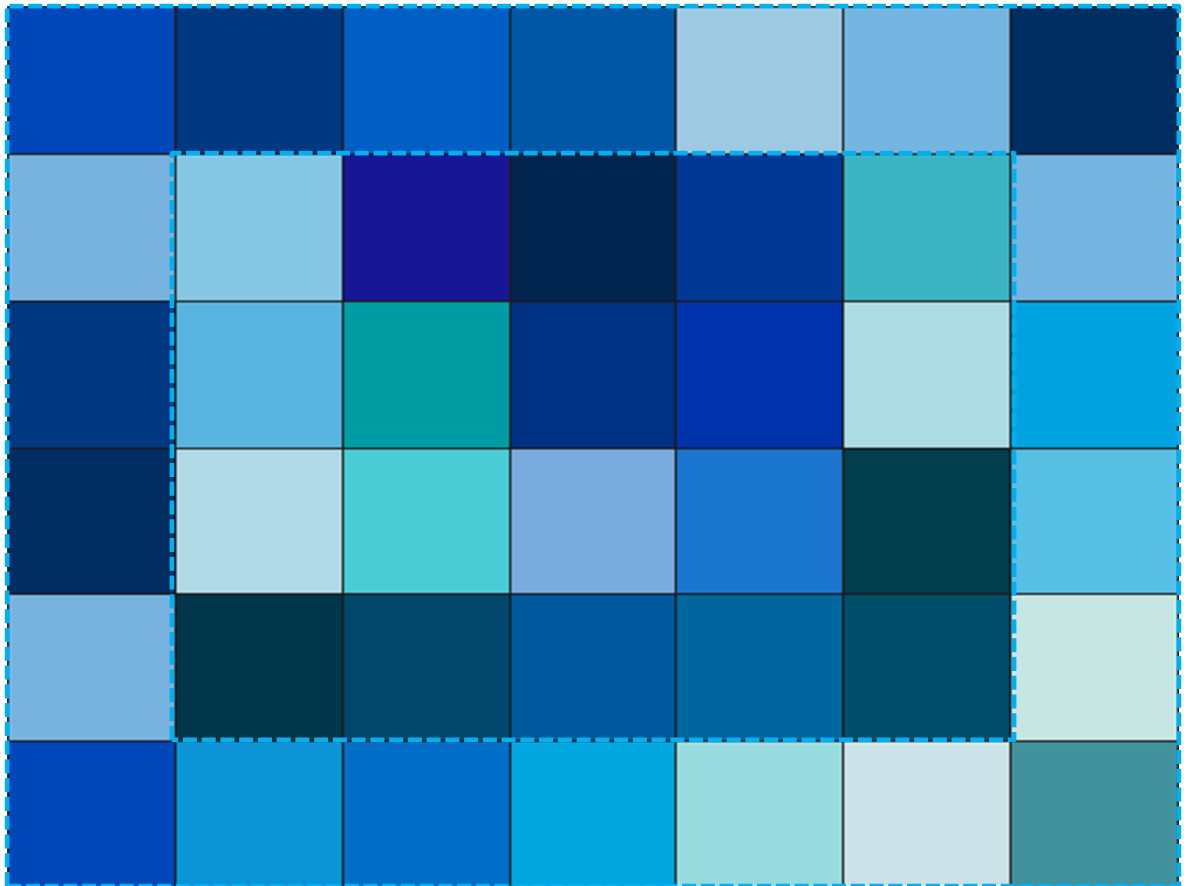


Figura 12: Carta de colores
Fuente: Elaboración propia

7.2.6 TEXTURAS

Las texturas plasmadas en este board son extraídas del referente, y lo que se busca es coger la mayor cantidad de líneas y formas posibles que ayuden al proceso de diseño.

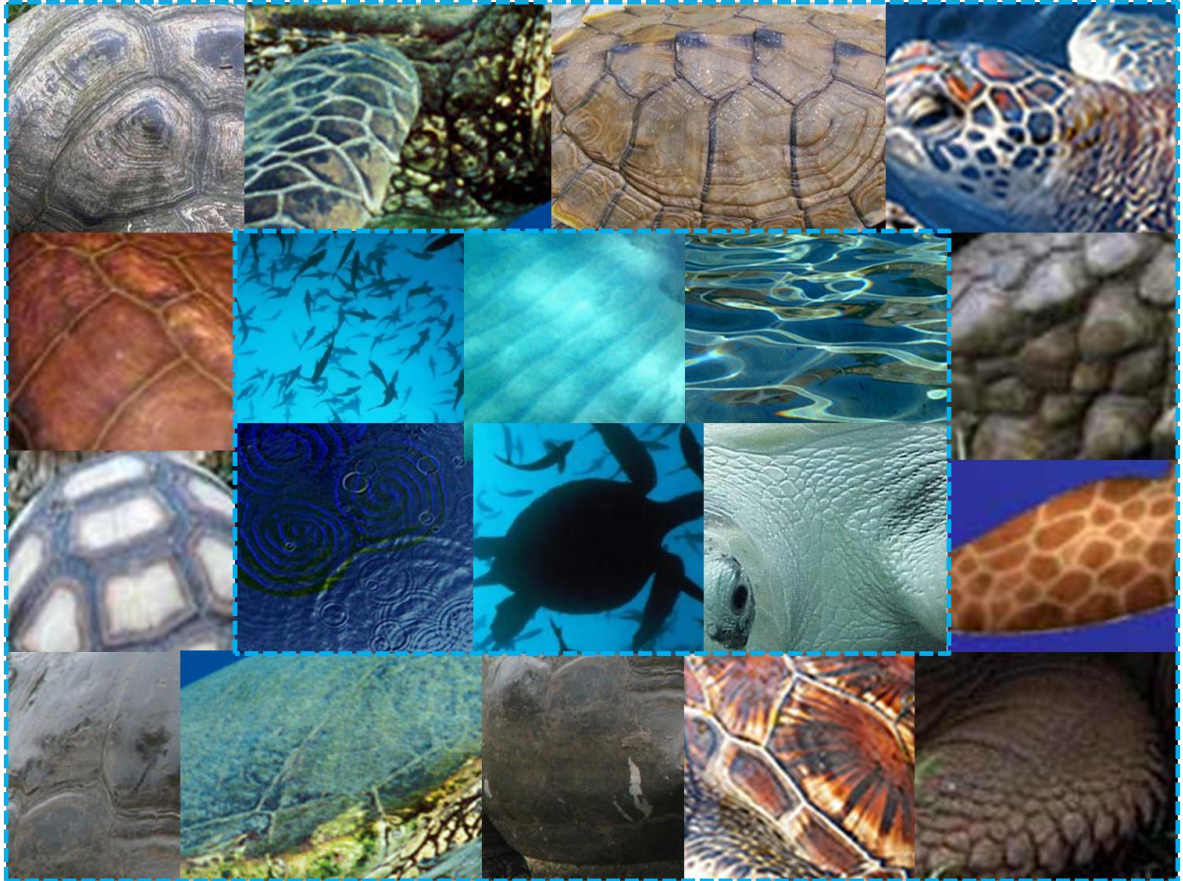


Figura 13: Carta de Texturas
Fuente: Elaboración propia

7.2.7 FORMAS

En la exploración de formas se toma como base el referente, de este se extrae las principales figuras que se quiere plasmar, líneas curvas, formas, círculos, o simplemente rayones que no deben ser literales. Esto sirve para apoyar el proceso de diseño.

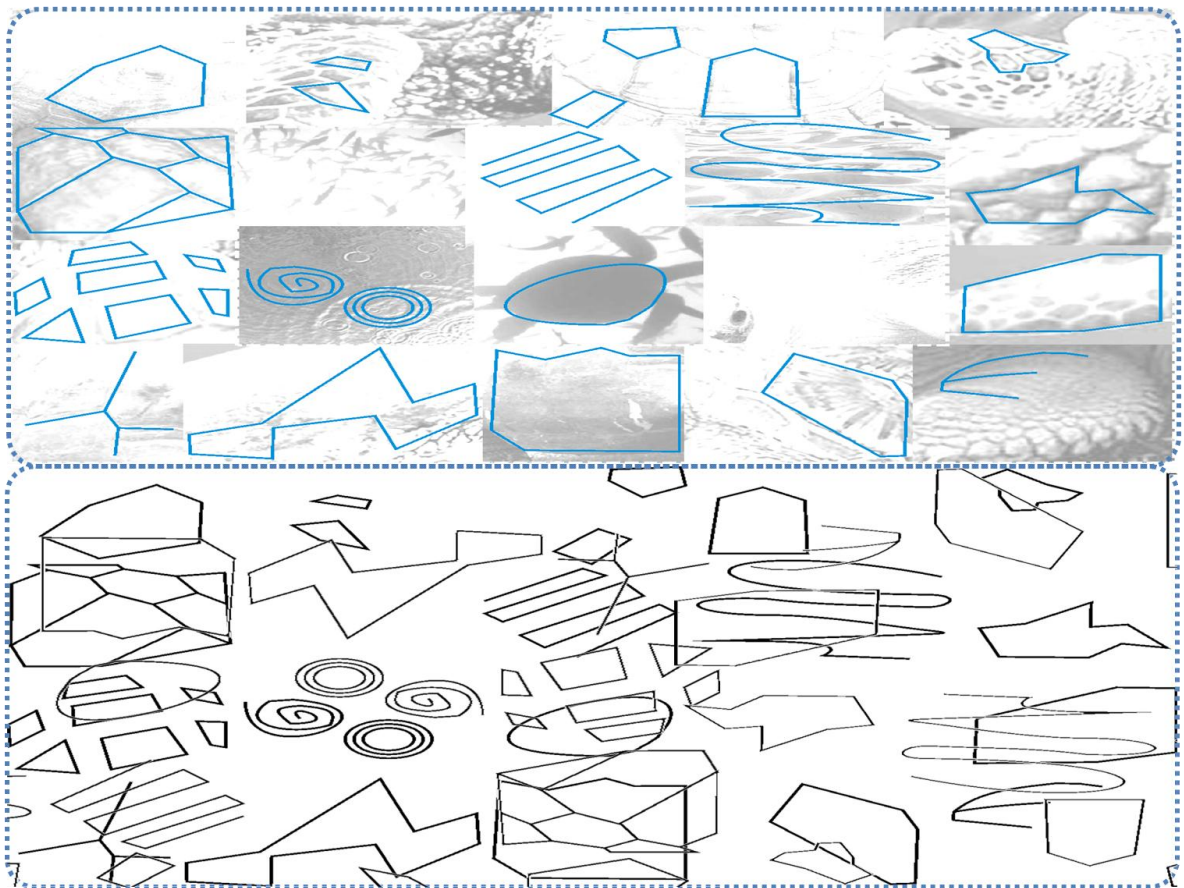


Figura 14: Extracción de formas
Fuente: Elaboración propia

7.3 ANÁLISIS PRODUCTOS EXISTENTES

Para el análisis de los productos existentes se hizo una profunda búsqueda de todos los tipos de productos similares que cumplen la misma función del producto a desarrollar, encontrando como factor común que todos los existentes son mecánicos, por lo tanto, ninguno presenta sistema electrónico. Los sistemas de transporte encontrados están listados a continuación analizando sus principales características:



Figura 15: Centro de Cómputo
Fuente: www.galichip.net

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 8 equipos portátiles y dos cajones para cables y cargadores.

Material de fabricación: Madera y lamina metálica con herrajes.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 16: Aula Inalámbrica Móvil Study
Fuente: www.laboratoriodeidiomas.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 24 equipos portátiles.

Material de fabricación: Plástico y lamina de aluminio con herrajes.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 17: Bretford Mobile Classroom

Fuente: www.notesys.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 16 equipos portátiles.

Material de fabricación: Lamina metálica con herrajes.



Figura 18: Aula Móvil de Informática

Fuente: www.bretford.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 16 equipos portátiles.

Material de fabricación: Lamina de acero inoxidable con herrajes.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 19: Ordenadores portátiles

Fuente: www.ua.es

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 24 equipos portátiles y un espacio para cables y cargadores.

Material de fabricación: Lamina metálica con herrajes.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 20: Aula Móvil plástico
Fuente: www.apple.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 2 llantas locas y dos fijas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 24 equipos portátiles y un espacio para cables y cargadores.

Material de fabricación: Plástico en su totalidad.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 21: Aula móvil
Fuente: www.bretford.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 20 equipos portátiles y 5 compartimientos para cables y cargadores.

Material de fabricación: Lamina metálica y madera con herrajes.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 22: Aula móvil
Fuente: www.bretford.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 4 llantas locas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 16 equipos portátiles.

Material de fabricación: Lamina metálica con herrajes.



Figura 23: Notebook Carts
Fuente: www.bretford.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 2 llantas locas y 2 fijas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 24 equipos portátiles y un espacio para cables y cargadores.

Material de fabricación: Lamina metálica con herrajes.



Figura 24: Aula móvil Toshiba
Fuente: www.noticias.com

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 2 llantas locas y 2 fijas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 20 equipos portátiles y un espacio para cables y cargadores.

Material de fabricación: Lamina metálica con herrajes.

Posee sistema eléctrico ser recargados los equipos.



Figura 25: Aula móvil EAFIT
Fuente: Centro de informática
Universidad EAFIT

Descripción:

Sistema de tracción: Mecánico accionado por fuerza humana, con 2 llantas locas y 2 fijas.

Capacidad de almacenamiento: posee capacidad para 24 equipos portátiles y 3 cajones para cables y cargadores.

Material de fabricación: Lamina metálica con herrajes.

7.3.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS PRODUCTOS EXISTENTES

Con el análisis que se realizó de las aulas móviles en algunas universidades de España y Estados Unidos se pudo concluir lo siguiente:

Las aulas móviles que se ven en las fotografías se puede observar que la capacidad de carga varía entre 8 a 24 equipos, los materiales en los que son fabricados son bastante diversos, como madera plástico y metal. Su maniobrabilidad es bastante buena ya que la mayoría de las aulas móviles tienen cuatro ruedas locas, su material varía entre teflón y caucho, esto permite ser movido en lugares con ángulos agudos esto también gracias a su tamaño ya que cabe por puertas peatonales. Se debe mover por fuerza humana, estos vehículos tienen variadas prestaciones, como llevar equipos con wi-fi, impresoras y proyectores. Tienen dos puertas por un solo lado del vehículo por las cuales se puede acceder a los equipos, algunos tienen un sistema eléctrico para recargar las baterías de los equipos de cómputo.

Ventajas:

- Bajo costo.
- Buena maniobrabilidad.
- Poco mantenimiento

Desventajas:

- Poca capacidad de carga.
- Su tamaño es grande respecto a la cantidad de equipos que carga.
- Su movimiento debe ser accionado por fuerza humana.
- La persona que conduce el aula móvil debe hacer mucho esfuerzo, por el peso, para movilizarlo por el campus, trayendo complicaciones de salud para esta persona.
- Su interior está limitado para otro tipo de carga.

7.4 ANÁLISIS USUARIO – PRODUCTO – CONTEXTO

7.4.1 PERFIL DE USUARIO

El sistema de transporte de equipos portátiles para centro de informática de la universidad EAFIT denominado como “aula móvil, tiene 2 clases de usuario directo: las instituciones educativas de alto nivel como universidades y los encargados del desplazamiento y cuidado de los equipos, y 2 usuarios indirectos los profesores y estudiantes de las universidades que están a la vanguardia de la tecnología.

Estos son de sexo femenino o masculino y su edad está entre los 18 y 60 años, de estrato 3 a 6. Son personas físicamente fuertes, además buscan ser eficientes en cada una de las labores que realizan.

El entorno esta dado por la solución que se le está dando al problema de transporte de equipos de computo dentro de las instituciones ya que el sistema actual que se viene utilizando es un sistema que para ser desplazado debe ser accionado por fuerza humana y esto conlleva a que los usuarios encargados de transportarlo van adquiriendo ciertas complicaciones de salud que van afectando su bienestar.

En los últimos años se han desarrollado mucho las tecnologías inalámbricas y los computadores portátiles. En casi todos los centros ya hay redes Wi-Fi y el precio de los portátiles es similar al de los computadores de escritorio. Aunque seguramente la solución ideal sería que todos los alumnos dispusiesen de un ordenador, el Aula Móvil supone una solución parcial que puede crecer con el paso del tiempo. Con la introducción del Aula Móvil se pretende:

- Acercar el uso de los computadores a todos los alumnos.
- Utilizar las nuevas tecnologías, de forma habitual, en la mayoría de las materias.
- Disponer de nuevas aulas de informática sin necesidad de ocupar más espacios.
- Poder utilizar la informática en cualquier dependencia del campus.

8 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

8.1 BRIEF

Un Brief en diseño es un documento que integra una explicación por escrito acerca de lo que un cliente quiere de un diseñador para un trabajo en específico. Es una de las partes fundamentales de la mayoría de los diseños exitosos ya que permite al diseñador saber qué hacer y qué no hacer antes de comenzar a trabajar. (Ver ANEXO B: BRIEF)

8.2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO - PDS

El PDS o Product Design Specifications (Especificación de Diseño de Producto) Se utiliza para establecer los requerimientos preliminares en todos los ámbitos posibles²⁸. (ANEXO C: PDS)

Cuadro 4: Muestra de la Especificación de Diseño de Producto

ANEXO __: PRODUCT DESIGN SPECIFICATIONS (PDS)			
ORDENAMIENTO	DEMANDA (D)	DESEO (d)	INTERPRETACION
1	DESEMPEÑO	Ojala que realice todos los recorridos de dos días	d Batería de larga duración 24v 28AH
		Ojala que con la carga completa suba las pendientes de la Universidad	d Que tenga una transmisión de fuerza
		se requiere que cargue y transporte todos los equipos que caben en el compartimento de	D Capacidad para 40 equipos
		Que tenga un lugar donde montar el conductor	D Plataforma del usuario
		Que tenga un panel de control de instrumentos	D Botones con todas las funciones necesarias
		Se requiere que los equipos puedan ser recargados dentro del vehículo	D Que posea toma corrientes
2	SEGURIDAD	Se requiere que tenga un motor eléctrico potente	D Motor de 450w 24v
		Que no exista descargas eléctricas	D Aislamiento eléctrico
		Que el conductor no tenga riesgo de accidente	D Que posea un botón de parada de emergencia
		Que el usuario sepa las normas de seguridad	D Manual de usuario
3	COMPETENCIA	Ojala no lo use bajo la lluvia	d Advertencia en el manual de usuario
		Que sea eléctrico	D Fuerza motriz motor eléctrico
		Que tenga mayor capacidad de almacenamiento	D Capacidad para 40 equipos
		Que se pueda desplazar por interiores y exteriores	D No tiene emisiones toxicas
		Que pueda movilizar al usuario	D Plataforma del usuario
4	ERGONOMÍA	Que trabajar en él sea agradable	d Formas y colores que respondan a un referente
		Que las funciones indicativas sean claras	D Texto y colores visibles
		Que los controles de manejo estén asequibles al usuario	D Según disposición ergonómica (ver anexo D)
		Que las dimensiones del vehículo estén apropiadas para la media de los colombianos	d Según disposición ergonómica (ver anexo D)
		Que su uso no fatigue	El agarre de los controles se adecue a las medidas antropométricas de la mano y tiene una textura y forma adecuados para su fácil manejo.
		Ojala sea cómodo	d Posición favorable para el usuario
		Ojala que la forma sea agradable en el contexto	d Relacionar con el referente tortuga
		Que tenga los colores institucionales de la	D Uso de colores definidos en la carta de colores.

²⁸ Hernández, María C. Product Design Specifications. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2002.

9 CONCEPTUALIZACIÓN

Lo que se pretende en la conceptualización es comprender el diseño y analizar todas las posibilidades que se podrían tener desde la concepción y construcción examinando la viabilidad de poder llevar a cabo el proyecto.

9.1 ANÁLISIS DE MECANISMOS

En la nueva propuesta de diseño, del sistema de transporte eléctrico para computadores, se requieren varios sistemas mecánicos tales como:

9.1.1 SISTEMA DE DIRECCIÓN

La dirección es el conjunto de mecanismos, mediante los cuales pueden orientarse las ruedas directrices de un vehículo a voluntad del conductor²⁹.

Sus partes:

Volante: Permite al conductor orientar las ruedas.

Columna de dirección: Transmite el movimiento del volante a la caja de engranajes.

Caja de engranajes: Sistema de desmultiplicación que minimiza el esfuerzo del conductor.

Brazo de mando: Situado a la salida de la caja de engranajes, manda el movimiento de ésta a los restantes elementos de la dirección.

Biela de dirección: Transmite el movimiento a la palanca de ataque.

Palanca de ataque: Está unida solidariamente con el brazo de acoplamiento.

²⁹ Sistemas de dirección. [artículo de internet] www.elmuro.net/sitios/mecanica/direccion [Abril 15 2008]

Brazo de acoplamiento: Recibe el movimiento de la palanca de ataque y lo transmite a la barra de acoplamiento y a las manguetas.

Barra de acoplamiento: Hace posible que las ruedas giren al mismo tiempo.

Pivotes: Están unidos al eje delantero y hace que al girar sobre su eje, orienta a las manguetas hacia el lugar deseado.

Manguetas: Sujetan la rueda.

Eje delantero: Sustenta parte de los elementos de dirección.

Rótulas: Sirven para unir varios elementos de la dirección y hacen posible que, aunque estén unidos, se muevan en el sentido conveniente.

Los sistemas de dirección más conocidos son:

Tornillo sin fin, en cuyo caso la columna de dirección acaba roscada. Si ésta gira al ser accionada por el volante, mueve un engranaje que arrastra al brazo de mando y a todo el sistema (Figura 27).

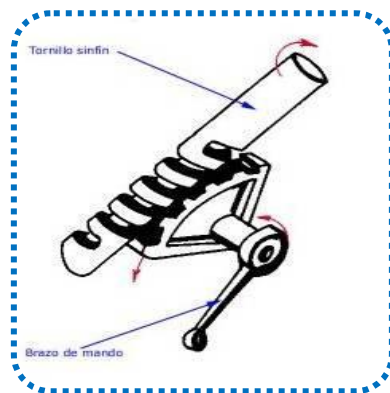


Figura 27: Tornillo sin fin
Fuente:<http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/direccion.asp?sw13=1>

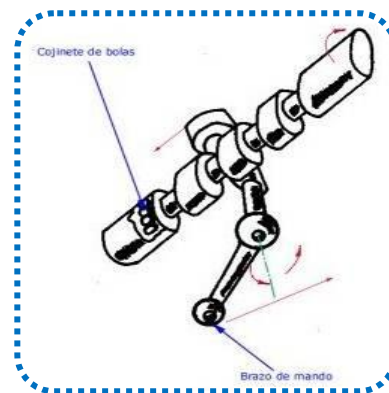


Figura 26: Tornillo y palanca
Fuente:<http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/direccion.asp?sw13=2>

Tornillo y palanca, en el que la columna también acaba roscada, y por la parte roscada va a moverse un pivote o palanca al que está unido el brazo de mando accionando así todo el sistema (Figura 26).

Cremallera. En este sistema, la columna acaba en un piñón. Al girar por ser accionado el volante, hace correr una cremallera dentada unida a la barra de acoplamiento, la cual pone en movimiento todo el sistema (Figura 28).

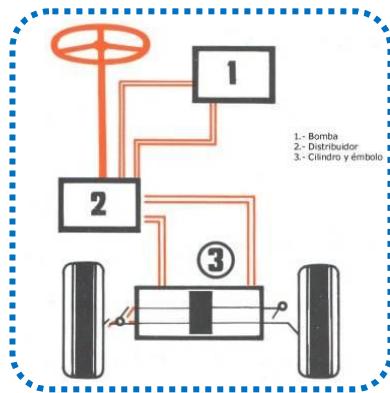


Figura 29: Servodirección
Fuente:<http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/direccion.asp?s>
w13=4



Figura 28: Cremallera
Fuente:<http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/direccion.asp?s>
w13=3

Servodirección: este sistema consiste en un circuito por el que circula aceite impulsado por una bomba.

Al accionar el volante, la columna de dirección mueve, solamente, un distribuidor, que por la acción de la bomba, envía el aceite a un cilindro que está fijo al bastidor, dentro del cual un pistón se mueve en un sentido o en otro, dependiendo del lado hacia el que se gire el volante. En su movimiento, el pistón arrastra el brazo de acoplamiento, con lo que acciona todo el sistema mecánico (Figura 29).

9.1.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Se le llama transmisión al conjunto de bandas cadenas o engranes que sirven para comunicar fuerza y movimiento desde un motor hasta su punto de aplicación. El tren de engranes es un conjunto de éstos que se encuentran endentados entre sí, ya sea directamente o por medio de cadenas. Ver un ejemplo en (Figura 30: Transmisión por cadena, Figura 31: Tren de Engranes).

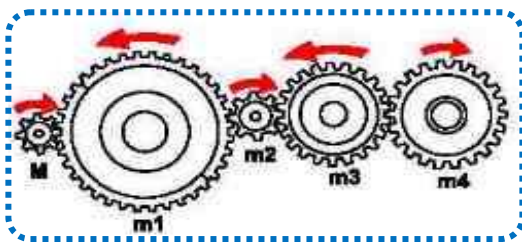


Figura 31: Tren de Engranes

Fuente: <http://www.vochoweb.com/vochow/tips/red/trans/pagina01.htm>

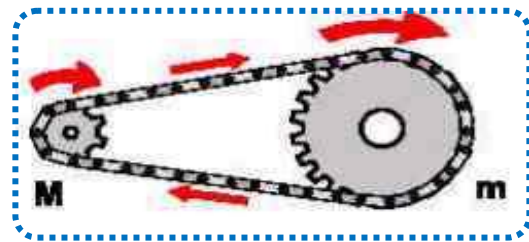


Figura 30: Transmisión por cadena

Fuente: <http://www.vochoweb.com/vochow/tips/red/trans/pagina01.htm>

En el caso de la transmisión por cadena, el movimiento y la fuerza se transmiten a cierta distancia de los engranes y se conserva el sentido de giro. Además del cambio del sentido de giro existen otros conceptos que es necesario conocer para la comprensión total del trabajo de una transmisión. Uno de ellos es la relación de transmisión: Es la proporción entre el número de dientes de un engrane en comparación con su pareja de trabajo. En la (Figura 32: Relación 2:1) tenemos una relación de 2:1 en donde el engrane motor dará dos vueltas para que el engrane movido gire sólo una.

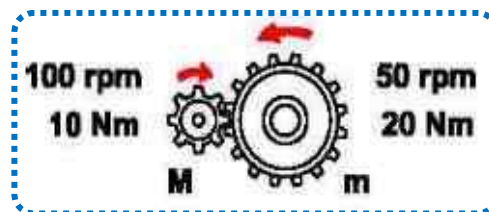


Figura 32: Relación 2:1

Fuente: <http://www.vochoweb.com/vochow/tips/red/trans/pagina01.htm>

9.1.3 SISTEMA DE FRENOS

Freno de disco: es un dispositivo cuya función es detener o reducir la velocidad de rotación de una rueda. Hecho normalmente de acero, está unido a la rueda o al eje. Para detener la rueda dispone de unas *pastillas* que son presionadas mecánica o hidráulicamente contra los laterales de los discos. La fricción entre el disco y las pastillas hace que la rueda se frene. Los frenos de disco son utilizados en automóviles, motocicletas y algunas bicicletas³⁰.

El freno de tambor: es un tipo de **freno** en el que la **fricción** se causa por un par de **zapatas** o pastillas que presionan contra la superficie interior de un tambor giratorio, el cual está conectado al eje o la rueda³¹.

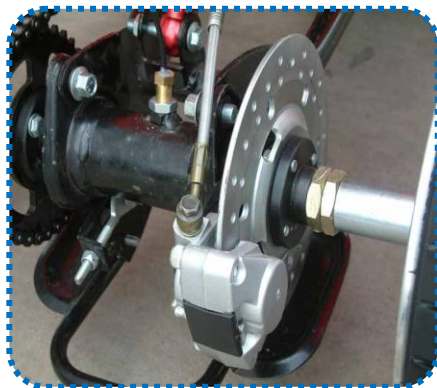


Figura 34: Freno de disco

Fuente:http://www.motogokart.com/Product_xi_angxi.asp?ID=84

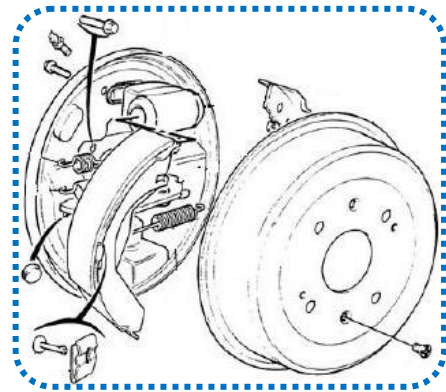


Figura 33: Freno de tambor

Fuente:<http://curvasrectas.com/2007/01/23/%C2%BFpor-que-se-recalientan-los-frenos/>

³⁰ Enciclopedia Wikipedia. Freno de disco [en línea]. [consultado 22 Abril 2008].
http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco

³¹ Enciclopedia Wikipedia. Freno de tambor [en línea]. [consultado 22 Abril 2008].
http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_tambor

9.1.4 SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN

El sistema de suspensión, es el encargado en que se trasmita las vibraciones propias del rodaje sobre el terreno y sus irregularidades, amortiguando la llegada de las mismas a la carrocería del vehículo. Con el sistema de suspensión, se aumenta la comodidad.

La suspensión se consigue mediante un elemento elástico que puede ser una ballesta, un muelle helicoidal o una barra de torsión (Figura 35: Sistemas de amortiguación) principalmente que: se deforma elásticamente al soportar el peso o la presión, variando su longitud al subir o bajar las ruedas. Esta deformación evita que la carrocería reciba el impacto directo y la mantiene en contacto con el suelo. Un segundo elemento amortiguador con la función de disminuir la amplitud y el número de oscilaciones del elemento elástico. Son generalmente amortiguadores hidráulicos telescópicos³².

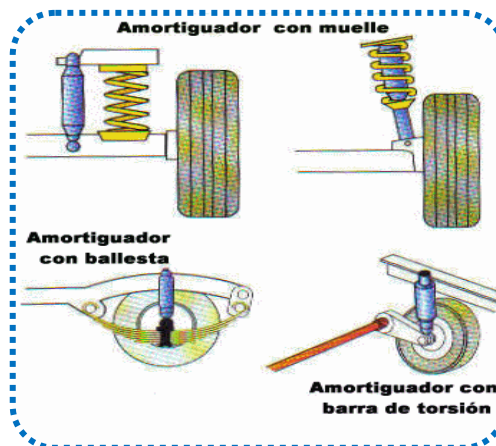


Figura 35: Sistemas de amortiguación

Fuente: http://www.bricopage.com/como_se_hace/automovil/suspension.htm

³² La suspensión. [artículo en Internet] <http://www.bricopage.com>. [22 Abril 2008]

9.2 ANÁLISIS ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Para la fabricación de la parte eléctrica del proyecto se requieren varios sistemas, los cuales serán analizados; para esto se necesita motor eléctrico, baterías, control de velocidad, cargador y un circuito de soporte de control general.

Batería: es un aparato, capaz de almacenar energía en forma química para restituirla bajo forma de energía eléctrica, la cual se aprovecha para el servicio combinado de la puesta en marcha y el funcionamiento del motor, además de la iluminación y servicios auxiliares del vehículo. Estas baterías (Figura 36: Batería) son de las denominadas reversibles, es decir, una vez transformada la energía química en eléctrica pueden ser cargadas de nuevo con una corriente continua, haciéndola circular en sentido inverso a la descarga³³.

Motor eléctrico: los motores apropiados para este proyecto son los motores de corriente continua (DC), para su utilización, principalmente es necesario un ajuste continuo de la velocidad. Se fabrican de potencia comprendida entre 1/100 de caballo y varios miles de caballos. La figura (Figura 37: Motor DC) muestra el aspecto interior de un motor típico de corriente continua³⁴.

Hay tres tipos de motores de corriente continua: el motor serie, el motor derivación y el motor compound.

El motor serie: tiene las bobinas inductoras formadas por pocas espiras de hilo grueso. Este es el que se emplea generalmente para accionar grúas, cabrestantes, trenes eléctricos, etc.

³³ Batería. [artículo en Internet] www.proyectosfindecarrera.com/definicion/bateria.htm [22 Abril 2008]

³⁴ Rosenberg R. Reparación de motores eléctricos. Motores de corriente continua 7ed. México. Gustavo Gili, S.A. 1988. 419p. (serie 1)

El motor derivación: tiene las bobinas inductoras compuestas por muchas espiras de hilo fino. Este se encuentra en accionamientos que exige una velocidad constante, como en taladros, tornos, etc.

El motor compound: este motor reúne las características de los motores de serie y derivación³⁵.

Control de velocidad y sentido de giro:

Para cambiar el sentido de giro de un motor de corriente continua hay que invertir la corriente en el inducido o en el inductor. Basta con permutar los terminales de los porta escobillas para conseguir la inversión deseada³⁶.

El control de velocidad se logra con un circuito electrónico comercial, el cual se conecta al motor directamente para regular la velocidad de este. (Figura 38: Control)



Figura 36: Batería
Fuente:<http://www.denauticos.net/clasificados/clasificado.php?t=1&id=881>



Figura 37: Motor DC
Fuente:<http://www.made-in-china.com>



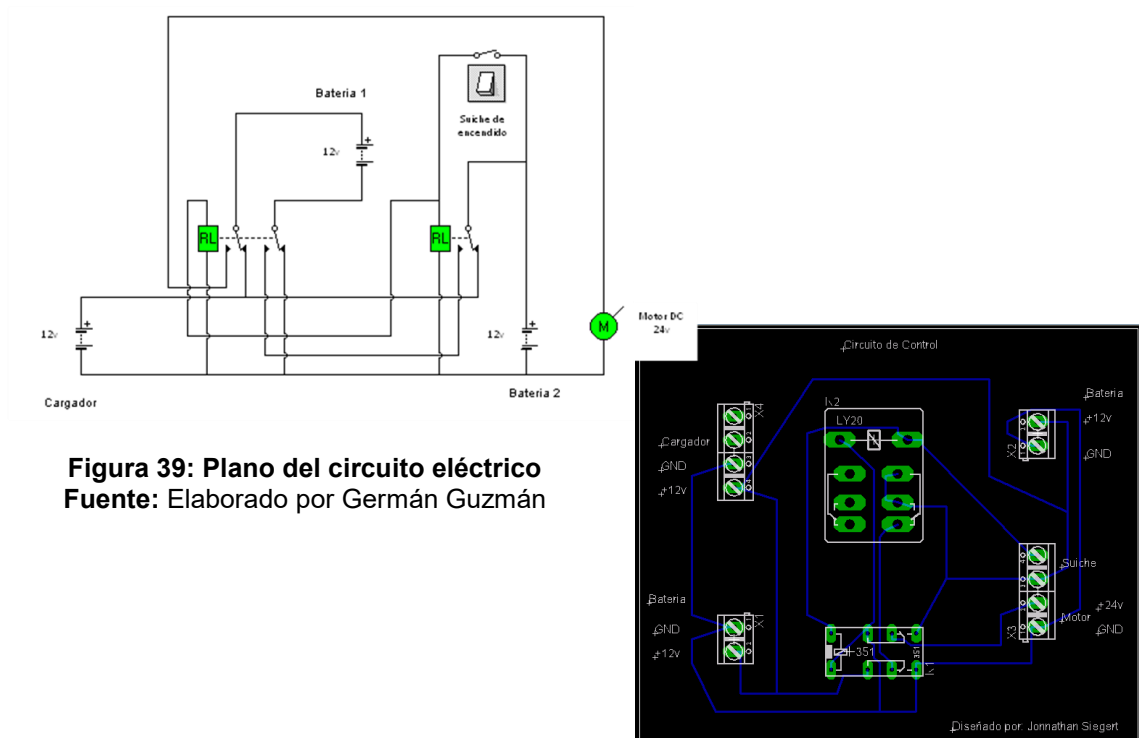
Figura 38: Control
Fuente:<http://www.electricvehiculesusa.com/>

³⁵ Rosenberg R. Reparación de motores eléctricos. Motores de corriente continua 7ed. México. Gustavo Gili, S.A. 1988. 400p. (serie 2)

³⁶ Rosenberg R. Reparación de motores eléctricos. Motores de corriente continua 7ed. México. Gustavo Gili, S.A. 1988. 247 - 249p. (serie 1)

Circuito de control general:

Para la parte de control del sistema electrónico del vehículo se diseñó un circuito, para controlar el sistema de encendido y el sistema de carga de las baterías, ya que se usa un solo cargador. El motor debe funcionar con 24v y las baterías deben ser recargadas a 12v. Lo que hace el circuito es controlar las cargas para que funcione correctamente (Figura 39).



9.3 DESARROLLO DE ALTERNATIVA

Con base en los bocetos preliminares se logra una muy buena aproximación al diseño definitivo, luego de analizar factores como la comodidad para el usuario, la capacidad de carga, el tamaño de todo el sistema y las prestaciones que este otorgará, es este el modelo definitivo, que logra reunir estas características requeridas, antes analizadas en el PDS.

En la figura se observa, una explosión del sistema, donde se puede apreciar, que el chasis está separado del compartimiento de carga por cuatro amortiguadores, los cuales tiene la función de absorber las vibraciones del terreno irregular, y así no sufran los equipos alojados en su interior. También se considera el sistema de dirección, el cual está ubicado perpendicularmente al compartimiento de carga para no obstruir el espacio y aprovecharlo en su totalidad para la carga de equipos (Figura 40).

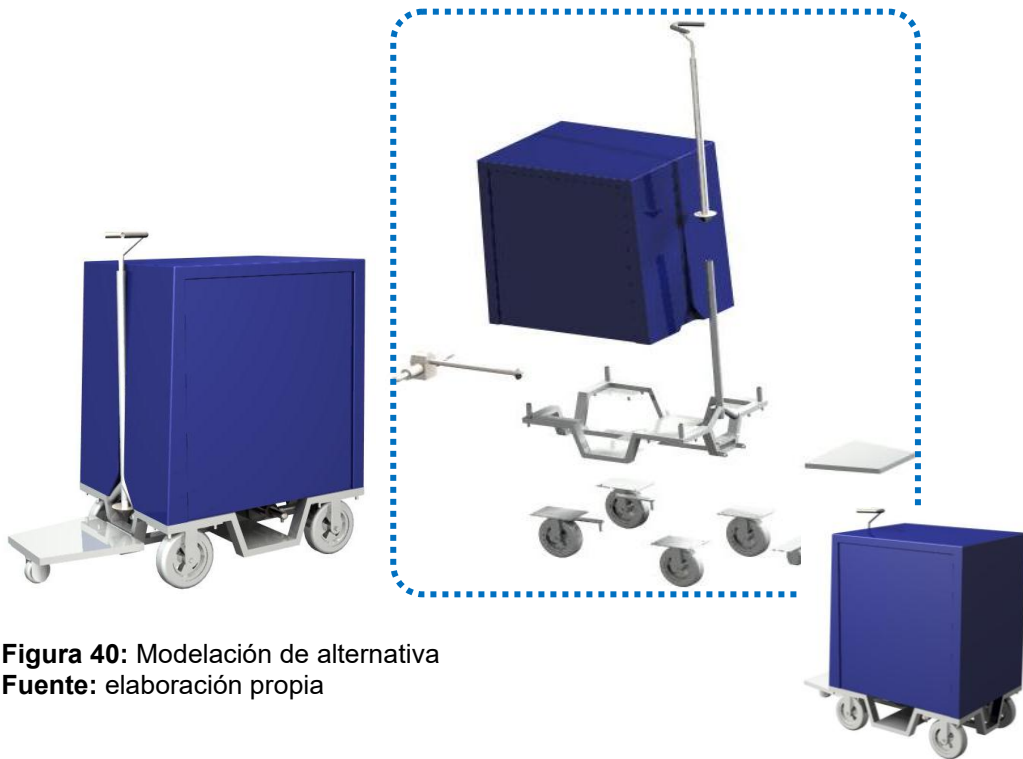
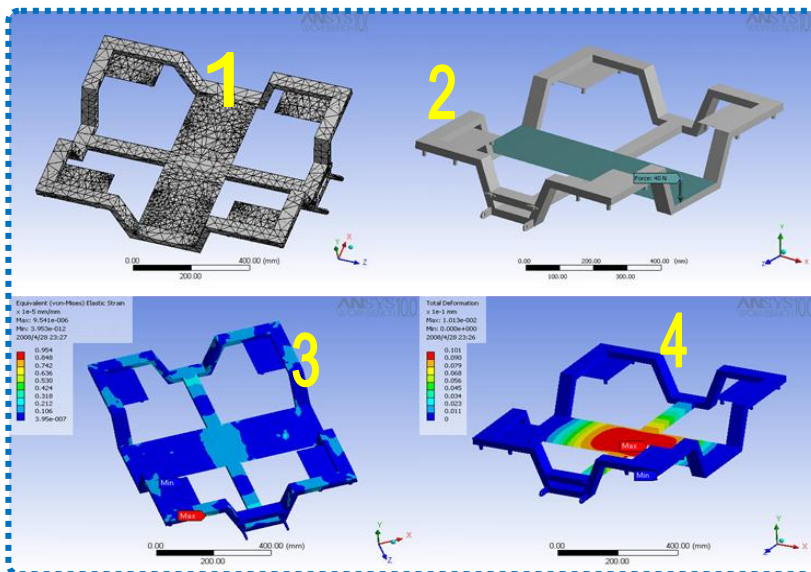


Figura 40: Modelación de alternativa
Fuente: elaboración propia

9.4 PRUEBAS DE SIMULACIÓN Y RESISTENCIA

El diseño fue sometido a pruebas virtuales en el programa *Ansys Simulator Workbench 10.0*, para determinar futuras fallas y pruebas físicas-reales en las que se tuvo en cuenta al usuario. Con los resultados de estas pruebas se analiza la resistencia de los materiales, la concentración de esfuerzos necesaria para la arquitectura de los componentes que ejercerán un peso en la estructura, también se obtiene el factor de seguridad del chasis (Figura 41).

En la figura 1 se observa la ubicación de la malla que por defecto coloca el programa, en la figura 2, se ubican las fuerzas del motor y las baterías analizadas con su peso real, teniendo como soporte de fijación las anclas de las llantas, en la figura 3 se ve la concentración de esfuerzos que tiene la estructura. En conclusión se ve que los esfuerzos no se están concentrando de manera abrupta en un solo lugar, esto es fácil de identificar por los tonos de azul que presenta la imagen. Y en la figura 4 se observa el análisis por deformación que tendría la estructura. Los resultados fueron tenidos en cuenta para tomar las correcciones pertinentes.



Fuerza Unitaria	Esfuerzo Máximo 0.0908
Fuerza Máxima X = 2202.64	Modulo de Tensión del Material 200mpa

Figura 41: *Ansys Simulator Workbench 10.0*

Fuente: Elaborado por Sergio Molina

10 ATRIBUTOS PARA EL DESARROLLO ELECTRÓNICO Y MECÁNICO

10.1 RELACIONES DEL MOTOR

Datos preliminares

Motor 450 W, 24 V, 2300 RPM

Requerimientos

Velocidad máx: 5 km/h, Peso total: 250 kg

$$V = 5 \frac{km}{h} \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{1000m}{1km}$$

Velocidad deseada

$$V = 1.38 \frac{m}{s}$$

Velocidad angular del motor

$$w = 2300rpm \times \frac{2\pi rad}{1rev} \times \frac{1min}{60s}$$

$$w = 240.86 \frac{rad}{s}$$

Velocidad angular deseada

$$V = wr$$

$$w = \frac{V}{r} = \frac{1.38m/s}{0.1m} = 13.8rad/s$$

Relación de reducción

$$R = \frac{W_{motor}}{w_{deseada}} = \frac{240.86}{13.8} = 17.5 \text{ Relación de 1:18}$$

Angulo máximo de ascenso

Torque que otorga el motor:

$$T_m = \frac{Pot}{w} = \frac{450.W}{240.86Rad/s} = 1.87Nm$$

Se multiplica la relación de 1:18

$$T_p = 1.87.Nm \times 18 = 33.63$$

$$\frac{T_p}{R} = F_f = \frac{33.63Nm}{0.1m} = 336.3N$$

$$\text{sen} \theta = \frac{F_f}{w} = \frac{336.3N}{2500N} = 0.1345$$

$$\theta = \text{sen}^{-1}(0.1345)$$

$$\theta = 7.7^\circ$$

El ángulo máximo que puede subir es 7.7°

Según los requerimientos que están en el PDS, las características para el desarrollo electrónico del proyecto, es necesario utilizar lo siguiente: un motor (Figura 37: Motor DC) DC de 1/2hp a 24 voltios, para que proporcione en torque y velocidad deseada, es necesario que este motor tenga una relación de potencia capaz de mover su propio peso que será de aproximadamente de 100kg, a esto es necesario sumarle el peso de la carga que transporta, cerca de 80kg, para un total de 180kg, que tendrá que mover.

El uso continuo que tendrá el sistema de transporte, requerirá una batería (Figura 36: Batería) de larga duración, por lo tanto es necesario utilizar una batería de 24 voltios a 28 amperios hora, garantizando el uso del sistema durante un largo día de trabajo sin necesidad de ser recargada durante esta rutina de manejo, máximo 15 km de autonomía.

Cuadro 5: Características de los sistemas

ACCIÓN	ELEMENTO	DISPOSITIVO DE SEGURIDAD	CARACTERÍSTICA
Prender	Suiche	Llave	Llave de encendido
Pitar	Suiche	No	Interruptor
Trasladar	Motor DC	Fusible	Motor DC 1/2hp
Frenar	Freno	No	Freno de disco
Avanzar Retroceder	Suiche	Fusible	Intercambiador de polaridad
Acelerar	Potenciómetro	No	Variador de amperaje
Apagar	Suiche	Interruptor de corriente	Suiche de seguridad
Energizar	Batería	Fusible	Batería seca de 24v 28AH
Cargar	Cargador	Cortapicos	Cargador de batería 8AH

11 ELECTRÓNICA Y MECÁNICA

11.1 MONTAJE ELECTRÓNICO

El vehículo tendrá un panel de control donde estarán todos los sistemas necesarios para la intervención de este, incluyendo el sistema de carga. Será ubicado en la parte superior izquierda para que el usuario pueda tener fácil acceso y control del vehículo (Figura 42).

El panel consta de un pito de baja frecuencia para poder ser usado en lugares cerrados, o cercanos a aulas de clase. Una clave de seis dígitos la cual sirve para encender el sistema electrónico. Un botón que controla la marcha delantera y trasera, con su respectivo indicador lumínico. Un suiche de llave el cual controla el encendido o el sistema de carga de las baterías. Un botón para el corte del suministro de energía en caso de emergencia. Y por ultimo tres indicadores luminosos para el control de la carga de la batería.

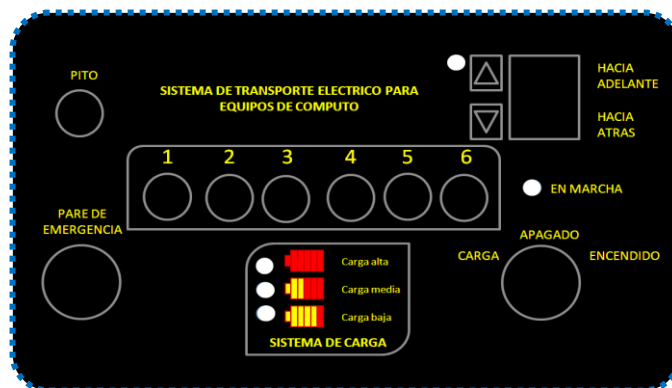


Figura 42: Panel de control

Fuente: Elaboración propia

11.2 DESARROLLO MECÁNICO

El desarrollo mecánico tiene factores críticos tales como la ubicación de la dirección, la relación del sistema de la transmisión y por último la plataforma del usuario.

La selección de sistemas para la construcción del proyecto se hizo en base al análisis de los requerimientos del PDS optimizándolos para usar los más apropiados.

La dirección seleccionada será la de Cremallera. En este sistema, la columna acaba en un piñón. Al girar por ser accionado el volante, hace correr una cremallera dentada unida a la barra de acoplamiento, la cual pone en movimiento todo el sistema.



Figura 43: Piñones



Figura 44: Caja de dirección

El sistema de transmisión que se empleará será por cadenas y sploket el cual es de fácil acceso en el mercado nacional, y ofrece una relación de tamaño muy apropiada para el proyecto, una de las mayores desventajas de la utilización de este sistema, es el ruido que genera cuando esta en funcionamiento debido a la fricción y las altas revoluciones.

El sistema de amortiguación es un factor crítico para la seguridad de los equipos de cómputo, es por tal motivo que se le adicionara al compartimiento de carga para que estos absorban las vibraciones de la superficie irregular, el sistema conocido como amortiguación de muelle es el más apropiado para el proyecto.

La plataforma donde la persona se transporta de pie, será plegable, para que esta adopte las diferentes inclinaciones de la superficie, adaptándose a ellas, otro motivo para ser plegable será la reducción de espacio que ocupa a la hora de acceder a lugares con poco espacio o ascensores.



Figura 46: Sistema de amortiguación
Fuente: Fotos de elaboración propia



Figura 45: Plataforma plegable
Fuente: Fotos de elaboración propia

11.3 DISEÑO DE DETALLE

En ésta fase se busca unir el concepto de diseño con la parte electrónica y mecánica de manera más completa para así acoplar la exploración formal con la parte funcional. Se puede decir que esta parte del proceso es fundamental a la hora de diseñar ya que es acá donde se harán todos los ajustes necesarios y los ensambles entre todos los sistemas, para que el resultado sea el producto terminado como se diseño inicialmente.

Se hizo un análisis de todas las posibilidades mecánicas para elegir la que más se acople al diseño que cumpla con las características requeridas, a raíz de esto se trabaja conjuntamente con el diseño del chasis en el cual estará acoplado todos estos sistemas. Siempre se iba diseñando y rediseñando el chasis para que no se excedieran los tamaños máximos y que el espacio fuera aprovechado al máximo para ubicar el motor, la dirección, la transmisión, la dirección, la batería y el cargador.

Después del diseño de detalle del chasis y los sistemas que esta porta se procede al diseño del compartimiento de carga, acá se busca optimizar el espacio aprovechándolo al máximo, también la ubicación de los sistemas electrónicos y los comandos de mando del vehículo.



Figura 47:
Rodamientos de
las llantas

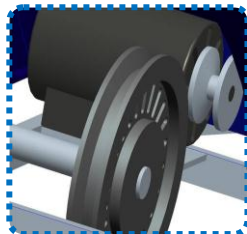


Figura 48:
Sistema de
poleas de
tracción

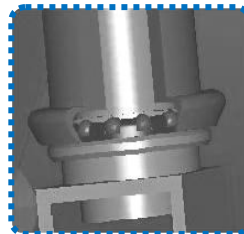


Figura 49:
Cojinete de la
dirección

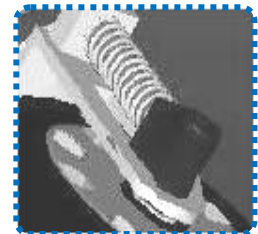


Figura 50:
Amortiguación del
compartimiento

11.4 PROCESOS Y MATERIALES

Para la construcción se utilizaron diferentes procesos y materiales de construcción, los cuales fueron escogidos de manera que fueran duraderos y resistentes, para los embates del uso que tendrá.

El sistema de transporte de computadores portátiles se divide en:

Chasis: para su estructura se eligió tubo rectangular de hierro, el cual se trabajó con el proceso de soldadura MIG (Figura 52: Soldador), para la ubicación de los acoples necesarios de los sistemas se empleo lamina de hierro, también se uso el proceso de taladrado.

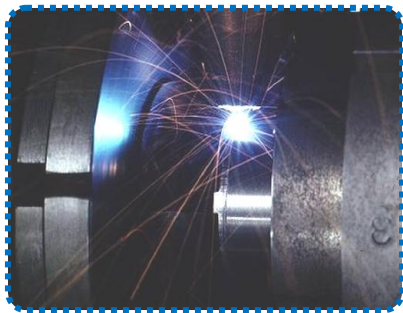


Figura 52: Soldador

Fuente: Enciclopedia Encarta Premium 2008. Soldadura. [DVD].

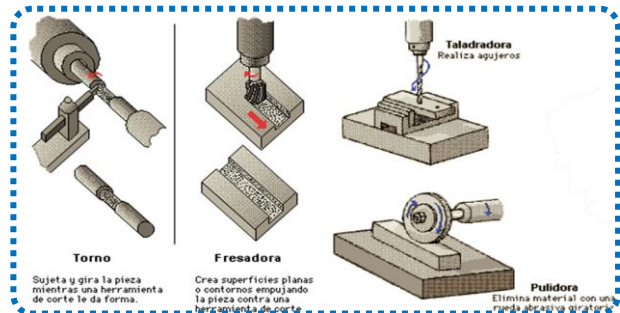


Figura 51: Torno, fresadora, taladro, pulidora

Fuente: Enciclopedia Encarta Premium 2008. Torno. [DVD].

Los sistemas que porta el chasis tuvieron procesos de maquinado mecánico, como; torneado, fresado, taladrado y pulido (Figura 51: Torno, fresadora, taladro, pulidora).

Compartimiento de carga: su estructura principal fue fabricado en tubo cuadrado de hierro, la carcasa que la cubre es de fibra de vidrio y lamina de aluminio, las puertas son de perfil de aluminio estructural, y las divisiones del compartimiento de carga son en perfil (T) de aluminio, los sujetadores son de acero inoxidable.

11.5 SÍNTESIS ELECTRÓNICA Y MECÁNICA

Se desarrolla la arquitectura del sistema eléctrico y mecánico, para agrupar funciones dentro de la estructura y luego realizar las relaciones entre éstos, de manera formal y por medio de los flujos, para tener una representación de los componentes principales que requiere en el sistema (Figura 51).

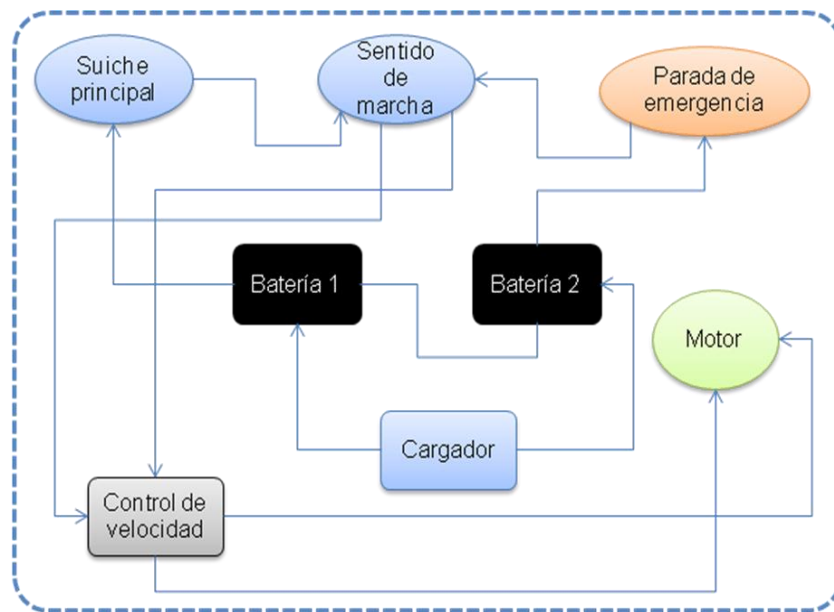


Figura 53: Arquitectura del sistema eléctrico
Fuente: Elaboración propia

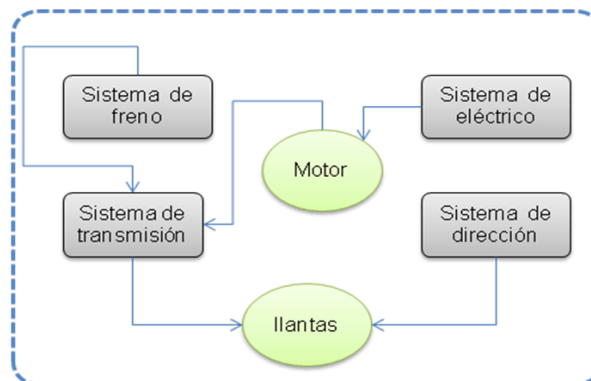
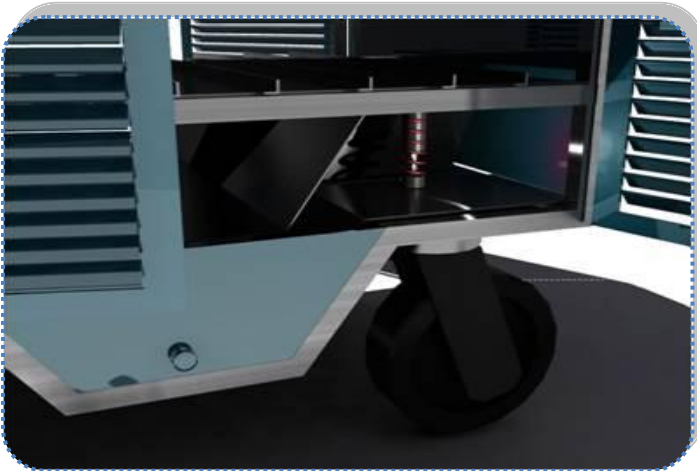


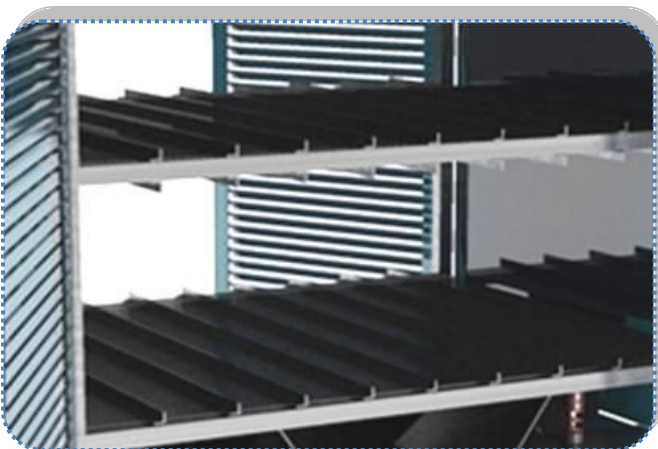
Figura 54: Arquitectura del sistema mecánico
Fuente: Elaboración propia

11.6 MODELACIÓN 3D



Esta es una imagen donde se puede apreciar el sistema de amortiguación del compartimiento de carga, la llanta delantera la cual será la dirección y las puertas del sistema.

Acá se puede apreciar el isométrico por la parte trasera donde está ubicada la plataforma donde se apoya la persona que lo conduce, las puertas laterales y el manubrio.



En esta imagen se observa el diseño del espacio donde serán colocados los equipos portátiles de computo, y la forma de sujeción que tendrán.



Esta es la plataforma plegable donde se apoyara la persona que conduzca el vehículo, está sujeta con dos bisagras industriales y tendrá la forma triangular, en el extremo estará ubicada una llanta loca central, para que no interfiera en su conducción.

Aquí se puede apreciar el isométrico con las puertas abiertas donde se puede apreciar el compartimiento de carga. En la parte trasera se observa la plataforma extendida y el manubrio.



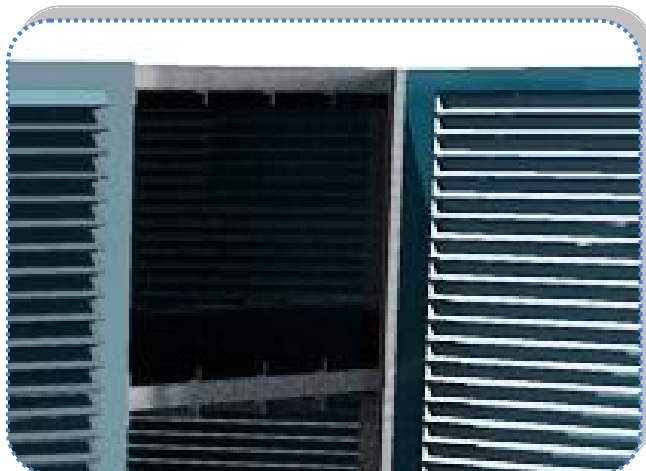
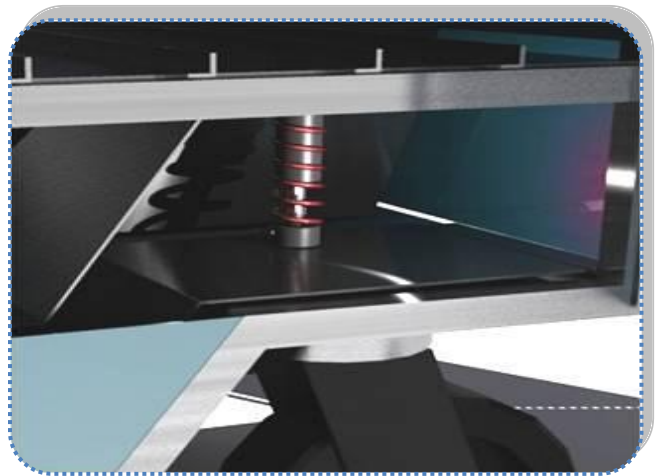
Este es el manubrio de donde se conduce el vehículo y donde estarán los sistemas de control.



La forma de la plataforma trata de imitar la forma en la que la persona se coloca de pie.

También se observa la llanta trasera, esta estará fija y será la que transmita el movimiento al vehículo.

Diseño de detalle del compartimiento de carga en el cual se le coloca un amortiguador, para absorber los baches de las superficies a recorrer, así estos golpes no los sufren los equipos de cómputo.



El compartimiento de carga con un diseño innovador de ubicación de los equipos de cómputo, el cual permite una mayor cantidad y seguridad para los equipos que la competencia.

12 MANUFACTURA

12.1 DESARROLLO DE PLANOS

Para llevar a cabo la construcción del proyecto es necesario tener todas sus dimensiones y arquitectura claras, es para esto que se realizan los planos para tener una guía clara en la construcción. (Ver ANEXO D: PLANOS DE INGENIERIA)

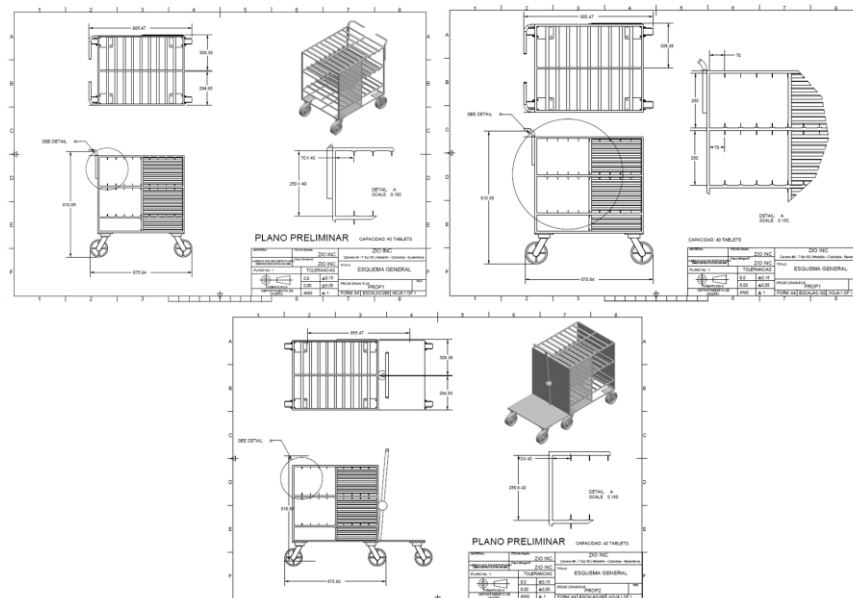


Figura 55: Planos de Ingeniería
Fuente: Elaboración propia

12.2 CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE DEL PRODUCTO

Haciendo uso de los recursos que posee la Universidad EAFIT la construcción y el ensamble del proyecto se realizo en su totalidad en los laboratorios.

La manufactura de las partes internas del sistema de transporte eléctrico de computadores portátiles fue maquinada en el laboratorio de modelos de la Universidad EAFIT.

El chasis, el compartimiento de carga y la cubierta de aluminio, se elaboró en el laboratorio de soldadura de la Universidad EAFIT.

El sistema eléctrico fue diseñado por el Técnico eléctrico Cristian Siegert L. y construido en el laboratorio de física de la Universidad EAFIT.

Los acabados finales del sistema de transporte se realizaron el taller de diseño de la Universidad EAFIT.



Figura 56: Secuencia fotográfica de la construcción

Fuente: Elaboración propia

Descripción de las imágenes

1. Ubicación de la llanta delantera al chasis.
2. Plataforma de apoyo al conductor con el sistema de plegado por medio de un actuador de gas.
3. En esta imagen se muestra las cinco llantas ubicadas en el chasis.
4. Acá se puede identificar las llantas delanteras, estas son las de la dirección.
5. En esta imagen se ver la plataforma plegada.
6. Aquí se muestra un amortiguador del compartimiento de carga.
7. Esta es la distribución espacial del compartimiento de carga.
8. Acá se observa un protector de la parte delantera inferior.
9. Esta es una vista lateral de la parte inferior derecha.
10. Puertas de aluminio abiertas, y la cubierta frontal en lámina de aluminio.
11. La parte superior con las manijas de acero inoxidable.
12. La puerta derecha en perfil de aluminio reforzado.
13. En la imagen se observa el ensamble del chasis con el compartimiento de carga.



Figura 57: Secuencia fotográfica de la construcción
Fuente: Elaboración propia

Descripción de las imágenes

14. Manubrio del conductor, con los sistemas de control del vehículo.
15. Parte trasera del vehículo, con cubierta de fibra de vidrio.
16. Inicio de ubicación de las líneas en la parte del contenedor.
17. Prueba de usuario con los sistemas de manejo y control
18. Imagen donde se muestra la plataforma plegada.
19. Imagen donde se muestra la plataforma extendida.
20. Prueba de manejo con el vehículo terminado.
21. Vehículo por la parte trasera y la plataforma plegada
22. Esta es una vista lateral del vehículo con los acabados finales.
23. Imagen delantera del vehículo con la puerta derecha abierta.
24. Acá se puede apreciar el compartimiento de carga del vehículo.
25. Este es el panel de control final después de las pruebas de usuario.

13 PRODUCTO

13.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El nuevo Tec-5 ha sido diseñado pensando en la comodidad de los usuarios más exigentes. Es el Tec-5 idóneo para interiores y exteriores, con su gran autonomía de 15 km a una velocidad de 5km/h.

Su compartimiento de carga está diseñado para optimizar el espacio y la ubicación segura de los equipos de cómputo, se combina con la suspensión de cuatro amortiguadores para darle mayor seguridad al desplazarse por terrenos irregulares.

Sus dimensiones hacen que sea muy estable, permitiéndole acceder por ascensores y puertas comunes, teniendo al mismo tiempo una increíble maniobrabilidad.

Para que sus usuarios puedan llevar una vida laboral muy activa con total comodidad.

Cuadro 6: Descripción básica

DESCRIPCION	Tec-5
<i>Velocidad máxima hacia adelante.</i>	<i>6 km</i>
<i>Velocidad máxima hacia atrás.</i>	<i>6 km</i>
<i>Autonomía máxima.</i>	<i>15 km</i>
<i>Radio de giro.</i>	<i>110 cm</i>
<i>Longitud con plataforma doblada</i>	<i>110 cm</i>
<i>Longitud con plataforma plegada</i>	<i>100 cm</i>
<i>Anchura</i>	<i>65 cm</i>
<i>Altura hasta el volante</i>	<i>120 cm</i>
<i>Altura hasta compartimiento de carga</i>	<i>104 cm</i>
<i>Peso total de Tec-5 vacío</i>	<i>98kg</i>
<i>Baterías de serie</i>	<i>28ah</i>
<i>Peso máximo del usuario</i>	<i>70kg</i>
<i>Peso máximo de carga</i>	<i>80kg</i>

13.2 PRESTACIONES

- Gran estabilidad debido a sus dimensiones y centro de gravedad baja.
 - Aceleración y frenada ajustable.
 - Suspensión en el compartimiento de carga.
 - Puede subir pendientes de 15° con carga.
 - Rápida carga de las baterías (6 h).
 - Puede hacer desplazamientos por diversas superficies tanto interiores como exteriores.

13.3 VISTAS DEL PRODUCTO

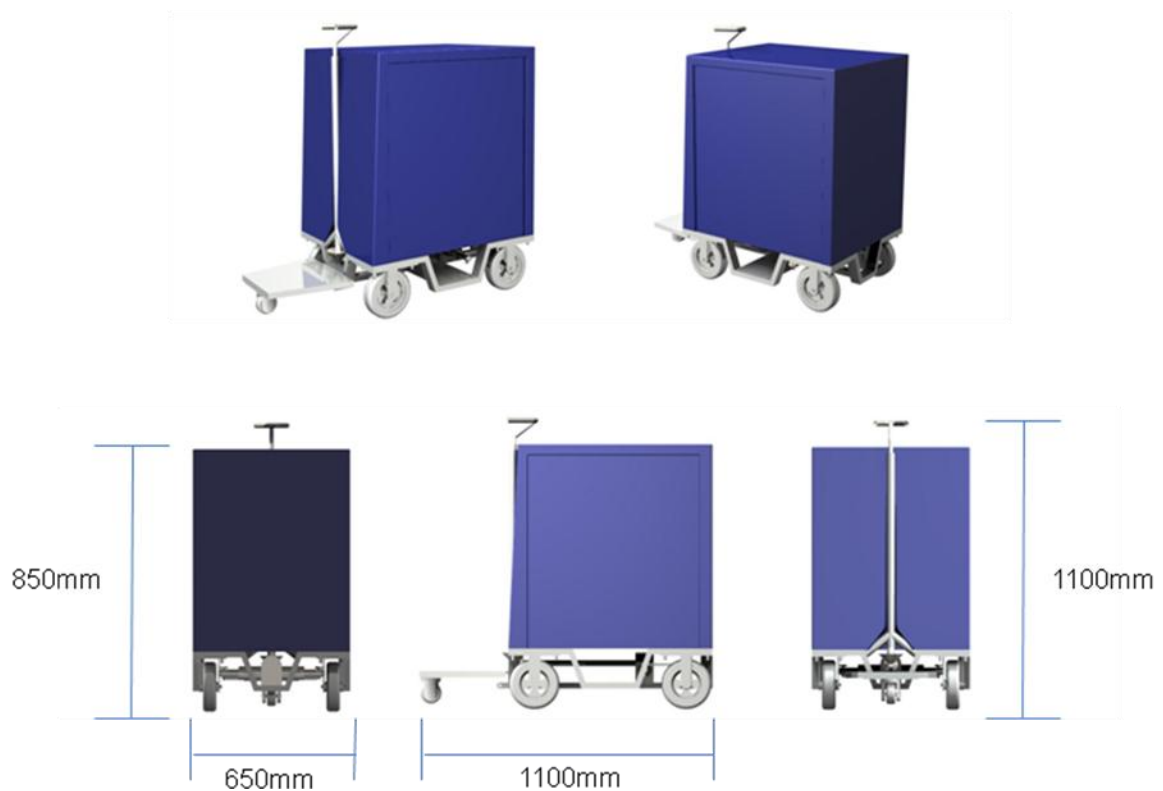


Figura 58: Vistas del producto
Fuente: Elaboración propia

13.4 PRUEBAS DE USUARIO AL PRODUCTO

Las pruebas de usuario se realizaron en base al modelo de Joseph s. Dumas (A practical guide to usability testing), la cual tiene 5 pasos importantes.

Paso 1: Planeando

La planeación es el primer paso en las pruebas de usuario ya que es aquí donde se crea todos los argumentos necesarios para realizar la prueba y cumplir los objetivos propuestos.

Cuadro 7: Pruebas de usuario

Prueba	Usuario	Duración	Resultado	Corrección
1 Posición del usuario	Mónica Usuga	N/A	Satisfactorio	Plataforma
2 Acceso a los controles	Mónica Usuga	N/A	Proporcionado	N/A
3 Sistemas de control	Mónica Usuga	N/A	Satisfactorio	Freno
4 Manejo	Mónica Usuga	3 Días	Regular	Volante
5 Autonomía	Jonnathan Siegert	240 Min	Satisfactorio	N/A
6 Pendientes	Mónica Usuga	N/A	0° - 15°	N/A
7 Capacidad de carga	Mónica Usuga	N/A	20 Tablet 20 Portátiles	N/A

SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE LAS PRUEBAS

En la secuencia a continuación se puede observar por medio de diferentes imágenes las pruebas realizadas al producto con su usuaria principal la cual es Mónica Usuga del Centro de Informática, encargada de transportar y administrar los computadores dentro del campus.

Cuadro 8: Prueba de usuario en imágenes

Fuente: Elaboración propia





Paso 2: Pruebe el material

La prueba de material es donde se analiza minuciosamente cada componente de material que posee el producto para comprobar que realmente es el apropiado, y cumple con las características planteadas.

Inicialmente en software se realizaron pruebas virtuales en el programa *Ansys Simulator Workbench 10.0*, para determinar futuras fallas y pruebas físicas-reales en las que se tuvo en cuenta al usuario, luego al modelo real se le realizaron pruebas reales con usuarios desde los 50kg hasta los 120kg, esto con el fin de probar la resistencia de los materiales empleados.

Paso 3: El ensayo

Es importante saber que los problemas pertenecen al producto no al usuario, es por esto que en el tercer paso es de vital importancia realizar todos los mayores ensayos posibles, ojala en el las peores condiciones, ya que con esto se exige el producto al máximo, para poder tener una clara observación de los problemas que van surgiendo, y tomar nota de ellos.

Durante cuatro meses se le hizo un seguimiento al producto el cual ha tenido un uso diario durante este tiempo, con la observación constante y las declaraciones de los usuarios directos, se ha recolectado una gran cantidad de datos importantes los cuales son información de primera mano.

Paso 4. Análisis de datos

Después de realizar el ensayo se tendrán una serie de problemas, estos problemas se deben organizar de acuerdo al grado de severidad y frecuencia de ocurrencia, haciendo una calificación de los problemas, para tener un orden de importancia al solucionar dichas dificultades.

Posteriormente con la información recolectada de los inconvenientes que surgieron durante este tiempo se tomaron los correctivos adecuados, haciendo los cambios necesarios para mejorar el producto.

Paso 5. Implicaciones

Es importante hacer un informe sistemático de los problemas del producto encontrados durante la prueba, es importante centrarse en las posibilidades de las mejoras, lo más importante es encontrar la razón de cada uno de los problemas encontrados. Según lo indicado previamente, una grabación de video, fotografías de los problemas, pueden ser una herramienta particularmente de gran alcance a la hora de la comunicación, e ilustra más con eficacia que las palabras los problemas prácticos que experimentaron.

14 CONCLUSIONES

- Con Este proyecto se espera contribuir a la solución de los problemas médicos que vienen teniendo los empleados del Centro de Informática de la Universidad EAFIT.
- Se espera que todos los conocimientos académicos recibidos durante la carrera se vean reflejados en este trabajo.
- Contribuir con un producto para la solución de un problema médico que aqueja a una pequeña parte de la población.
- Con este proyecto se logro Investigar y analizar las condiciones del contexto, usuario y producto y las características que deben ser consideradas a partir de los requerimientos de salud ocupacional.
- Se vio la utilidad y aplicabilidad de las herramientas de diseño consideradas dentro de la metodología “Total Design” de Stuart Pugh.
- Se cumplió con el objetivo de diseñar y construir un sistema de transporte a nivel formal y funcional para el transporte de equipos portátiles dentro de la Universidad EAFIT.
- Se diseño un manual de usuario que permita al conductor del vehículo tener en cuenta recomendaciones del uso y manejo del producto.
- La realización de pruebas de usuario para verificar el funcionamiento del producto y corregir usos indebidos del mismo salieron exitosas.
- El uso de herramientas computacionales en el análisis de elementos finitos (*FEA*) ayuda a encontrar puntos de concentración de esfuerzos en los

productos los cuales pueden rediseñarse para mejorarlo en la etapa de diseño de detalle y obtener un producto más confiable.

- Someter el producto a las pruebas necesarias (reales, virtuales y de usuario) permite determinar si el producto cumple con las especificaciones asignadas de un *PDS*.
- Con la implementación de más tecnología, es posible utilizar componentes especializados, y a un bajo costo (por economías de escala) para mejorar el actual en cuanto a tamaño, diseño, desempeño y precio, preparándolo para su comercialización.

15 BIBLIOGRAFÍA

Baxter, M. Product Design 1ª Ed. USA Chapman & Hall 1995

CROSS, N. Engineering Design Methods: Strategies for Product Design. 2ª Ed. USA. Chichester, John Wiley & Sons, 1994.

Diccionario Enciclopédico Martin Alonso, pagina 1784.

Dumas, J. Redish, J. A practical guide to usability testing. University of Chicago. 1993 p401

Estrada, J. Ergonomía. Medellín. universidad de Antioquia 2000 p243

Ferrer M., Ruiz A. Ergonomía Teleinformática [Tesis]. Medellín: Universidad EAFIT. Departamento de Informática y Sistemas; 1995. 422p

Hernández, M. Product Design Specifications. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2002.

Hernández, M. Que es el Brief. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2002.

Prat J. Ergonomía y mueble. Valencia: Instituto Biomecánica Valencia; 1997. 72 p.

Pugh, S. Total Design. Harlow, UK: Addison-Wesley Publishing Company, 1991. p. 48-66

Rosenberg, R. Reparación de motores eléctricos. Motores de corriente continua 7ed. México. Gustavo Gili, S.A. 1988. 419p. (serie 1)

Rosenberg, R. Reparación de motores eléctricos. Motores de corriente continua 7ed. México. Gustavo Gili, S.A. 1988. 400p. (serie 2)

Tilley, A. The measure of man and woman: human factors in design. New York: Jhon Wiley and sons, 2002. p. 74-77

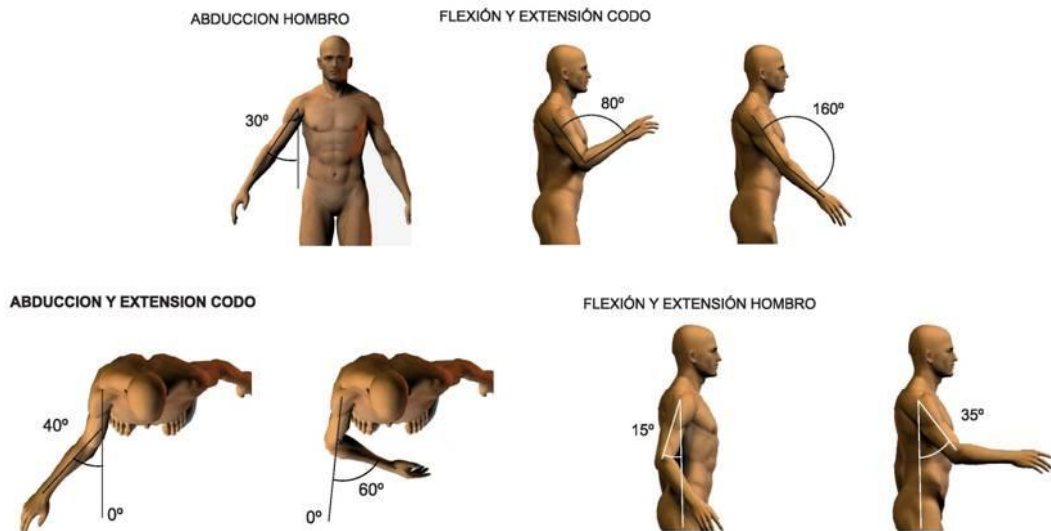
Velásquez, A. Ayuda 1 Alfabeto Visual. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2005

16 ANEXOS

ANEXO A: ERGONOMÍA

La información e imágenes que se ven a continuación han sido seleccionadas de varios autores de los cuales se extrajo lo más relevante para ser aplicado al proyecto, las referencias se encuentran en la bibliografía.

En las imágenes se puede observar los grados máximos de movimiento, flexión y extensión libre del hombro y del codo, sin que estos traigan complicaciones. Forzar el cuerpo a moverse más de lo indicado puede traer complicaciones de salud.



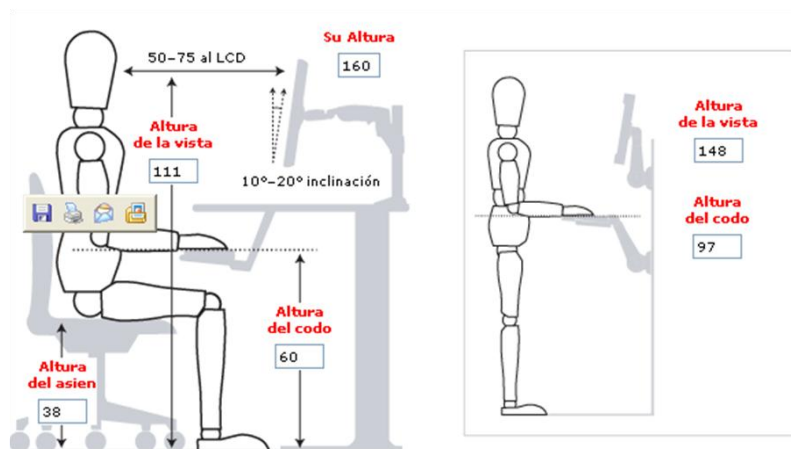
Las medidas que se muestran a continuación están basadas en un software de Ergonomía para obtener las medidas ideales de una estación de trabajo. Dicho programa es conocido como Ergotron.

En las figuras se puede obtener datos como la altura de la vista, la altura del asiento, la altura del codo, tanto sentado como de pie. Datos importantes a la hora

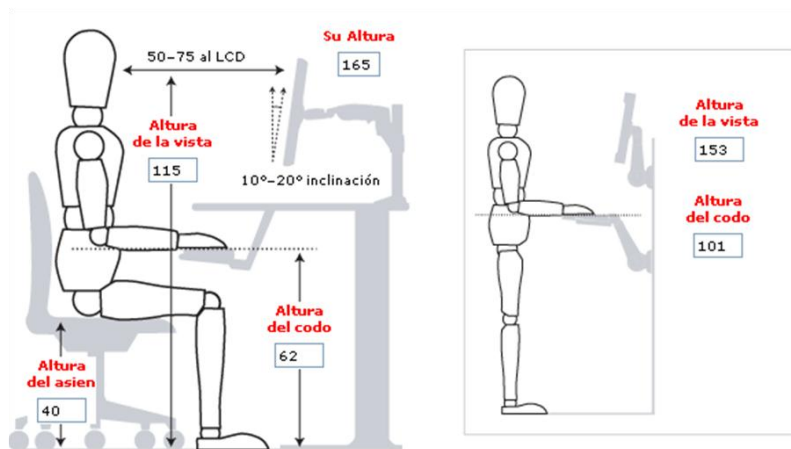
de diseñar el producto con las medidas correspondientes para la media colombiana. Este ejercicio se hizo para cuatro estaturas diferentes las cuales van desde 160 cm hasta 175 cm incrementando cada 5 centímetros. Con los resultados arrojados por dicho estudio se podrá concluir acerca de cuales son las medidas ideales a tener en cuenta que relacionen el producto con el usuario y el contexto.

ESTUDIO DE MEDIDAS ERGONÓMICAS

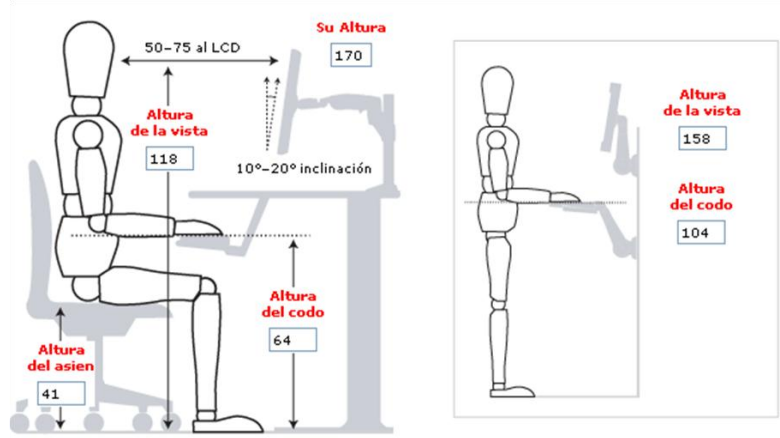
Altura 160cm



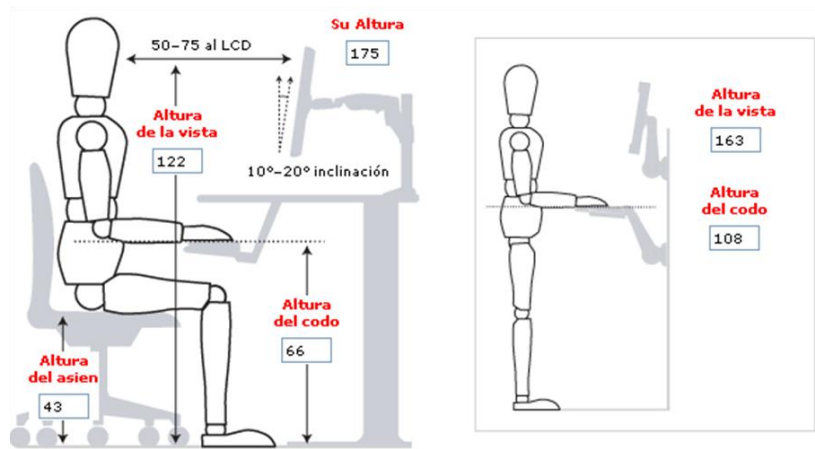
Altura 165cm



Altura 170cm



Altura 175cm



ANEXO B: BRIEF

ANTECEDENTES

Actualmente, en las universidades de las principales ciudades de Colombia, se viene implementando el uso continuo y muy aceptado de equipos de cómputo portátiles para impartir clases académicas dentro del campus, teniendo una mayor movilidad y saliéndose de la rutina del salón de clase. Esto significa una ventaja para las instituciones al necesitar cada vez menor espacio en aulas para los aparatosos computadores de escritorio. Analizando este incremento de implementación de nuevas tecnologías, surge la necesidad de sistemas de transporte para estos equipos dentro de las instituciones, los cuales deberán ser usados por personas específicas desde el punto donde se almacenan hasta el punto donde serán utilizados, actualmente no encontrados en el mercado. Este sistema deberá tener ciertas características específicas diseñadas a la medida de las necesidades y que proporcione una ayuda mecánica a las personas que lo conducen.

En el mercado colombiano podemos encontrar diversos sistemas para transporte de elementos en interiores, los cuales son sobre utilizados en comparación para lo que fueron diseñados. Podemos hallar carros repartidores de comidas, carros transportadores de estivas, carretas, carretillas entre otros. En los almacenes de cadena podemos ver el uso de grúas eléctricas para surtir los almacenes en el interior. Estos sistemas, manuales y/o eléctricos, no están diseñados para los propósitos requeridos ya que generalmente son adaptaciones de carros de arrastre que no ofrecen ninguna seguridad ni ergonomía.

Estudios de salud ocupacional han demostrado que los usuarios del sistema de transporte de equipos de cómputo actual de la universidad EAFIT han venido adquiriendo complicaciones tanto lumbares como del mango rotador, de las

muñecas, rodillas entre otras. La atención especializada y el tratamiento adecuado disminuyen estos problemas y mejoran la calidad de vida, pero se debe mejorar este problema desde la raíz, lo que exige un rediseño de este tipo de sistemas de transporte más ergonómicos y ajustados a las necesidades de los equipos tecnológicos.³⁷

JUSTIFICACIÓN

La educación en Colombia día a día ha ido mejorando y el uso continuo de la tecnología computacional a la vanguardia representa el futuro para el país. Dichos avances tecnológicos al ir avanzando a pasos apresurados exigen que su entorno también progrese y se adapte a las nuevas necesidades que surgen. Según esto, se crean nuevas oportunidades de diseño de producto que optimicen tanto su uso como su almacenamiento y transporte. Esta posibilidad de poder solucionar pequeños problemas que nos traen nuevas tecnologías es un reto que hace pensar en la posibilidad de desarrollar industria.³⁸

A partir de estos requerimientos, se encontró en la Universidad EAFIT una oportunidad concreta para el diseño y desarrollo de un sistema de transporte a nivel interno para computadores portátiles, Tablet PC y Pockets.

El papel de un sistema de transporte para dicho propósito exige cumplir con requisitos de ergonomía, seguridad y tamaño, por lo que algunos de sus requerimientos deben apuntar a su funcionamiento de tipo eléctrico y que pueda tener la capacidad para transportar a la persona que lo conduce. Estos

³⁷ Diego Vanegas. [Comunicación personal, Abril 20 de 2007] Coordinador de Salud Ocupacional, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia.

³⁸ Juan Diego Ramos. [Conversación personal, Julio 28 de 2007] Jefe de carrera de Ingeniería de Diseño de Producto, Universidad EAFIT. Medellín, Antioquia.

requerimientos ayudan a proporcionarle al usuario una ayuda mecánica que ayuda a evitar esfuerzos mayores y cuidar de su salud.

En Colombia no existen empresas en las cuales su razón social sea el diseño y fabricación de vehículos de transporte eléctricos para uso externo e interno, este es un motivo más para la elaboración de este proyecto y la idea de creación de industria.

Otra de las ventajas de este tipo de transporte es la disminución de tiempos dentro de una empresa en el desplazamiento no solo de aparatos tecnológicos ofreciendo el valor agregado del cuidado del medio ambiente al no realizar ningún tipo de emisiones tóxicas ni ruido en comparación con otros vehículos de combustión interna.

OBJETIVO GENERAL

Diseño y construcción de un sistema de transporte de equipos portátiles para centro de informática de la universidad EAFIT denominado como “Aula Móvil”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar y analizar las condiciones del contexto, usuario y producto y las características que deben ser consideradas a partir de los requerimientos de salud ocupacional.
2. Utilizar herramientas de diseño consideradas dentro de la metodología “Total Design” de Stuart Pugh complementadas por medio de las aprendidas durante el transcurso de la carrera.

3. Diseñar y construir un sistema de transporte a nivel formal y funcional para el transporte de equipos portátiles dentro de la Universidad EAFIT tales como: Tablets PC, Computadores Portátiles y Pockets (PDA).
4. Diseñar un manual de usuario que permita al conductor del vehículo tener en cuenta recomendaciones del uso y manejo del producto.
5. Realizar pruebas de usuario para verificar el funcionamiento del producto y corregir usos indebidos del mismo.

PERFIL DE USUARIO

El sistema de transporte de equipos portátiles para centro de informática de la universidad EAFIT denominado como “aula móvil, tiene dos clases de usuarios directos: las instituciones educativas de alto nivel como universidades y los encargados del desplazamiento y cuidado de los equipos, y dos usuarios indirectos los profesores y estudiantes de las universidades que están a la vanguardia de la tecnología.

Estos son de sexo femenino o masculino y su edad está entre los 18 y 60 años, de estrato 3 a 6. Son personas físicamente fuertes, además buscan ser eficientes en cada una de las labores que realizan.

El entorno esta dado por la solución que se le está dando al problema de transporte de equipos de computo dentro de las instituciones ya que el sistema actual que se viene utilizando es un sistema que para ser desplazado debe ser accionado por fuerza humana y esto conlleva a que los usuarios encargados de transportarlo van adquiriendo ciertas complicaciones de salud que van afectando su bienestar.

En los últimos años se han desarrollado mucho las tecnologías inalámbricas y los computadores portátiles. En casi todos los centros ya hay redes Wi-Fi y el precio

de los portátiles es similar al de los computadores de escritorio. Aunque seguramente la solución ideal sería que todos los alumnos dispusiesen de un ordenador, el Aula Móvil supone una solución parcial que puede crecer con el paso del tiempo. Con la introducción del Aula Móvil se pretende:

- Acercar el uso de los computadores a todos los alumnos.
- Utilizar las nuevas tecnologías, de forma habitual, en la mayoría de las materias.
- Disponer de nuevas aulas de informática sin necesidad de ocupar más espacios.
- Poder utilizar la informática en cualquier dependencia del campus.

ANEXO C: PDS

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO PRODUCT DESIGN SPECIFICATIONS (PDS)				
	ORDENAMIENTO	DEMANDA (D)	DESEO (d)	INTERPRETACION
1	DESEMPEÑO	Ojala que realice todos los recorridos de dos días	d	Batería de larga duración 24v 28AH
		Ojala que con la carga completa suba las pendientes de la Universidad	d	Que tenga una transmisión de fuerza
		se requiere que cargue y transporte todos los equipos que caben en el compartimiento de carga	D	Capacidad para 40 equipos
		Que tenga un lugar donde montar el conductor	D	Plataforma del usuario
		Que tenga un panel de control de instrumentos	D	Botones con todas las funciones necesarias
		Se requiere que los equipos puedan ser recargados dentro del vehículo	D	Que posea toma corrientes
		Se requiere que tenga un motor eléctrico potente	D	Motor de 450w 24v
		2	SEGURIDAD	Que no exista descargas eléctricas
Que el conductor no tenga riesgo de accidente	D			Que posea un botón de parada de

				emergencia
		Que el usuario sepa las normas de seguridad	D	Manual de usuario
		Ojala no lo use bajo la lluvia	d	Advertencia en el manual de usuario
3	COMPETENCIA	Que sea eléctrico	D	Fuerza motriz motor eléctrico
		Que tenga mayor capacidad de almacenamiento	D	Capacidad para 40 equipos
		Que se pueda desplazar por interiores y exteriores	D	No tiene emisiones toxicas
		Que pueda movilizar al usuario	D	Plataforma del usuario
		Que trabajar en él sea agradable	d	Formas y colores que respondan a un referente formal
4	ERGONOMÍA	Que las funciones indicativas sean claras	D	Testo y colores visibles
		Que los controles de manejo estén asequibles al usuario	D	Según disposición ergonómica (ver anexo D)
		Que las dimensiones del vehículo estén apropiadas para la media de los colombianos	d	Según disposición ergonómica (ver anexo D)
		Que su uso no fatigue		El agarre de los controles se adecue a las

				medidas antropométricas de la mano y tiene una textura y forma adecuados para su fácil manejo.
		Ojala sea cómodo	d	Posición favorable para el usuario
5	ESTÉTICA Y FORMA	Ojala que la forma sea agradable en el contexto	d	Relacionar con el referente tortuga
		Que tenga los colores institucionales de la Universidad	D	Uso de colores definidos en la carta de colores
		Que sea texturizado	d	Relacionar con la carta de texturas
		Que la relación forma capacidad sea la más optima	D	Referirse a las formas geométricas
6	MATERIALES	Los materiales a utilizar sean los apropiados	d	El material del producto final deberá ser muy resistente y fácil de obtener colores y texturas
		Que sean durables respecto al uso	d	Materiales duros
		Que se consigan en el mercado nacional	D	Disponibles en el mercado
7	PROCESOS DE MANUFACTURA	Se debe utilizar procesos adecuados para este tipo de producto	d	Procesos de producción

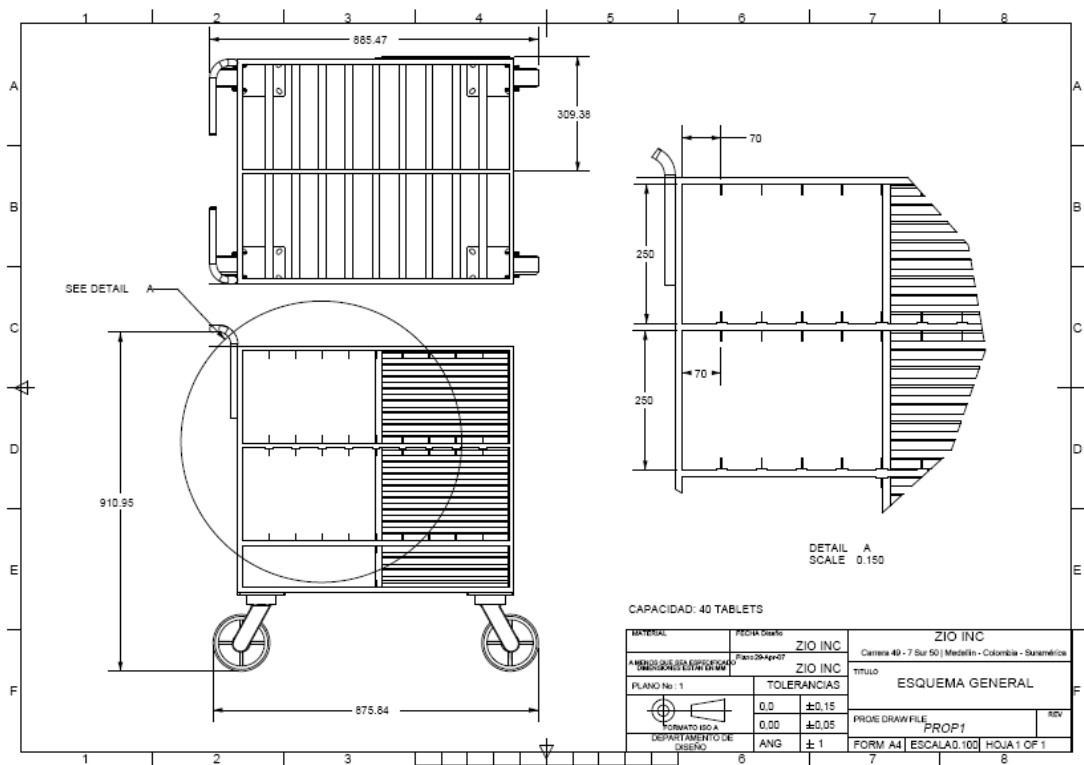
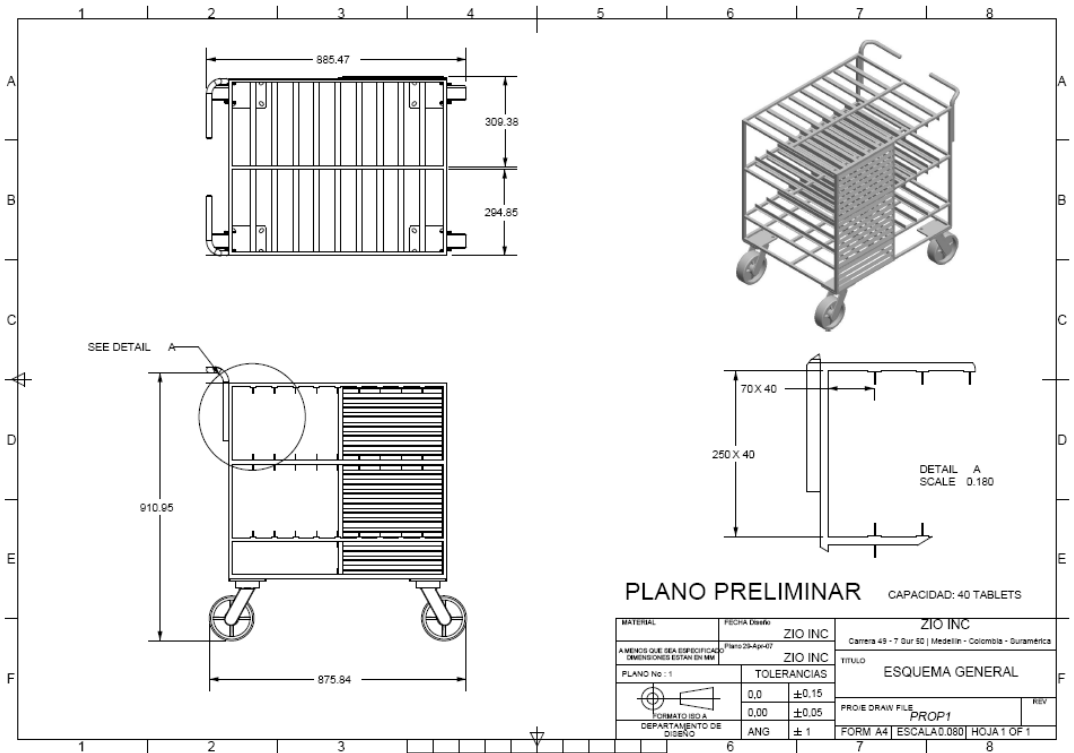
				adecuados para los materiales a utilizar
		Que se pueda fabricar en su totalidad en la ciudad	D	El proceso deberá aportar al material características de calidad al producto final
		Buenas propiedades físicas y mecánicas	D	Procesos de fabricación por personal idóneo
8	TAMAÑO	Que no sea muy grande	D	Medidas mínimas para acceder por puertas y ascensores 65x110x110
		Que tenga medidas ergonómicas para adulto	d	Según disposición ergonómica (ver anexo D)
		Que los botones de control sean visibles	d	Colores llamativos
9	PESO	Que soporte el peso de la persona y el peso de los equipos a transportar aproximadamente 160kg	D	Materiales resistentes al peso
		Que sea capaz de moverse sin dificultad	D	No exceder su peso máximo
10	USUARIO	Que el usuario interactúe directamente con el producto	d	Uso directo con el usuario
		Que su activación y manipulación sean fáciles de entender	d	Funciones indicativas claras
		Que el usuario esté capacitado para su manipulación	D	Recibir curso de manejo

11	<i>ENTORNO</i>	Área de trabajo cómoda	d	Áreas iluminadas y amplias
		Que se pueda conectar	D	Acceso a toma corriente
		Que el lugar de trabajo este protegido de la intemperie.	d	Bajo techo
		Que el lugar de trabajo tenga rampas de acceso	D	Vías de acceso con rampas
12	<i>VIDA EN SERVICIO</i>	Que tenga un alto ciclo de vida	d	Duración de tres años
		Que sea resistente al uso diario	D	No debe poseer materiales frágiles
13	<i>MANTENIMIENTO</i>	Mantenimiento preventivo	D	Realizar mantenimiento cada mes
		Mantenimiento correctivo	D	Cada que surja un daño debe ser reparado inmediatamente
		Tenga instrucciones de mantenimiento	D	Manual de usuario
		Que tenga sistemas de seguridad a descargas eléctricas y cortos circuitos	D	Fusibles
14	<i>PARTES ESTÁNDAR</i>	Alto porcentaje de piezas estándar	d	50%
		Que haya compatibilidad entre partes	d	Ensamblés estándar

ANEXO D: PLANOS

Planos preliminares del chasis estructural, y compartimiento de carga con la distribución de los computadores portátiles.





ANEXO E: MANUAL DE USUARIO



SISTEMA DE TRANSPORTE ELECTRICO PARA EQUIPOS DE COMPUTO

Potente, versátil, maniobrable

El nuevo Tec-5 ha sido diseñado pensando en la comodidad de los usuarios más exigentes.

Es el Tec-5 idóneo para interiores y exteriores, con su gran autonomía de 15 km a una velocidad de 5km/h.

Su compartimiento de carga está diseñado para optimizar el espacio y la ubicación segura de los equipos de cómputo, se combina con la suspensión de cuatro amortiguadores para darle mayor seguridad al desplazarse por terrenos irregulares.

Sus dimensiones hacen que sea muy estable, permitiéndole acceder por ascensores y puertas comunes, teniendo al mismo tiempo una increíble maniobrabilidad.

Para que sus usuarios puedan llevar una vida laboral muy activa con total comodidad.



Jonnathan Siegert L. Celular: 300-773-53-20



Grandes prestaciones

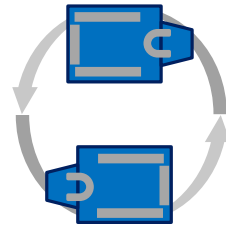
- Velocidad max. De 6 km/h
- Autonomía de 15 km.
- Gran estabilidad debido a sus dimensiones y centro de gravedad.
- Aceleración y frenada ajustable.
- Suspensión en el compartimiento de carga.
- Puede subir pendientes de 15° con carga.
- Su capacidad de carga es de 80 kg mas 70 kg del conductor. (Total 150 kg).
- Rápida carga de las baterías (6 h).
- Puede hacer desplazamientos por diversas superficies tanto interiores como exteriores.

Gran comodidad

- Posición del conductor anatómica con manillar en ángulo graduable y plataforma ajustable a las variaciones de las superficies.
- Manijas de sujeción para arrastre manual.
- Variador de velocidad manejable con la mano derecha.
- Amplio espacio para las piernas.
- Accesible ubicación al panel de control.
- Freno ubicado en el manillar a mano izquierda.
- Amplio acceso al compartimiento de carga de carga por el lado izquierdo y derecho.

Maniobrable

- Giro de 30°
- marcha hacia adelante y hacia atrás.
- Su tamaño le permite acceder por puertas de 60 cm de ancho.
- Motor potente de 24v.



Características

- Panel de control con indicadores de luz.
- Luces de señalización de emergencias.
- Indicador de carga de baterías.
- Indicador de encendido.
- Pito.
- Botón de parada de emergencia.
- Suiche de sentido de giro.
- Botones para clave de encendido.
- Suiche de llave para encendido.
- Indicadores del nivel de carga de la batería.
- Amplio espacio de carga.
- Toma corriente en el interior del compartimiento de carga.
- Freno de disco.
- Plataforma de apoyo plegable.
- Compartimento de carga amortiguado y con llave.
- Enchufe de carga de fácil acceso



INSTRUCCIONES DE MANEJO

Para encender el vehículo

- Colocar la llave en posición encendido.
- Girar el botón de parada de emergencia hacia la derecha.
- Ingresar la clave de acceso.
- Ubicar el botón en la marcha deseada.
- Verificar que la luz de marcha se encuentre encendida.

Para apagar el vehículo

- Colocar la llave en posición apagado.
- Oprimir el botón de parada de emergencia.

Para cargar las baterías

- Verificar que el botón de parada de emergencia se encuentre oprimido.
- Colocar la llave en posición de carga.
- Conectar el cable de poder al toma de corriente regulado 110 voltios.



PERCAUCIONES

Antes de conducir

- Verificar el estado de la carga en la batería.
- Si la luz de error esta encendida se debe apagar el vehículo.
- No se debe frenar y acelerar al tiempo, esto provoca daños graves .
- El peso máximo para la persona que conduce es de 70 Kg.
- El peso máximo de carga es de 80 Kg.
- Al subir las pendientes si el vehículo esta con carga, el conductor debe bajarse de la plataforma, ya que esto provoca daños graves.



Especificaciones Técnicas

	Tec-5
Velocidad máxima hacia adelante.	6 km
Velocidad máxima hacia atrás.	6 km
Autonomía máxima.	15 km
Radio de giro.	110 cm
Longitud con plataforma doblada	110 cm
Longitud con plataforma plegada	100 cm
Anchura	65 cm
Altura hasta el volante	120 cm
Altura hasta compartimiento de carga	104 cm
Peso total de Tec-5 vacío	98kg
Baterías de serie	28ah
Peso máximo del usuario	70km
Peso máximo de carga	80kg

Jonnathan Siegert L. Celular: 300-773-53-20



Garantía

- *El vehículo eléctrico Tec-5 tiene una garantía de 6 meses a partir de la fecha de entrega.*
- *La mala manipulación de Tec-5 y el no cumplimiento de las buenas practicas de uso harán perder la garantía.*
- *El mantenimiento debe hacerse por personal autorizado por el fabricante, de lo contrario causará la perdida de la garantía.*
- *Las llantas por ser un consumible no tienen garantía.*
- *La mala manipulación del sistema eléctrico podrían causar daños graves.*
- *Si en el buen uso de Tec-5 se presentan anomalías, éstas serán cubiertas por el fabricante.*
- *No cubre descargas eléctricas.*
- *El exceso de peso indicado por el fabricante hace forzar la capacidad del motor y podría dañarlo.*
- *Se garantiza que Tec-5 cumplirá con las especificaciones ofrecidas.*
- *Si Tec-5 tiene algún fallo durante el período de la garantía por razones cubiertas por esta garantía limitada, el equipo será reparado.*
- *No se garantiza que Tec-5 este libre de defectos de diseño, fabricación o ensamble aunque su intención es entregar el mejor equipo posible y efectúa los controles que cree necesarios para poder lograrlo.*
- *Esta garantía no cubre daños relativos a causas externas incluyendo accidente, problemas con el fluido eléctrico, utilización indebida, utilización que no obedezca a instrucciones, mala utilización, negligencia, alteración, reparación no autorizada, instalación inadecuada, actualizaciones o modificaciones no autorizadas, ensayo inadecuado.*

Fecha de entrega

firma del vendedor

Jonnathan Siegert L. Celular: 300-773-53-20