

**Estudio de Pre factibilidad para el diseño y comercialización de una silla de
ruedas ideal para la población discapacitada**

Nicole Ann Muñoz Serrano
Laura Camila Sánchez Galindo

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingenierías
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2020

**Estudio de Pre factibilidad para el diseño y comercialización de una silla de ruedas ideal
para la población discapacitada**

Nicole Ann Muñoz Serrano
Laura Camila Sánchez Galindo

Director:
Nelson Vladimir Yepes
Wilmer Cruz Guayacundo

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingenierías
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2020

Dedicatorias

Nicole Ann Muñoz Serrano

A Dios, quien ha sido mi padre, amigo y adoración, me ha acompañado en todas las circunstancias de mi vida, me dio la sabiduría, fortaleza y bendición para culminar esta etapa, sin su voluntad nada sería posible.

A mi mama quien ha sido mi apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, mi motor y modelo a seguir, este logro no hubiera sido posible sin su sacrificio, paciencia y amor.

A mi papa quien fue mi instructor de vida, me recalco la importancia de culminar esta etapa y me impartido los conocimientos de las industrias ortopédicas.

Laura Camila Sánchez Galindo

A Dios por haberme dado la fuerza, el entendimiento y la sabiduría para culminar esta etapa de mi vida; a mis padres, hermanos y sobrino, por el cariño, paciencia, comprensión, sacrificio y ayuda para continuar mi camino, en búsqueda de logros, triunfos y éxitos.

Agradecimientos

Primeramente, agradecemos a Dios por permitirnos culminar la carrera, a nuestras familias quienes fueron apoyo incondicional durante el proceso de ella, a docentes, compañeros y a la universidad Agustiniana por la formación académica.

Agradecemos de igual manera al Ingeniero Nelson Vladimir Yepes, quien nos ha asesorado en la elaboración del proyecto, aportándonos sus conocimientos.

Al ingeniero Wilmer Cruz Guayacundo por brindarnos sus conocimientos y aportes con el diseño, evaluación mecánica y requerimientos técnicos.

Por último, al ingeniero Hernando Muñoz Suarez quien nos abrió las puertas en el taller Abilit, dándonos la oportunidad de desarrollar el proyecto en sus instalaciones, y asesoría en el desarrollo del diseño del producto.

Resumen

El presente proyecto de grado, se realiza con el propósito de hacer un estudio que permita la viabilidad económica, dando a conocer cómo se lleva a cabo el diseño y comercialización de una silla de ruedas ideal para la población discapacitada, identificando los requerimientos deseados por la población discapacitada y analizando los diferentes materiales y propiedades que permiten un diseño mejorado, verificando si es factible o no su diseño y su respectiva comercialización.

Para el desarrollo de la misma, se plantearon en los objetivos específicos, la elaboración de un estudio de mercado, un estudio técnico, un estudio financiero y posteriormente la implementación de herramientas de ingeniería para el desarrollo del producto. Se utiliza el método de investigación proyectivo, se procede a dar la explicación de todo el proceso de diseño recolectando la información necesaria, que permite realizar el estudio. Siguiendo con la elaboración de una encuesta, conociendo a profundidad las necesidades que se están presentando en la población discapacitada en la ciudad de Bogotá.

En este proyecto, se implementa la ingeniería industrial, a través de conocimientos para la realización de métodos, cálculos, ingenio del diseño funcional del producto, elaboración del diseño de planta, estudio financiero entre otros.

Palabras claves: pre factibilidad, diseño, silla de ruedas, producción, movilidad, población discapacitada, funcionalidad.

Abstract

The present degree project is carried out with the purpose of carrying out a study that allows economic viability, making known how the design of accessories for an ideal wheelchair for the disabled population is carried out, identifying the requirements desired by the disabled population and analyzing the different materials and properties that allow an improved design, verifying if its design and its respective load is feasible or not.

For its development, the preparation of a market study, a technical study, a financial study and, additionally, the implementation of engineering tools for product development were considered in the specific objectives. We use the projective research method, we proceed to explain the entire design process by collecting the necessary information, which allows the study to be carried out. We continue with the preparation of a survey, knowing in depth the needs that they present in the disabled population of the city of Bogotá.

In this project, industrial engineering is implemented, through knowledge for carrying out methods, calculations, ingenuity of the functional design of the product, elaboration of the plant design, financial study, among others.

Key words: prefeasibility, design, wheelchair, production, mobility, disabled population, functionality.

Tabla de contenidos

Introducción	19
1. Identificación del problema	20
1.1. Antecedentes del problema.....	20
1.1.1. Fabricación de las primeras sillas.....	22
1.1.2. Tipos de sillas.....	23
1.1.3. Partes sillas de ruedas.....	25
1.2. Descripción del problema.....	26
1.2.1. Ventas al detal	27
1.2.2. Ventas por mayor	28
1.2.3. Árbol de problema.....	29
1.2.3.1. Sistematización.....	29
1.3. Pregunta problema.....	30
1.4. Variables del problema.....	30
1.4.1. Variable independiente.....	30
1.4.2. Variable dependiente.....	31
1.4.3. Variable interviniente.....	31
2. Objetivos.....	32
2.1. Objetivo general	32
2.2. Objetivos específicos.....	32
3. Justificación	34
4. Marco referencial.....	36
4.1. Antecedentes de investigación.....	36
4.1.1. Plan de negocios para la creación de una empresa comercializadora de productos ortopédicos.....	36
4.1.2. Estudio de mercado y plan de negocios para comercialización de bicicleta plegable hecha con Spead, impulsada por tracción humana y/o eléctrica	36
4.1.3. Diseño concurrente de sillas de ruedas para minusválidos.....	37
4.1.4. Diseño y fabricación de una silla de ruedas eléctrica modular para un paciente con Amelia Congénita	38
4.2. Marco teórico.....	38
4.2.1. Estudio de pre factibilidad.....	38

4.2.2.	Estudio de mercado	38
4.2.3.	Estudio de los materiales.....	39
4.2.4.	Estudio financiero	39
4.2.5.	Estudio técnico	39
4.2.6.	Estudio ambiental.....	40
4.3.	Marco conceptual.....	40
4.3.1.	Plan de negocios.....	40
4.3.2.	Silla de ruedas	40
4.3.3.	Funcionalidad	40
4.3.4.	Crecimiento en el mercado.....	41
4.3.5.	Índice de aceptación.....	41
4.3.6.	Encuestas enfocadas.....	41
4.3.7.	Hibrida.....	41
4.3.8.	Plegable.....	41
4.4.	Marco legal.....	41
4.4.1.	Para el diseño de la silla de ruedas.....	41
4.4.1.1.	Ley 1346 de 2009	41
4.4.1.2.	Ley 1618 de 2013	42
4.4.1.3.	ISO 7176-1:2014	42
4.4.1.4.	NTC 4267	43
4.4.2.	Para la creación de empresa	43
4.4.2.1.	Cámara y comercio.....	44
4.4.2.2.	EPS, ARL, fondo de pensiones y cesantías.....	44
4.4.2.3.	Tarifas de constitución de empresa.....	44
5.	Marco metodológico	46
5.1.	Tipo de investigación.....	46
5.2.	Variables de investigación.....	46
5.2.1.	Variable independiente.....	46
5.2.2.	Variable dependiente.....	46
5.2.3.	Variable interviniente.....	46
5.3.	Hipótesis de investigación	46
5.4.	Fuentes de información	46

5.5.	Proceso metodológico.....	47
5.6.	Tamaño población y muestra.....	49
5.6.1.	Población.....	49
5.6.2.	Muestra.....	50
6.	Resultados de la investigación.....	52
6.1.	Estudio de mercado.....	52
6.1.1.	Estudio Macro entorno.....	52
6.1.1.1.	Balance comercial.....	52
6.1.1.2.	Coefficiente de apertura exportadora.....	53
6.1.1.3.	Exportaciones.....	53
6.1.1.4.	Coefficiente de penetración de importaciones.....	54
6.1.1.5.	Importaciones.....	54
6.1.1.6.	Importaciones por país.....	55
6.1.1.6.1.	Importaciones China.....	55
6.1.1.6.2.	Alza del dólar.....	56
6.1.1.7.	Consumo aparente.....	56
6.1.1.8.	PIB.....	57
6.1.1.9.	Productividad laboral.....	58
6.1.2.	Estudio Micro entorno.....	58
6.1.2.1.	Indicador de liquidez.....	59
6.1.2.2.	Apalancamiento financiero.....	60
6.1.2.3.	Rentabilidad.....	60
6.2.	Investigación de mercado.....	61
6.2.1.	Objetivo.....	61
6.2.2.	Justificación.....	61
6.2.3.	Hipótesis.....	61
6.2.4.	Ficha técnica de mercado.....	61
6.2.5.	Estadísticas descriptivas.....	71
6.2.6.	Estadísticas correlacionales.....	73
6.2.7.	Análisis de Cluster.....	75
6.3.	Estudio de Demanda.....	76
6.3.1.	Proyección ventas.....	77

6.4.	Estudio de Oferta	79
6.4.1.	Empresa Ortopédicos W Y W (Williamson & Williamson).....	79
6.4.2.	Empresa TMEO (tiendas médicas especializadas) Colombia.....	80
6.4.3.	Empresa Billmes (equipos médicos).....	81
6.4.4.	Empresa OYP S.A.S. (Metálicas superior)	81
6.4.5.	Empresa Praxis	82
6.4.6.	Locatel y Futuro	82
6.5.	DOFA.....	83
6.6.	Política de comercialización.....	85
6.6.1.	Donde se puede comercializar.....	85
6.6.2.	Marketing	86
6.7.	Estrategia de mercado.....	86
7.	Estudio técnico.....	91
7.1.	Balance tecnológico.....	91
7.1.1.	Avances	91
7.1.2.	Patentes.....	93
7.2.	Estudio de macro localización	96
7.2.1.	Resultado de Localización.....	99
7.3.	Análisis QFD (casa de la calidad)	100
7.3.1.	Planeación del producto	100
7.3.2.	Despliegue de partes.....	103
7.3.3.	Planeación del proceso	105
7.3.4.	Planeación de la producción.....	106
7.4.	Diseño conceptual.....	107
7.4.1.	Modelo caja negra	107
7.4.2.	Modelo caja gris	108
7.4.3.	Combinación de conceptos.....	108
7.4.4.	Evaluación de conceptos	113
7.4.4.1.	Juicios de factibilidad	113
7.4.4.3.	Revisión de cumplimiento de las funciones	114
7.4.4.4.	Revisión de cumplimiento de los requisitos del cliente	114
7.4.5.	Concepto seleccionado	115

7.5.	Diseño detallado	116
7.5.1.	Componentes normalizados o producidos por otros	116
7.5.1.1.	Materia prima	116
7.5.1.2.	Componentes	117
7.5.2.	Materiales y técnicas de producción	119
7.5.3.	Restricciones espaciales	122
7.5.4.	Componentes independientes	123
7.5.5.	Interfaces fijas donde se desarrollan las funciones	129
7.5.6.	Interfaces que soportan al usuario	131
7.5.7.	Matriz cumplimiento de funciones.....	131
7.5.8.	Revisión de tecnología necesaria	133
7.5.9.	Cumplimiento de requerimientos del cliente.....	133
7.6.	Diseño CAD silla de ruedas.....	134
7.6.1.	Cálculos de resistencia	135
7.6.2.	Cálculos de optimización	138
7.6.3.	Cumplimiento de especificaciones técnicas	139
7.6.4.	Ficha técnica.....	140
7.6.5.	Hoja de seguridad.....	141
7.7.	Micro Localización.....	147
7.7.1.	Planeación Sistemática de la Distribución en Planta	148
7.7.1.1.	Organización de procesos	148
7.7.1.1.1.	Corte	148
7.7.1.1.2.	Unión	149
7.7.1.1.3.	Curvado y perforación	149
7.7.1.1.4.	Acabado	150
7.7.1.1.5.	Tapicería	150
7.7.1.1.6.	Ensamble	150
7.7.1.1.7.	Embalaje	151
7.7.1.2.	Diagrama de procesos.....	152
7.7.1.3.	Requerimiento de maquinaria y equipos	152
7.7.1.4.	Requerimiento de herramientas y enseres	154
7.7.1.5.	Fichas técnicas maquinaria y equipos.....	155

7.7.1.6.	Tabla de relación de actividades.....	165
7.7.1.7.	Tabla nodal de relaciones	166
7.7.1.8.	Calculo de superficies (Método de Guerchet)	168
7.7.1.9.	Plano de distribución en planta.....	169
7.7.1.10.	Plano de recorrido.....	170
7.7.1.11.	Plano de seguridad.....	171
7.8.	Operarios requeridos.....	172
7.8.1.	Capacidad instalada.....	173
8.	Estudio organizacional.....	174
8.1.	Mapa de procesos del proyecto.....	174
8.2.	Caracterización de procesos	175
8.3.	Estructura organizacional	182
8.3.1.	Administración de sueldos y salarios del personal.....	182
8.3.2.	Parafiscales, prestaciones y seguridad social	182
8.4.	Tipos y modalidad de contrato	183
8.5.	Estructura legal	184
8.5.1.	Cámara de Comercio.....	184
8.5.2.	EPS, ARL, fondo de pensiones y cesantías.....	185
8.5.3.	Caja de compensación familiar, ICBF y SENA.....	185
8.5.4.	Cuerpo oficial de bomberos.....	185
8.5.5.	Tarifas de constitución de empresa	185
8.6.	Matriz de riesgos	185
9.	Estudio financiero	188
9.1.	Inversión inicial	188
9.2.	Costo de operación	189
9.3.	Costo variables	190
9.4.	Proyección de ventas	193
9.5.	Estados de resultados.....	193
9.6.	Flujo de caja.....	194
9.7.	Balance general.....	194
9.8.	Evaluación financiera del proyecto	195
10.	Estudio de impacto ambiental	197

10.2.	Estructura del Plan de Manejo Ambiental	197
10.3.	Tratamiento de Residuos.....	200
10.4.	Programa de mitigación	202
10.4.1.	Propósito de Mitigación	202
10.4.2.	Propósito de Compensación	202
	Conclusiones	203
	Recomendaciones.....	205
	Referencias	206
	Anexos.....	210

Lista de tablas

Tabla 1 Población con discapacidad de movilidad en Bogotá	20
Tabla 2 Tarifas constitución de empresa.....	45
Tabla 3 Proceso metodológico	48
Tabla 4 Instituciones, Fundaciones y centros de apoyo	50
Tabla 5 Importaciones por país.....	55
Tabla 6 Consumo aparente	56
Tabla 7 Micro entorno.....	59
Tabla 8 Ficha técnica de mercado.....	62
Tabla 9 Estadística descriptiva.....	71
Tabla 10 Correlación edad - lugar	74
Tabla 11 Correlación edad - fallas.....	74
Tabla 12 Correlación edad - estilo.....	75
Tabla 13 Correlación edad - precio	75
Tabla 14 Demanda.....	76
Tabla 15 Demanda poblacional.....	77
Tabla 16 Proyección año.....	79
Tabla 17 Comparación de costos con la empresa Ortopédicos W y W	79
Tabla 18 Comparación de costos con la empresa TMEO	80
Tabla 19 Comparación de costos con la empresa Billmes	81
Tabla 20 Comparación de costos con la empresa OYP S.A.S.....	81
Tabla 21 Comparación de costos con la empresa Praxis.....	82
Tabla 22 Comparación de costos con la empresa Locatel y Futuro.....	82
Tabla 23 Promedio de costos según tipo de sillas de ruedas	83
Tabla 24 DOFA	84
Tabla 25 Política de comercialización.....	85
Tabla 26 Estrategias comerciales.....	87
Tabla 27 Patentes.....	93
Tabla 28 Primer factor de localización	96
Tabla 29 Factores de localización ponderados.....	99
Tabla 30 Combinación de conceptos opción A.....	109
Tabla 31 Combinación de conceptos opción B.....	110
Tabla 32 Combinación de conceptos opción C	111
Tabla 33 Combinación de conceptos opción D.....	112
Tabla 34 Juicios de factibilidad	113
Tabla 35 Tecnología necesaria.....	113
Tabla 36 Cumplimiento de funciones	114
Tabla 37 Cumplimientos requisitos clientes.....	114
Tabla 38 Matriz funciones 2.....	132
Tabla 39 Requerimiento clientes 2	134
Tabla 40 Especificaciones técnicas	139
Tabla 41 ficha técnica producto	140
Tabla 42 Ficha técnica.....	142

Tabla 43 Diagrama de procesos	152
Tabla 44 Maquinaria y equipos	153
Tabla 45 Herramientas y enseres.....	154
Tabla 46 Diagrama relación de actividades	166
Tabla 47 Calculo de m2	168
Tabla 48 Calculo de superficies	169
Tabla 49 Señalización	171
Tabla 50 Operarios requeridos	172
Tabla 51 Capacidad instalada.....	173
Tabla 52 Caracterización de procesos gestión administrativa.....	175
Tabla 53 Caracterización de procesos gestión de calidad	176
Tabla 54 Caracterización de procesos gestión de producción.....	178
Tabla 55 Caracterización proceso comercial.....	179
Tabla 56 Asignación salarial	182
Tabla 57 Parafiscales.....	183
Tabla 58 Descuentos	183
Tabla 59 Matriz de riesgos	186
Tabla 60 Inversión inicial.....	188
Tabla 61 Costos de operación	189
Tabla 62 Gastos fijos.....	190
Tabla 63 Nomina básica	190
Tabla 64 Costos variables	191
Tabla 65 Costo variable periodo 5 años	192
Tabla 66 Proyección precio/unidades.....	193
Tabla 67 Proyección ventas.....	193
Tabla 68 Estudio de resultados.....	194
Tabla 69 Flujo de caja	194
Tabla 70 Balance general	195
Tabla 71 Indicadores financieros	196
Tabla 72 Medidas y riesgos de control.....	198
Tabla 73 Tratamiento de residuos	200

Lista de figuras

Figura 1 Localidades de Bogotá.....	21
Figura 2 Estratos por localidades de Bogotá.....	21
Figura 3 silla de rueda de transporte/ejecutiva.....	24
Figura 4 Silla de ruedas plegable	24
Figura 5 silla de ruedas deportiva.....	25
Figura 6 partes de la silla de ruedas	26
Figura 7 Ventas por año Abilit de sillas de ruedas.....	27
Figura 8 Mapa de comercialización silla de ruedas	28
Figura 9 Árbol de problema	29
figura 10 Árbol de objetivos.....	33
Figura 11 Inclinación silla de ruedas.....	43
Figura 12 Departamentos considerados para la población secundaria.....	49
Figura 13 Población secundaria	50
Figura 14 Actividad económica	52
Figura 15 Balanza comercial relativa.....	52
Figura 16 COE. Exportación.....	53
Figura 17 Exportaciones.....	53
Figura 18 COE. Importación	54
Figura 19 Importaciones.....	54
Figura 20 PIB	57
Figura 21 Empleo sector sillas de ruedas	58
Figura 22 ¿Edad?.....	63
Figura 23 ¿En qué localidad vive?	64
Figura24 ¿En usted usuario de sillas de ruedas?.....	64
Figura 25 ¿Qué grado de discapacidad tiene usted o las personas que conoce con estas limitaciones?	65
Figura 26 ¿ha tenido o tiene una silla de ruedas, usted o las personas que conoce con esta limitación?.....	65
Figura 27 ¿Qué valor pago por la silla de ruedas?	66
Figura 28 Seleccione el tipo de silla de ruedas que utiliza usted o la persona usuaria de esta	66
Figura 29 ¿Cuál es la falla principal que presenta la silla de ruedas?.....	67
Figura 30 ¿Cuántos mantenimientos realizo a la silla de ruedas a través del tiempo?.....	67
Figura 31 ¿Qué importancia tiene estas características al momento de elegir una silla de ruedas	68
Figura 32 ¿Qué precio está dispuesto a pagar una silla de ruedas?	68
Figura 33 ¿Dónde compraría una silla de ruedas al momento de adquirirlas?	69
Figura 34 Frecuencia pregunta ¿Qué sea ligera?.....	73
Figura 35 PIB crecimiento	78
Figura 36 Crecimiento búsquedas de sillas de ruedas.....	78
Figura 37 Comparación final de costos, competencias	83
Figura 38 página web	88
Figura 39 Material POP calendario Abilit.....	88
Figura40 Material POP recomendación medica.....	89

Figura 41 Pieza publicitaria 1.....	89
Figura 42 Pieza publicitaria 2.....	90
Figura 43 Pieza publicitaria 3.....	90
Figura 44 Silla de 3 ruedas.....	91
Figura 45 Silla Bath.....	91
Figura 46 Silla plegable 1932.....	92
Figura 47 Silla motorizada.....	92
Figura48 Silla Scewo.....	92
Figura 49 segundo factor de localización.....	97
Figura50 tercer factor de localización.....	97
Figura 51 Matriz QFD.....	101
figura 52 Techo matriz QFD.....	101
figura 53 Evaluación de competencia QFD.....	102
figura 54 Resultados QFD producto.....	103
figura 55 Despliegue partes QFD.....	104
figura 56 Despliegue Procesos QFD.....	105
figura 57 Despliegue producción QFD.....	106
Figura 58 Modelo de caja negra.....	107
Figura 59 Modelo caja gris.....	108
Figura60 Boceto opción A.....	109
Figura 61 Boceto opción B.....	110
Figura 62 Boceto freno opción C.....	111
Figura 63 Boceto opción D.....	112
Figura 64 Boceto diseño comparativo.....	115
Figura 65 Piezas del diseño.....	119
Figura 66 Diagrama proceso F1.....	120
Figura 67 Diagrama proceso F2.....	120
Figura 68 Diagrama proceso F3.....	121
Figura 69 Dimensiones silla de ruedas.....	122
Figura 70 Dimensiones silla de ruedas plegada.....	123
Figura 71 Pieseros abatible/desmontables.....	124
Figura 72 Braceros desmontables.....	124
Figura73 Aros impulsores y puntilla.....	125
Figura 74 Velcro de asiento.....	125
Figura 75 Ruedas impulsadoras ajustables.....	126
Figura 76 Ruedas delanteras ajustables.....	126
Figura77 Espaldar.....	127
Figura 78 bastones ajustables.....	127
Figura 79 Pieseros.....	127
Figura 80 Cruceta plegable.....	128
Figura 81 Guía.....	128
Figura 82 Marco.....	129
Figura 83 Triple cruceta.....	129

Figura84 Apoya brazos	130
Figura 85 Espaldar con velcro.....	130
Figura 86 Freno	130
Figura 87 Tenedores ruedas delanteras	131
Figura 88 Silla de ruedas W y W	132
Figura 89 Renderizado	134
Figura 90 Diseño CAD.....	135
Figura 91 Discriminación de componentes	135
Figura 92 Mallado estructura	136
Figura 93 Contorno soporte de peso	137
Figura 94 Deformación	137
Figura 95 Deformación máxima.....	138
Figura 96 Ficha técnica acolilladora	156
Figura 97 Ficha técnica esmeril.....	157
Figura 98 Ficha técnica soldadura.....	158
Figura 99 Ficha técnica taladro de árbol	159
Figura 100 Ficha técnica pintura	160
Figura 101 Ficha técnica horno	161
Figura 102 Ficha técnica máquina de coser	162
Figura 103 Ficha técnica mini compresor.....	163
Figura 104 ficha técnica banco.....	164
Figura 105 Ficha técnica curvadora	165
Figura 106 Diagrama nodal.....	167
Figura 107 Distribución posible.....	167
Figura 108 Boceto planta	170
Figura 109 Plano de seguridad	170
Figura110 Plano de seguridad	172
Figura 111 Mapa de procesos.....	175
Figura 112 Estructura organizacional.....	182
Figura 113 constitución empresa	185
Figura 114 Manejo ambiental	198
Figura 115 residuos.....	199

Introducción

El proyecto se llevará a cabo en el taller Abilit que desarrolla servicios de mantenimiento de silla de ruedas y adaptaciones de carros para la población discapacitada por movilidad, de forma personalizada para que cada discapacitado encuentre una forma fácil y confiable de solucionar sus exigencias, según su caso.

Teniendo en cuenta la problemática de los clientes, el taller Abilit evidencia la necesidad de fabricar sillas de ruedas, reuniendo todas las características solicitadas, las cuales no presentan las sillas de ruedas adquiridas actualmente en el mercado, como ser livianas, resistentes, económicas, cómodas, higiénicas, funcionales, seguras, ajustables y de calidad con el valor agregado de ser fabricadas en Bogotá.

En el estudio de mercado se pretende identificar los requerimientos de la población discapacitada por movilidad al momento de adquirir una silla de ruedas y la problemática del producto que adquieren, este estudio nos permite analizar los datos con estadísticas para obtener un diseño innovador y funcional, dado esto se debe realizar un plan de comercialización para todo tipo de usuario y en instituciones o centros de apoyo que brindan ayudas como dotaciones de sillas de ruedas en la ciudad de Bogotá.

Mediante una investigación proyectiva se dará explicación de todo el proceso de diseño y a través del despliegue de la función de calidad de QFD se brindará a mayor detalle las funcionalidades esperadas por el cliente, para convertirlas en requerimientos de diseño, que serán incorporadas al desarrollo del diseño del producto.

Se utilizarán herramientas de ingeniería para el diseño del producto, optimizándolo y garantizando todas las características mencionadas para su fabricación; a través de ingeniería de procesos, se establecerá el proceso para la fabricación de la silla de ruedas, definiendo materiales, maquinaria y distribución de la planta.

Se finalizará con el diseño de una silla de ruedas que reúne todos los requerimientos solicitados por los clientes y se realizará el estudio financiero que determinará la viabilidad del proyecto obteniendo el estudio de pre factibilidad, si es viable, será fabricada y comercializada en la empresa Abilit ubicada en la ciudad de Bogotá.

1. Identificación del problema

1.1. Antecedentes del problema

Observando las estadísticas del DANE (departamento administrativo nacional de estadística) el 3% de la población de Bogotá es discapacitada, el DANE transfirió estos datos al ministerio de la protección social, a continuación, podemos evidenciar la población con discapacidad de movilidad en la ciudad de Bogotá, según localidad:

Tabla 1.

Población con discapacidad de movilidad en Bogotá

Localidades	Población con discapacidad de movilidad
Usaquén	1965
Chapinero	337
Santa fe	1375
San Cristóbal	1300
Usme	2277
Tunjuelito	1110
Bosa	978
Kennedy	2702
Fontibón	1091
Engativá	2635
Suba	2014
Barrios Unidos	527
Teusaquillo	304
Los mártires	881
Antonio Nariño	476
Puente Aranda	1962
La candelaria	308
Rafael Uribe	2800
Ciudad Bolívar	3144
Sumapaz	3
Total	28189
total discapacitados	227235
porcentaje discapacidad de movilidad	12,40%

Nota. Autoría (Altamar, 2018)

A continuación, se evidencia las localidades anteriormente mencionadas en la tabla, situadas en el mapa de Bogotá.



Figura 1 Localidades de Bogotá (Colombiana, 2019)

Como se evidencia en tabla (1) teniendo en cuenta el análisis de Pareto 80-20, las localidades como Ciudad Bolívar, Rafael Uribe, Kennedy y Engativá tienen mayor cantidad de población discapacitada, teniendo en cuenta que son localidades en las cuales varía su estratificación socioeconómica, se realiza el estudio de estratos por localidad según la población discapacitada en cada uno.

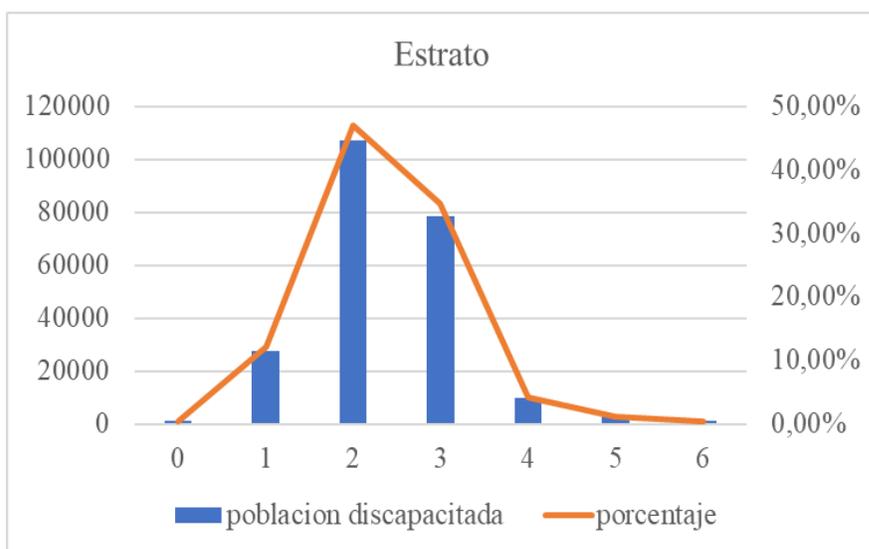


Figura 2 Estratos por localidades de Bogotá (Autoría propia) (2019)

En la figura 2 se evidencia que el estrato con mayor población discapacitada son los estratos 2 y 3, capaces de asumir el costo de sillas de ruedas en aluminio, sin embargo, es importante aclarar que la población de estratos 0, 1 y 2 son apoyadas por diferentes institutos, los cuales actualmente realizan la compra por mayor de sillas de ruedas en un rango de \$1'700.000 y \$1'900.000 con el fin de brindar a la población discapacitada vulnerable la facilidad de su desplazamiento.

Según: (Red+, 2017)

Por ejemplo, en la localidad de Rafael Uribe se brindaron 200 sillas de ruedas y 300 sillas de baño financiadas por el Fondo de Desarrollo Local (FDL) con un costo de \$1'850.000, en total el FDL invirtió \$1.169 millones en este programa y las sillas fueron entregadas por Servicios de Salud de Centro Oriente.

Con la información anteriormente mencionada el taller Abilit desea dirigirse a toda la población de la ciudad de Bogotá discapacitada por movilidad, en dos diferentes métodos de venta, para los estratos de 0 a 2 se busca comercializar la silla a las instituciones que brindan estas ayudas y para los estratos 3 en adelante se comercializara por unidad, es importante añadir que la silla de ruedas estará dirigida para cubrir aquellas características esperadas por los diferentes tipos de clientes sin importar su estratificación socioeconómica por ello se define estos métodos de venta, por mayor y al detal.

1.1.1. Fabricación de las primeras sillas.

Los primeros registros de una silla con ruedas fueron en los siglos VI y V AC. En donde se usaban en los centros médicos para transportar personas enfermas o discapacitadas, siglos más adelante en China utilizarían carretillas con el mismo propósito además del transporte de objetos grande o pesados.

La primera silla de ruedas con el fin de transportar una persona, consistió en acoplar una rueda a un sillón y un reposapiés para facilitar la movilidad, la cual fue fabricada para el monarca Felipe II, inmovilizado durante más de una década a causa de la gota y la artrosis.

Más adelante, las crónicas romanas y griega hablan de cómo se transportaba a personas enfermas al exterior para tomar aire fresco en dispositivos con ruedas.

En 1900 se introdujeron las ruedas radiadas en las sillas manuales y en 1916 se fabricó en Londres la primera silla de ruedas motorizada.

En 1932 el ingeniero Harry Jennings construyó para su amigo parapléjico de nombre Herbert Everest (ambos ingenieros mecánicos), la primera silla de ruedas plegada de acero con marco en X, el modelo más clásico de sillas de ruedas con el nombre de Everest & Jennings la cual sigue comercializándose.

En la actualidad la Quickie o Sunrise Medical como ahora es reconocida, genera nuevas técnicas y materiales más fuertes, ligeros e innovadores, entre estos las sillas destacadas son:

En aluminio 7000, una aleación súper resistente, que permite que los tubos del armazón sean más finos y ligeros a la vez que más fuertes, utilizan una innovadora técnica de modelado de metales conocida como Hydroforming, esta técnica permite crear formas irregulares y geometrías complejas.

Otro material con el que fabrican es el Quickie Krypton es el carbono, el cual presenta una increíble resistencia (es 5 veces más fuerte que el acero) con una nueva tecnología patentada de trenzado sin costuras, conocida como BRAID technology.

En Colombia la comercialización de sillas de ruedas en material carbono no es factible por el momento, sin embargo, el material aluminio se ha destacado por ser más liviano en comparación con el acero, es importante añadir que las sillas de ruedas han evolucionado según las necesidades de cada persona, con el fin de permitir una mayor funcionalidad, comodidad y movilidad.

1.1.2. Tipos de sillas.

- **Sillas de transporte/ejecutiva:** su función es trasladar personas con limitación para caminar mediante el manejo de la silla, dispone de estructura rígida, apoya pies y apoya manos que pueden ser abatibles y desmontables. El asiento y el respaldo suelen ser acolchados y son de material impermeable. Dispone de un sistema de frenos y generalmente de cuatro ruedas inferiores.



Figura 3 Silla de rueda de transporte/ejecutiva (billmes, 2020)

- **Sillas plegables tradicionales:** son los sistemas más convencionales y de uso común para circunstancias temporales. Son 3 plegables, ya que incorporan barras de cruceta y un asiento y un respaldo flexible de material impermeable. Incorporan, además, apoya brazos y apoya pies, que pueden ser abatibles y desmontables. Esta silla se impulsa por el propio paciente manualmente, a través de aros de autopropulsión incorporados en las ruedas traseras motrices, El peso total de estas sillas suele oscilar entre los 15-30 kg, dependiendo de los materiales con los que está fabricada y los accesorios que pueda incorporar.



Figura 4 Silla de ruedas plegable (irati, 2020)

- **Sillas deportivas:** varían las características de estos dispositivos de acuerdo al deporte o a las necesidades del usuario, más tienen en común aspectos como: Chasis rígido no plegable, resistente y liviano (escasa inercia); ruedas sumamente inclinadas que garantizan mejor movilidad giratoria, aunque aumenta el ancho total de la silla, protección en caso de choque, que también le da mayor dimensión. Ofrecen numerosas ventajas: solidez, facilidad

para rodar, comodidad (respaldo regulable en altura e inclinación para una mejor adaptación). Los modelos con una rueda delantera única facilitan aún más la rotación (por ejemplo, para jugar al tenis).



Figura 5 Silla de ruedas deportiva (irati, 2020)

1.1.3. Partes sillas de ruedas.

La silla de ruedas ortopédica o estándar, es la más usada, sobre todo para usuarios temporales, se considera un dispositivo accesible, económico y fácil de conseguir, por ello es común, aunque no es correcto que cualquier paciente la use sin importar su patología.

Teniendo en cuenta esto a continuación mencionamos las partes que la componen, pues son importantes para el uso y manejo de esta:

- A. Asiento
- B. Espaldar
- C. Pieseros-apoya pies
- D. Braceros- apoya brazos
- E. Mangos De Empuje- bastones
- F. Ruedas Delantera Giratorias
- G. Ruedas Traseras Propulsoras-impulsables
- H. armazón o marco (chasis) metálico de crucetas-plegable
- I. Frenos bilaterales

J. barra - seguro (opcional)

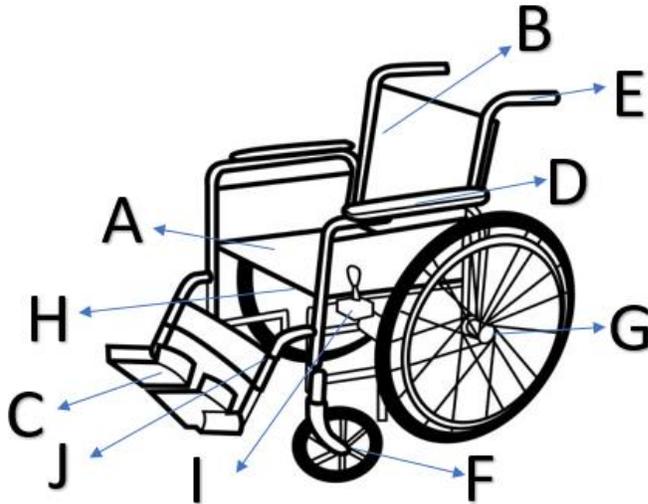


Figura 6 Partes de la silla de ruedas (Adaptada de Geno Mesa, 2014)

1.2.Descripción del problema

El principal objetivo de que brinda una silla de ruedas, es permitir al usuario la máxima, movilidad, funcionalidad, seguridad y comodidad, por esta razón los usuarios buscan sillas de ruedas apropiadas, que se adapten a todos sus requerimientos para no malgastar energía de manera innecesaria, debido a su condición y el esfuerzo que deben realizar continuamente.

La movilidad de la silla de ruedas depende la mayor parte de su peso y el material con el que esté elaborada su estructura, sin embargo, hay otros factores que se deben tener en cuenta para el usuario, como tamaño y posición de las ruedas, ajuste de piezas y funcionalidad.

Por otro lado, las instituciones que brindan sillas de ruedas, desean que se acomoden a cualquier tipo de usuario, ya que no tienen la alternativa de solicitar un diseño específico para cada usuario.

El taller Abilit se dedicaba a la fabricación de sillas de ruedas a la medida y accesorios ortopédicos desde el año 1995, actualmente ya no se fabrican sillas de ruedas debido a que otras empresas importan el producto con diferentes características, sin embargo, son sillas de ruedas que poseen piezas de baja calidad que reducen la vida útil del producto, en cuanto a las sillas de ruedas fabricadas en Colombia, no tiene las características en conjunto solicitadas por los clientes, como ser livianas, funcionales y resistentes

A continuación, se muestra la reducción de ventas de los últimos 5 años, tomando como base el año en el cual se generaron mayores ventas por medio de la fabricación o mantenimiento de sillas de ruedas.

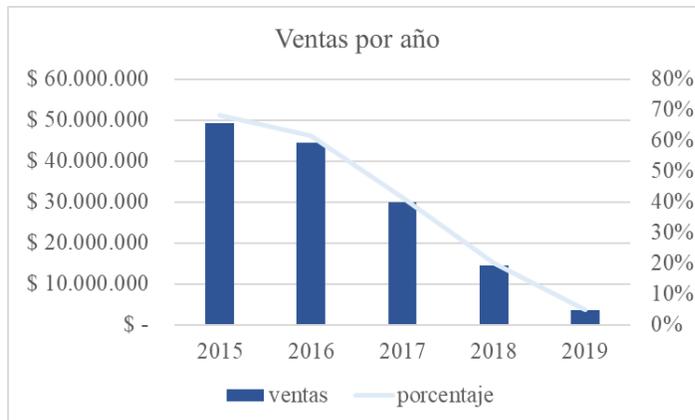


Figura 7 Ventas por año Abilit de sillas de ruedas (Autoría propia) (2019)

Según los porcentajes del DANE (departamento administrativo nacional de estadística) (DANE, 2015)

El 3% de la población de Bogotá es discapacitada, el DANE transfirió estos datos al ministerio de la protección social; El taller Abilit desea dirigirse a esta población a través de ventas por mayor y al detal, con el diseño de una silla de ruedas ideal para la población discapacitada.

1.2.1. Ventas al detal.

Las ventas se realizaban al público anteriormente mencionado, los clientes acudían con el fin de que la silla de ruedas se fabricara con características específicas, como medidas, peso, material, aspecto, costo y calidad, actualmente se realiza mantenimiento de silla de ruedas y adaptaciones de vehículos, sin embargo, la comercialización es pequeña ya que la venta se realiza para la población ubicada en la localidad Antonio Nariño, localidad en la que se encuentra ubicado el taller, las ventas adicionales se realizan por referidos de los clientes de Abilit, no cuenta con bases de datos, avisos publicitarios y páginas Web que permiten que la cantidad de clientes aumente.

Según la información suministrada por Abilit, sus clientes mencionan que otras empresas están importando las sillas de ruedas de otros países como China, sillas elaboradas en su gran mayoría en aluminio, sin embargo, estas sillas de ruedas no tienen respaldo, debido a que:

- Sus ejes no giran sobre rodamientos, si no sobre bujes.
- Las tapicerías se rasgan y se rompen fácilmente debido a que no tienen refuerzos internos.
- Escasa funcionalidad ya que no maneja un ajuste de largo y ancho del paciente.
- Los soportes metálicos vienen en calibres delgados, que generan la deformación, deterioro y quiebre rápidamente.
- La mayoría de sus piezas son en plástico, piezas que deberían ser en acero (tuercas).
- Las partes externas (mangos, tapas, almohadillas de brazos, plantas plásticas) una vez se averían no es posible conseguir la parte con el fin de reemplazarla, dejando la silla obsoleta.

1.2.2. Ventas por mayor.

Estas ventas se realizaban a Instituciones como Fundaciones, Centros de apoyo, Hospitales o entidades apoyadas por el ministerio de salud, actualmente no se realiza en Abilit dichas ventas, debido a que estas instituciones cuentan con otros proveedores, los cuales no fabrican las sillas de ruedas, estos las importan y se envían con medidas y peso estándar, a un costo mayor.

A continuación, se evidencia como actualmente se realiza la venta de las sillas de ruedas en Bogotá, teniendo en cuenta proveedores iniciales y el público final al cual se desea llegar:

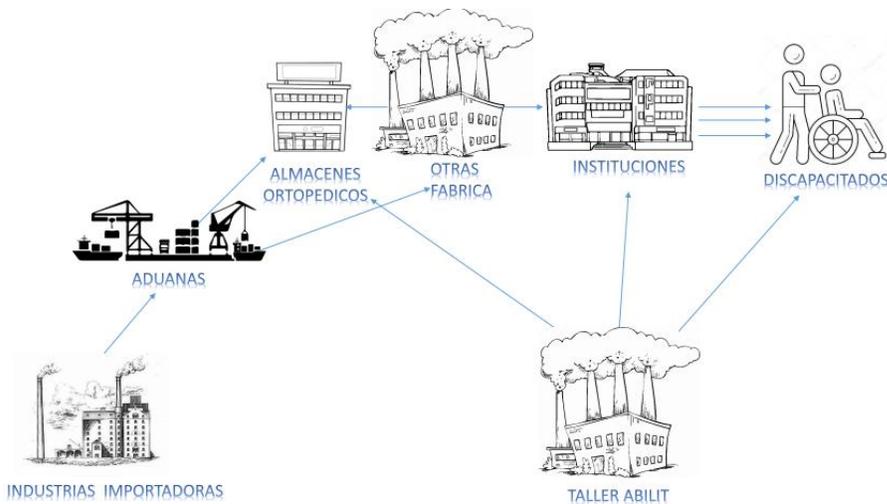


Figura 8 Mapa de comercialización silla de ruedas (Adaptada de Geno Mesa, 2014)

1.2.3. Árbol de problema.

El árbol de problema es una técnica que se emplea para identificar una situación negativa que no lleva al problema central, a través de un análisis de las causas y efectos que generan dicho problema central, como el que se observa a continuación.



Figura 9 Árbol de problema (Autoría propia)

1.2.3.1. **Sistematización.** En Bogotá existe escases en la fabricación de sillas de ruedas estándares que cumplan con la reunión de los requerimientos específicos solicitados por la población discapacitada por movilidad, es decir que las sillas de ruedas que actualmente se encuentra a la venta y son fabricadas en la ciudad de Bogotá, solo cumplen con una de estas características.

- Primera causa y efecto: se evidencia que las sillas de ruedas que son fabricadas totalmente en material aluminio, son menos resistentes, este material a comparación del acero es blando, esto provoca que se deforme o quiebre con facilidad, especialmente en las uniones de soldadura.
- Segunda causa y efecto: las sillas de ruedas con escasa funcionalidad no permiten desmontar las piezas como braceros, apoya pies y ruedas para facilitar transportar la silla de ruedas.

También se evidencian que las sillas de ruedas sin ajuste, no permiten graduar braceros, apoya pies, espaldar y ruedas a la altura y gravedad del usuario, para mayor comodidad.

- Tercera causa y efecto: algunas fábricas deciden realizar sillas con características específicas indicadas por los clientes cuando se dirigen a comprarlas, como medidas del usuario, sin embargo, esto genera que su costo y tiempo de fabricación incrementen, teniendo en cuenta que el producto saldrá con características únicas que no tiene otras sillas estándares que realice la fábrica.
- Cuarta causa y efecto: existen sillas de ruedas que no permiten plegarse, puesto que son rígidas, esto provoca dificultad para transportar y guardar la silla de ruedas, mientras el discapacitado no se encuentra en esta.
- Quinta causa y efecto: se evidencia que las sillas que son importadas de otros países, presentan averías que afectan las piezas, esto provoca que los clientes no tengan la posibilidad de reemplazarlas, debido a su lugar de origen y a la no garantía del producto.
- Sexta causa y efecto: las sillas fabricadas totalmente en material acero, incrementa el peso en comparación con las sillas fabricadas en material aluminio, lo que provoca dificultad al transportar y transportarse en la silla de ruedas.
- Séptima causa y efecto: las piezas como ruedas delanteras, elaboradas en material plástico, se quiebran con facilidad, debido a que no poseen otro material como el caucho que absorba los impactos, de esta manera ocurre también con otras piezas que se elaboran con materiales inadecuados sin realizar un análisis de la funcionalidad que se requiera.

1.3. Pregunta problema

¿Es pre factible realizar el diseño de una silla de ruedas estándar que cumpla con la reunión de los requerimientos específicos solicitados por la población discapacitada por movilidad, para comercializarla en instituciones, almacenes y personas con discapacidad o estado ambulatorio?

1.4. Variables del problema

1.4.1. Variable independiente.

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio financiero

1.4.2. Variable dependiente.

- Características de diseño esperadas por el consumidor
- Fuerza ejercida sobre la silla de ruedas, resistencia del material, cantidad de material, espesor de material y funcionalidad de las piezas de la silla de rueda

1.4.3. Variable interviniente.

- Normatividad sobre sillas de ruedas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar el estudio de pre factibilidad para el diseño y comercialización de una silla de ruedas estándar que cumpla con la reunión de los requerimientos específicos solicitados por la población discapacitada para la movilidad del paciente y el transporte de la silla de ruedas, logrando la aceptación y crecimiento en el mercado.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercados a través de encuestas enfocadas en la población discapacitada, identificando características esperadas del producto, la demanda y la oferta del mismo.
- Realizar estudio técnico para determinar material, funcionalidad y diseño de la silla de ruedas.
- Implementar herramientas de ingeniería para el desarrollo del producto.
- Analizar los factores financieros de la fabricación del producto con el fin de identificar y establecer los recursos económicos necesarios para determinar la viabilidad del estudio.

2.3. Árbol de objetivos

A continuación, se presenta el árbol de objetivos, realizado a partir de las causas y efectos identificados en el árbol de problema, donde se presenta el objetivo general del estudio y los objetivos específicos que se desarrollaron.



Figura 10 Árbol de objetivos (Autoría propia) (2019)

3. Justificación

A través del COMPES 3866 política nacional de desarrollo productivo y COMPES 3439 política competitividad y productividad se justifica fomentar la industria y mercado colombiana, lo que se busca en estas políticas es el uso exclusivo de los instrumentos sectoriales de desarrollo productivo del Gobierno nacional sobre tales apuestas productivas buscando atender las fallas de mercado y de gobierno para promover activamente su transformación y diversificación (DNP, conpes, 2016)

También a partir de la necesidad planteada en la problemática mencionada se justifica realizar un estudio de pre factibilidad para el diseño y comercialización de sillas de ruedas, que permita obtener resultados estadísticos del estudio del mercado, técnicos, de materiales, financieros, entre otros, que nos permita sustentar la viabilidad de fabricar sillas de ruedas livianas, resistente, funcionales y comercializarlas.

Según (wordpress-prefactibilidad, 2008)

“A la hora de estudiar la pre factibilidad, se suele recopilar toda la información posible para ponerla a consideración. Lo que permite un estudio de pre factibilidad es minimizar el riesgo: si se advierte que la idea no es factible, puede descartarse sin mayores daños, ya que aún no se habrá concretado el grueso de la inversión que supone la concreción del proyecto”.

El taller Abilit es reconocido por los servicios brindados en la localidad Rafael Uribe, para discapacitados, una de las localidades, que se evidencia con mayor población discapacitada por movilidad, por ello el crear un nuevo producto a partir de las necesidades de los clientes, permite que el producto se posicione rápidamente en el mercado, generando confiabilidad y mejorando la economía en el taller Abilit.

Una alternativa de solución, es la elaboración del diseño para la fabricación sillas de ruedas, teniendo en cuenta que se realizara una silla de ruedas liviana, adicional a esto se estudiara y se analizara los costos generados en el proceso de fabricación con el fin de reducirlo, lo cual beneficiara tanto al taller como al cliente final.

En cuanto al mercado, realizando su estudio, obtendremos datos estadísticos que permita la comercialización de la silla de ruedas en Bogotá, alcanzando su reconocimiento y competitividad con las sillas de ruedas tanto importadas como fabricadas en Bogotá, beneficiando a los discapacitados por movilidad, satisfaciendo sus necesidades.

La cadena de valor que se propone a beneficio de los discapacitados por movilidad es crear una silla de ruedas innovadora, la cual será más liviana en comparación a las que se encuentran actualmente en el mercado y aun así su resistencia y durabilidad se garantiza, sin dejar a un lado su funcionalidad para la movilidad del paciente y transporte de la silla de ruedas.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes de investigación

Se han encontrado proyectos de grado relacionados con la fabricación y comercialización de artículos para población discapacitada y/o artículos con características similares a la silla de ruedas, a continuación, se relaciona con una breve reseña los proyectos y artículos encontrados.

4.1.1. Plan de negocios para la creación de una empresa comercializadora de productos ortopédicos.

Trabajo de grado sobre la creación de una comercializadora de productos ortopédicos y de esto se obtiene la siguiente información (FORERO, 2013)

El estudio del mercado en busca de comercializar productos ortopédicos enfocados en el género masculino, para ello se analizan los costos, ganancias y datos estadísticos de este producto en la ciudad de Bogotá, se evalúa a corto y largo plazo el éxito de la creación de la empresa dedicada a estos artículos ortopédicos incluyendo sillas de ruedas y como resultado los artículos no alcanzaban la rentabilidad esperada los primeros 4 años, sin embargo, comercializando los artículos en otras empresas del sector alcanzaría gran potencial en poder adquisitivo garantizando el cuidado y el bienestar personal tanto de discapacitados como de hombres, en este escenario las ventas crecen 30% con una participación en el mercado del 87%.

Teniendo en cuenta la anterior información estos datos son importantes dentro del estudio de pre factibilidad para el diseño y comercialización de sillas de ruedas, ya que aplica para la población de discapacitados y uno de los artículos mencionados son las sillas de ruedas, lo que nos incrementa la rentabilidad de la fabricación de sillas en aluminio.

4.1.2. Estudio de mercado y plan de negocios para comercialización de bicicleta plegable hecha con Spead, impulsada por tracción humana y/o eléctrica.

El trabajo de grado sobre comercialización de bicicletas plegables y de esto se obtiene la siguiente información (FUERTES, 2017).

Se desarrolló el modelo de la bicicleta plegable en polietileno de alta densidad “Spead bike” basado en la bicicleta de la marca Tern puesto que cumplía con los parámetros estéticos y de diseño que este proyecto pretendía abordar, a partir de allí y realizando unas modificaciones en la

estructura se logra dar viabilidad el diseño escogido, en base a esto se logró desarrollar un modelo CANVAS donde convergen todos los aspectos que componen el desarrollo de la bicicleta plegable como idea de negocio y se evidencia en proyecciones realizadas a largo plazo con un aumento del 42% en ingresos a los 3 años.

Los datos anteriormente mencionados son importantes en el estudio de pre factibilidad para las sillas de ruedas, teniendo en cuenta que se desea realizar una silla plegable como se evidencia en este estudio de pre factibilidad de ciclas, es importante dejar claro que la fabricación tanto de sillas de ruedas como de bicicletas es similar por que utilizan los materiales utilizados y su fin, movilizar personas.

4.1.3. Diseño concurrente de sillas de ruedas para minusválidos.

El trabajado de grado sobre el Diseño concurrente de sillas de ruedas para minusválidos (Perez, 2004)

El diseño concurrente de sillas de ruedas para personas con discapacidad aplicó todos los conocimientos de Ingeniería Mecánica para ofrecer una silla ergonómica y funcional que cumple con los patrones de calidad y resistencia, para una persona con promedio de 1,70m.de estatura y 80kg de peso, valores que se pueden parametrizar y adaptar a otras dimensiones, todo esto gracias a la utilización de valiosas herramientas de simulación computacional, específicamente los software Visual Nastran y Autodesk Inventor, los cuales demostraron que es un dispositivo confiable y que cumple con las normas nacionales para su producción (normas COVENIN) sin necesidad de construir un prototipo, estableciendo la filosofía de la Ingeniería Concurrente durante todo el proceso, garantizando la resistencia a fallas por fatiga o por posibles impactos del uso cotidiano, logrando la satisfacción de esta necesidad que se presenta actualmente en nuestro país. De esta manera ofrecemos un diseño versátil e innovador capaz de cubrir las diferentes exigencias de los posibles usuarios. El empleo de tubos aplanados para la fabricación del marco, nos permitió seleccionar un perfil de menor tamaño, por ende, más liviano, lo cual facilitó algunas de las principales operaciones para la manufactura.

4.1.4. Diseño y fabricación de una silla de ruedas eléctrica modular para un paciente con Amelia Congénita.

El trabajado de grado de Diseño y fabricación de una silla de ruedas eléctrica modular para un paciente con Amelia Congénita. (Soto, 2013)

Hoy en día existe una gran cantidad de personas con distintas discapacidades físicas que no les permiten desarrollarse plenamente dentro de la sociedad. Estas personas se encuentran bajo dicha circunstancia ya sea por condiciones congénitas o por causas accidentales y, dependiendo del grado de su discapacidad, necesitan diferentes tipos de dispositivos que les faciliten el proceso de convivencia social de una forma más natural y sin sentirse excluidos de su ambiente inmediato.

Estos dispositivos auxiliares tienen la característica en común de que con el paso del tiempo mejoran sus atributos tecnológicos y han permitido que estas personas se desarrollen de una manera incluyente, ayudándolas tanto física como moralmente. Muchas de las tecnologías nuevas son hoy en día aún muy caras y no cualquier persona puede recurrir a este tipo de ayuda, por lo que el desarrollar nuevos dispositivos a un costo menor es un objetivo muy importante y trascendental.

4.2. Marco teórico

4.2.1. Estudio de pre factibilidad.

Estudio e instrumento donde se analiza los diferentes factores que determinan la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto, con este se busca determinar si el proyecto será un éxito o fracaso para su implementación, disminuyendo los riesgos de decisión y encontrando las mejores alternativas (Baca, 2007)

4.2.2. Estudio de mercado.

Es el análisis estadístico, porcentual y descriptivo de la competencia y de las posibilidades que la idea de negocio, impuesta en el proyecto, permite situar el estudio en las condiciones económicas y sociales, aclarando por qué se debe emprender.

El estudio de mercado puede variar dependiendo de la investigación realizada del proyecto, en este proyecto se tendrá en cuenta el estudio de mercado descriptivo.

Según la teoría de Baca (2010) quien sustenta que el fin primario de un estudio de mercado descriptivo es: “Ratificar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado, o la posibilidad de brindar un mejor servicio que el que ofrecen los productos existentes en el mercado”

4.2.3. Estudio de los materiales.

Es un campo multidisciplinario que estudia conocimientos fundamentales sobre las propiedades físicas macroscópicas de los materiales y los aplica en varias áreas de la ciencia y la ingeniería esta diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades.

Los avances radicales en los materiales pueden conducir a la creación de nuevos productos o nuevas industrias, pero las industrias actuales también necesitan científicos de materiales para incrementar las mejoras y localizar las posibles averías de los materiales que están en uso (Baca, 2007)

4.2.4. Estudio financiero.

Son los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor de dinero a través del tiempo, como la tasa de interés interna de rendimiento y el valor presente neto, se anotan sus limitaciones de aplicación y se comparan con métodos contables de evaluación, este estudio desarrolla un diagnóstico de la situación de una empresa, entidad o institución en un momento determinado, para, en base a ello extraer condiciones de actuación que sirvan para el futuro de la empresa, permitiendo así su desarrollo económico (Baca, 2007)

4.2.5. Estudio técnico.

Es la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización optima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal.

La importancia de este estudio se deriva de la posibilidad de llevar a cabo una valorización económica de las variables técnicas del proyecto, que permitan una apreciación exacta o aproximada de los recursos necesarios para el proyecto; además de proporcionar información de utilidad al estudio económico-financiero.

4.2.6. Estudio ambiental.

La evaluación de impacto ambiental es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten valorar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente. En el caso de las infraestructuras, estos efectos suelen afectar extensas partes de un territorio que tenía usos diferentes (cataluña, 2014)

4.3. Marco conceptual

4.3.1. Plan de negocios.

Hacer un plan de negocios nos permite conocer la viabilidad y rentabilidad de un negocio antes de ponerlo en marcha, nos sirve de guía para ponerlo en marcha y posteriormente operarlo y, en caso de buscar financiamiento, nos ayuda a conseguirlo.

Sin embargo, a pesar de ser conscientes de la importancia de hacer un plan de negocios, muchos emprendedores suelen pasar por alto esta etapa debido a que piensan que hacer uno es una tarea compleja reservada solo para quienes tienen amplia experiencia en el tema, o que es algo que consume demasiado tiempo.

Pero lo cierto es que redactar un plan de negocios no es algo complejo o algo que tome demasiado tiempo, sino algo que cualquiera de nosotros puede hacer en unos cuantos días, siempre y cuando conozcamos bien el negocio que queremos iniciar y otros aspectos relacionados con este, tales como el mercado en el cual operará (K., 2020)

4.3.2. Silla de ruedas.

La silla de ruedas es un dispositivo técnico utilizado por personas con una discapacidad motriz que implica reducción o pérdida de la locomoción. Las sillas de ruedas permiten desplazarse a personas que tienen una movilidad reducida o problemas de locomoción causados por una lesión o enfermedad física tal como tetraplejía o paraplejía o por una enfermedad psicológica. (Cesar, S.F.)

4.3.3. Funcionalidad.

Es aquello perteneciente o relativo a las funciones. El concepto está vinculado a algo o alguien que funciona o sirve. Que sea de gran utilidad para el comprador o usador de acuerdo a la necesidad de cada proceso o persona. (Garzon, 1993)

4.3.4. Crecimiento en el mercado.

A medida que los mercados de productos crecen, se consolidan y tal vez declinan o se acaban, las estrategias de mercadeo deben evolucionar en forma acorde como respuesta al cambio en la mentalidad del mercado, la filosofía del cliente, la evolución tecnológica o del servicio y el nivel de competencia afrontado. (Chauvin, S.F.)

4.3.5. Índice de aceptación.

La tasa de aceptación es un indicador que mide el porcentaje de tus alertas aceptadas del total de alertas en un determinado periodo de tiempo. Cada vez que rechazas una alerta o no la contestas, tu tasa de aceptación disminuye. (Beat, 2020)

4.3.6. Encuestas enfocadas.

Una encuesta es un procedimiento dentro de los diseños de una investigación descriptiva en el que el investigador recopila datos mediante un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información ya sea para entregarlo en forma de tríptico, gráfica o tabla. Los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa. (Calameo, 2019)

4.3.7. Híbrida.

La unión de dos materiales con el fin de realizar un producto resistente y liviano.

4.3.8. Plegable.

Doblado o cerrado del objeto, de manera que una parte de él se junte a otra, una o más veces, que sus piezas sean articuladas (Garzon, 1993)

4.4. Marco legal

4.4.1. Para el diseño de la silla de ruedas.

4.4.2. Ley 1346 de 2009.

Para este proyecto se trabajará la normativa basada en garantizar y asegurar el ejercicio efectivo de los derechos de las personas con discapacidad, mediante la adopción de medidas de inclusión, acción afirmativa y de ajustes razonables y eliminando toda forma de discriminación por razón de

discapacidad, en concordancia con la Ley 1346 de 2009. Establecida por la CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA.

Reconociendo que la discapacidad es un concepto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás.

4.4.2.1. Ley 1618 de 2013. La Ley Estatutaria 1618 de 2013 “por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad propone una serie de medidas y acciones afirmativas que permiten a las personas con discapacidad, bajo un marco de corresponsabilidad, ejercer sus derechos en igualdad de condiciones con las demás personas”. (MINSALUD, 2017)

Ley Estatutaria 1618 de 2013 “Condiciones y medidas pertinentes que deben cumplir las instalaciones y los servicios de información para adaptar el entorno, productos y servicios, así como los objetos, herramientas y utensilios, con el fin de asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones”. (Congreso, 2013)

4.4.2.2. ISO 7176-1:2014. La ISO 7176-1 sobre la determinación de la estabilidad estática elaborada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), donde especifica para medir los ángulos de inclinación, la norma indica que “La norma dice que una silla de ruedas es estrictamente estable cuando la línea de fuerza de gravedad desde el centro de masa este dentro del área del suelo que está limitada por el contorno de los puntos de contacto de las ruedas, la estabilidad de las ruedas aumenta a medida que aumenta el ángulo entre el plano vertical a través del eje de la punta” (ISO, 2014)

Se define de la siguiente manera las inclinaciones:

Asiento: el ángulo del asiento debe estar entre 0 y 12 grados con la parte delantera del asiento más alta que la parte trasera.

Espaldar: el alguno del asiento y el espaldar debe estar entre 80 y 100 grados.

Pieseros: reduce la presión sobre el asiento del usuario por ello es preferible que sean ajustables

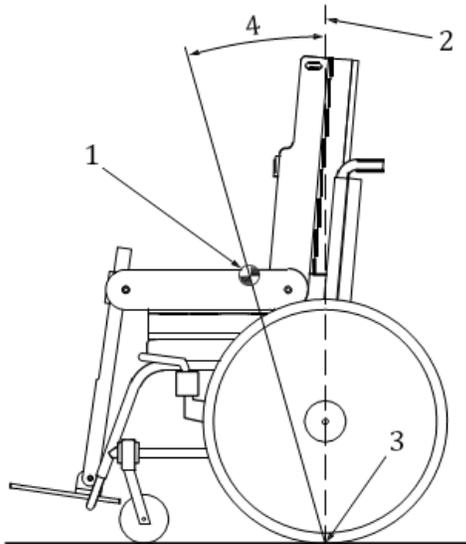


Figura 11 Inclinación silla de ruedas (ISO, 2014)

4.4.2.3. **NTC 4267.** Por ultimo La NTC 4267 (norma técnica colombiana) de sillas de ruedas determinación de las dimensiones totales, esta norma es una adopción equivalente (EQV) de la norma ISO: 1986 silla de ruedas, donde se determina “estabilidad estática, eficiencia de los frenos, dimensiones totales, masa, dimensiones del asiento, Estática, fuerza de impacto, características de arrastre de sillas de ruedas manuales” (ICONTEC, 1997)

Las medidas estándares mínimas, se relacionan a continuación:

- 2 ruedas traseras de 60 cm y dos delanteras de 20 cm
- Ancho total de 50 cm
- Asiento con un ancho de 45 cm
- Alto total de 40 cm hasta el asiento
- Largo total con los apoyapiés incluidos de 70 cm

4.4.3. Para la creación de empresa.

Abilit actualmente es un taller que se dedica a la venta de ortopédicos y brinda servicios como adaptaciones para discapacitados, al realizar el estudio de pre factibilidad se pretende crear la empresa para tener mayores posibilidades de crecimiento y reconocimiento ante el estado y la sociedad de la silla de ruedas diseñada en el presente trabajo de grado, ideal para la población discapacitada, para realizar este proceso debe determinar el tipo de empresa que se constituirá, se

creará como persona jurídica y sociedad anónima, teniendo en cuenta que se mantendrá el nombre comercial del taller, para su creación se determinó que se llamara Abilit S.A.

4.4.3.1. Cámara y comercio. Para obtener el certificado de cámara y comercio se debe tener los siguientes documentos necesarios para registrarse como persona jurídica ante la CCB:

- Original del documento de identidad.
- Formulario del Registro Único Tributario (RUT), diligenciando el formulario a través del portal de la DIAN, y su formalización se hace ante la Cámara de Comercio, para obtener NIT y resolución de facturación.
- Formularios CCB, Con este formulario, la CCB envía la información a la Secretaría de Hacienda Distrital con el propósito de llevar a cabo la inscripción en el Registro de Información Tributaria (RIT), siempre y cuando las actividades que va a realizar se lleven a cabo en Bogotá y estén gravadas con el Impuesto de Industria y Comercio (ICA).
- Formulario Registro Único Empresarial y Social (RUES) 2017

Este proceso finaliza con la firma del documento en notaria, llevando la documentación anterior, junto con la cedula del representante legal y el suplente para solicitar en cámara de comercio la matricula mercantil.

4.4.3.2. EPS, ARL, fondo de pensiones y cesantías. Para este proceso es necesario inscribir la empresa en las diferentes EPS, ARL, fondo de pensiones y cesantías para afiliar a los empleados de la empresa.

4.4.3.3. Tarifas de constitución de empresa. A continuación, se evidencia las tarifas del año 2020 para constituir la empresa.

Tabla 2.

Tarifas constitución de empresa

Descripcion	Tarifa
Matricula mercantil	\$ 3.000
Existencia y representacion legal	\$ 6.100
Formulario par registro mercantil	\$ 6.100
Inscripcion inicial	\$ 45.000
Certificado	\$ 52.000
Inscripcion por proponente	\$ 576.000
Autenticacion firma y huella	\$ 8.201
Total	\$ 696.401

Nota. Autoria propia.

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realiza en el presente trabajo, es la proyectiva, según (Rodríguez, S.F.)

La investigación proyectiva es un tipo de estudio que consiste en buscar soluciones a distintos problemas, analizando de forma integral todos sus aspectos y proponiendo nuevas acciones que mejoren una situación de manera práctica y funcional, es conocida como proyecto factible, porque intenta dar respuestas a hipotéticos sucesos futuros mediante modelos o planes que sirvan para anticipar tendencias o, por el contrario, resolver incógnitas del pasado a través de datos recientes.

5.2. Variables de investigación

5.2.1. Variable independiente.

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio financiero

5.2.2. Variable dependiente.

- Características de diseño esperadas por el consumidor
- Fuerza ejercida sobre la silla de ruedas, resistencia del material, cantidad de material, espesor de material y funcionalidad de las piezas de la silla de ruedas

5.2.3. Variable interviniente.

- Normatividad sobre sillas de ruedas.

5.3. Hipótesis de investigación

Mediante el desarrollo de un estudio de Pre factibilidad se podrá determinar la viabilidad de mercado, técnica y financiera de un proyecto de ingeniería para el desarrollo del diseño de sillas de ruedas ideales para la población discapacitada.

5.4. Fuentes de información

Fuente Primaria: estadísticas del DANE y DNP

Fuente Secundaria: las fuentes secundarias se componen con información recolectada propiamente, los conocimientos de los docentes de la universidad e información online.

Fuente Terciaria: el Ingeniero Hernando Muñoz es el encargado de los distintos procesos que maneja el taller Ablit. Es quien nos aportó la información de las fuentes terciarias para el desarrollo del presente trabajo.

5.5. Proceso metodológico

A continuación, se muestra la tabla del proceso metodológico, donde de acuerdo a los diferentes objetivos específicos del proyecto se identifican las herramientas y procesos a realizar para la solución de dichos objetivos.

Tabla 3.

Proceso metodológico

Variables	Sistematización	Objetivos específicos	Proceso metodológico	Instrumentos para recolección
Estudio de Mercado - Características de diseño esperadas por el consumidor	¿Es factible realizar el diseño de una silla de ruedas liviana, resistente y funcional para comercializarlas en institutos, almacenes y personas con discapacidad o en estado ambulatorio, brindando mejor calidad de vida?	Realizar un estudio de mercados a través de encuestas enfocadas en la población discapacitada, identificando características esperadas del producto, la demanda y la oferta del producto	Estudio sectorial Estudio Macro entorno - Estudio Micro entorno - Estudio demanda - Estudio de oferta - Análisis encuestas	Encuestas - Investigación secundaria- fuentes bibliográficas - Datos del DNP - Datos DANE - Estadísticas descriptivas - Estadísticas correlacionales
Estudio Técnico		Realizar estudio técnico para determinar material, funcionalidad y diseño de la silla de ruedas	Estudio de macro localización y micro localización - diseño conceptual - diseño detallado	Matriz QFD - Caja negra - Caja gris - Modelo 3D - Matriz de funciones - Matriz de tecnología - Método Guerchet Diagrama de procesos y actividades
Estudio financiero		Analizar los factores financieros de la fabricación del producto con el fin de identificar y establecer los recursos económicos necesarios para determinar la viabilidad del estudio.	Costos - Proyección ventas - Flujo de caja - Evaluación financiera	Investigación secundaria- fuentes bibliográficas - Cotizaciones
Fuerza ejercida sobre la silla de ruedas, resistencia del material, cantidad de material, espesor de material y funcionalidad de las piezas de la silla de ruedas		Implementar herramientas de ingeniería para el desarrollo del producto.	Optimizar diseño	Ansys Workbench - Modelo CAD ED optimizado

Nota. Autoría propia.

5.6. Tamaño población y muestra

5.6.1. Población.

Las poblaciones que se tienen en cuenta para este trabajo son las Instituciones como Fundaciones, Centro de Apoyo, Hospitales o Entidades apoyadas por el Ministerio de Salud y discapacitados por movilidad en la ciudad de Bogotá, que tengan la necesidad para la adquisición de la silla de ruedas, según (Altamar, 2018) en Bogotá la cantidad de personas discapacitadas por movilidad son 28.189, población a la cual se desea llegar.

Es importante aclarar que la población anteriormente mencionada se divide en dos partes, estratos de 0 a 2 apoyados por las instituciones mencionadas y estratos 3 en adelante, capaces de adquirir el producto por unidad, abarcando toda la población discapacitada por movilidad en Bogotá.

También se tienen en cuenta poblaciones secundarias a llegar, en caso de ampliar la adquisición de silla de ruedas para una mayor población en condición de discapacidad, en las siguientes figuras podemos evidenciar los departamentos que presenta la necesidad de adquisición de sillas de ruedas.



Figura 12 Departamentos considerados para la población secundaria (trends, 2019)

Los departamentos son Santander, Valle del Cauca y Antioquia, como se evidencia en la siguiente figura, datos obtenidos en las búsquedas generadas en Colombia a través de Google, sin embargo, se observa que Bogotá sigue siendo la principal ciudad para la comercialización de las sillas de rueda; en cuanto a los departamentos mencionados como población secundaria se podrá acceder inicialmente a través de aplicaciones como mercado libre, OLX, entre otras.

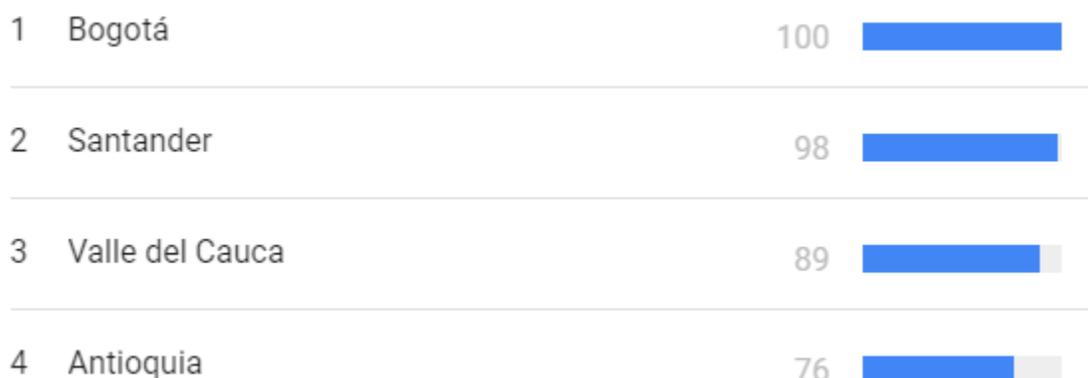


Figura 13 Población secundaria (trends, 2019)

5.6.2. Muestra.

El Ministerio responsable para los suministros de sillas de ruedas, principalmente es el Ministerio de Salud, ya que este responde por la salud y los servicios de rehabilitación, otros Ministerios que pueden cumplir con la necesidad de los usuarios, es el Ministerio de prevención social, el Ministerio de Empleo y Educación, ya que tienen como función de asegurar los derechos de los usuarios de sillas de ruedas, a continuación, nombramos el listado de algunas instituciones que adquieren sillas de ruedas al por mayor, con el objetivo de beneficiar a la población con discapacidad de movilidad en la ciudad de Bogotá.

Tabla 4.

Instituciones, Fundaciones y centros de apoyo

Fundaciones, Hospitales y Centros de apoyo	Objetivo	Población	Presupuesto
Fundación Cepityn	La Fundación CEPYTIN, promueve el derecho a la CAPACIDAD DIFERENTE, para reconocer las posibilidades de cada PERSONA en su funcionalidad, autonomía e independencia.	120 personas con discapacidad	\$ 50.000.000
Fundación Caminos por Colombia	PROYECTO INACTIVO Fundación Caminos Por Colombia en alianza con Freewheelchair Mission, en sus 7 años de historia, entregó más de 4.000 sillas de ruedas todo terreno.	500 personas con discapacidad	

Hospital Simón Bolívar	Entidad prestadora de salud.		30 sillas de ruedas
Alcaldías	Las alcaldías municipales dan en forma de donación sillas de ruedas a personas con algún tipo de discapacidad con el propósito de mejorar la calidad de vida, a través de Acción Social de la Presidencia de la República.	1000 Sillas de ruedas donadas	\$1'850.000.000
Discapacidad Colombia	Servicios de habilitación, Rehabilitación e integración laboral para discapacitados.		
Campeones de la Vida	Mejoramiento integral de la calidad de vida de toda la clase de población vulnerable especialmente las personas en condición de discapacidad.		

Nota. Autoría propia.

Es importante añadir que a diario se generan ayudas humanitarias por parte del Gobierno u otras instituciones, que buscan el abastecimiento de sillas de ruedas estándares al por mayor, para personas en estado de discapacidad por movilidad, por ello no solo se tendrán en cuenta las anteriores instituciones, ya que se establecerá propuestas comerciales mostrando el diseño de la silla de ruedas para acaparar las ventas por mayor de las ayudas humanitarias que a diario plantea el gobierno e instituciones, dando un valor agregado de presentar una silla de ruedas con las especificaciones esperadas por la población discapacitada, estándar para adaptarse a la mayoría de la población y fabricada directamente en Colombia, fortaleciendo el producto interno.

6. Resultados de la investigación

6.1. Estudio de mercado

El estudio de mercado se realiza con el fin de analizar estadísticas, porcentajes, competencias para la comercialización y diseño de la silla de ruedas.

Para esto se dará inicio con el Estudio Sectorial, que permite identificar cómo se encuentra en la actualidad el sector económico donde participa la fabricación de sillas de ruedas. El cuál corresponde al código de identificación Industrial Unificado CIU (3092) o para realizar una búsqueda más selecta de este sector tomamos el código (4992201).

Grupo	Clase	Subclase	Título	Ud	Correspondencia		
					CIU Rev. 4 A. C.	Sistema Armonizado 2007	CPC 1.0 A. C.
4992			Bicicletas y sillones de ruedas para discapacitados				
	49922		Sillones de ruedas para discapacitados		3092	8713	49922
		4992201	Sillones de ruedas para discapacitados	n	3092	8713.10, .90	4992201

Figura 14 Actividad económica (DNP, 2018)

6.1.1. Estudio macro entorno.

6.1.1.1. **Balance comercial.** En la siguiente figura, se analiza el déficit de los últimos años, donde se ubica entre -1 y 1 (los datos están en porcentajes), reflejando en el sector una ventaja competitiva cuando es positivo y una desventaja cuando es negativo, entre los años del 2011 al 2017 se mantuvo en un -1% como se muestra en la figura.



Figura 15 Balanza comercial relativa (DNP, 2018)

6.1.1.2. **Coefficiente de apertura exportadora.** El Coeficiente de Apertura Exportadora por sectores Ciiu Rev. 4 2013-2017, estima el porcentaje de la producción que se exporta y refleja la tendencia de la competitividad comercial de cada sector. Su aumento muestra que las exportaciones, expresadas en valor, crecen a un mayor ritmo que la producción, en la figura vemos que las exportaciones entre los años del 2011 al 2015, tuvo un rango de exportaciones mayor a un 1.5%, y cada año el porcentaje fue incrementando un 1%.

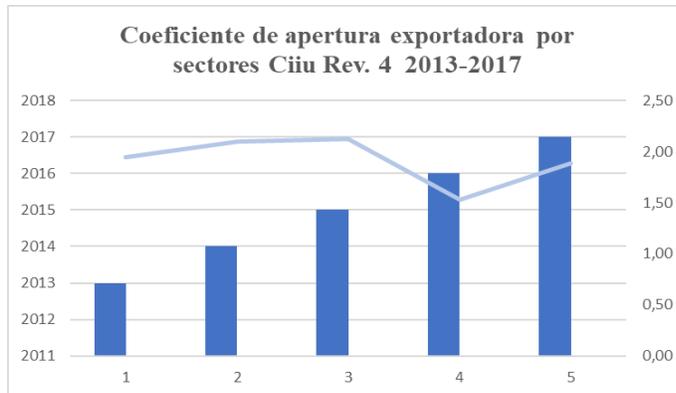


Figura 16 COE. Exportación (DNP, 2018)

6.1.1.3. **Exportaciones.** Las exportaciones en los años 2015 y 2016, presentaron una disminución en comparación del año 2014, mientras que el comportamiento de las exportaciones de los años 2017 y 2018 presentó un aumento significativo, como nos muestra la figura.



Figura 17 Exportaciones (DNP, 2018)

6.1.1.4. **Coefficiente de penetración de importaciones.** El Coeficiente de Penetración de Importaciones mide la proporción del mercado doméstico que se abastece con importaciones. Su aumento muestra que las importaciones crecen a un ritmo mayor que el consumo aparente, lo que podría significar una pérdida de participación en el mercado interno y una menor competitividad de los productores nacionales frente a los respectivos productos extranjeros.

Con respecto a las importaciones Ciiu Rev. 4, la figura nos muestra un incremento a partir del año 2014, el año en que se generó mayo participación de importación fue en el año 2017.

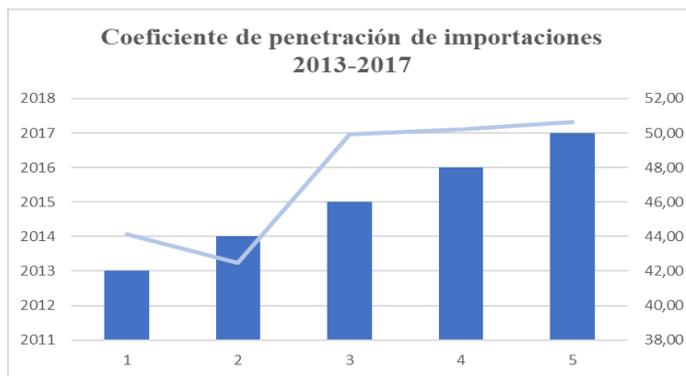


Figura 18 COE. Importación (DNP, 2018)

6.1.1.5. **Importaciones.** En la siguiente figura se observa que en los últimos años las importaciones fueron aumentando, respecto al 2019 que tuvo un incremento mayor llegando hasta los \$16.390,863.290.

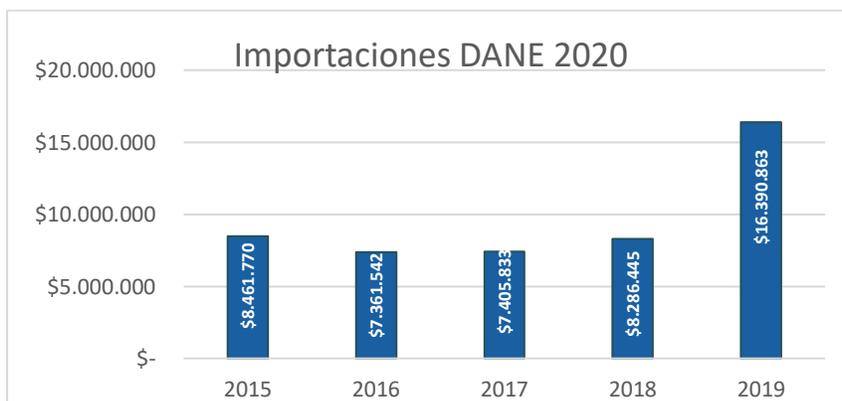


Figura 19 Importaciones (DNP, 2018)

6.1.1.6. **Importaciones por país.** Según estudios estadísticos realizados (DANE, 2020), se evidencia en los últimos 5 años, las importaciones han incrementado, siendo el año 2019 el que más importó con \$11.130.060.683, valores representados en millones de pesos. A continuación, se evidencia los valores de las importaciones, según país:

Tabla 5.

Importaciones por país

Pais	2015	2016	2017	2018	2019
Estados Unidos	\$ 2.156.685.210	\$ 1.673.800.546	\$ 1.638.930.303	\$ 1.701.151.436	\$ 1.661.020.309
China	\$ 1.325.718.045	\$ 1.271.141.157	\$ 1.077.254.505	\$ 1.351.037.852	\$ 1.669.418.738
Mexico	\$ 3.378.363.086	\$ 2.992.148.343	\$ 2.906.716.338	\$ 3.375.136.567	\$ 3.290.799.586
Brasil	\$ 718.279.888	\$ 1.110.142.010	\$ 1.218.415.171	\$ 1.944.037.340	\$ 3.345.379.576
Argentina	\$ 466.077.723	\$ 434.227.217	\$ 539.470.959	\$ 974.831.171	\$ 286.398
Alemania	\$ 783.124.394	\$ 652.122.960	\$ 521.567.896	\$ 704.019.253	\$ 728.234.329
Ecuador	\$ 346.511.695	\$ 86.183.925	\$ 54.288.550	\$ 132.276.002	\$ 110.801.049
Italia	\$ 82.807.857	\$ 60.423.656	\$ 64.026.594	\$ 75.840.525	\$ 81.697.549
España	\$ 94.445.548	\$ 327.557.939	\$ 294.383.517	\$ 287.908.570	\$ 250.423.149
Total	\$ 9.352.013.447	\$ 8.607.747.752	\$ 8.315.053.831	\$ 10.546.238.716	\$ 11.138.060.683

Nota. Autoria (DANE, Discapacidad, 2015)

6.1.1.6.1. **Importaciones China.** Las fábricas de China son capaces de crear una variedad de productos con precios más bajos, ya que los costos de vida son mínimos, las fabricas contratan gran cantidad de empleados con pequeños salarios y así manejan una mano de obra abundante y mucho más económica que en cualquier otro país.

En los últimos años las calidades de productos han mejorado de manera satisfactoria ya que en china se maneja una tecnología demasiado avanzada, este país se ha convertido en una de las principales potencias económicas del mundo, por la evolución de la calidad de sus productos.

En los últimos años China ha firmado el TLC (Tratado de Libre Comercio), con los siguientes países:

- China-ANSA TLC
- China-Pakistán TLC
- China-Nueva Zelanda TLC
- China-Singapur TLC

- China-Chile TLC
- China-Perú TLC
- China-Costa Rica TLC
- Acuerdo para una Asociación Económica más Estrecha entre China continental y Hong Kong.
- Acuerdo para una Asociación Económica más Estrecha entre China continental y Macao.
- Acuerdo Marco para la estrecha Cooperación Económica con Taiwán.

6.1.1.6.2. *Alza del dólar.* En los últimos tiempos el alza ha incrementado el valor de las importaciones, por esta razón las importaciones se han disminuido, pero a un precio más elevado.

Según los datos del DANE entre enero y septiembre de 2017 se compró un total de 28.6 millones de toneladas métricas, a un valor de US\$34.513,6 millones; mientras que en el mismo período de 2018 se compró, 26,5 millones de toneladas a US\$37.408,6 millones. Esto significó un aumento de 8,4% en el valor de las importaciones, pero un decrecimiento de -7,4% en su cantidad por toneladas métricas.

En el periodo agosto de 2018 a mayo de 2019, las exportaciones apenas crecieron 2,1%, mientras las importaciones con dólar caro lo hicieron en 11,7 %.

6.1.1.7. **Consumo aparente.** Realizamos el cálculo de del consumo nacional aparente con la siguiente formula:

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$$

Tabla 6.

Consumo aparente

Año	Producción pesos	Importaciones Pesos	Exportaciones pesos	Consumo Aparente
2014	128.459	234.777	2.708	360.528
2015	139.067	322.593	2.037	459.623
2016	141.651	327.734	1.822	467.563
2017	148.804	358.578	3.785	503.597
2018	152.575	439.193	4.131	587.637

Nota. Autoria propia.

En la siguiente figura se muestra el consumo aparente de las sillas de ruedas de los últimos 5 años:

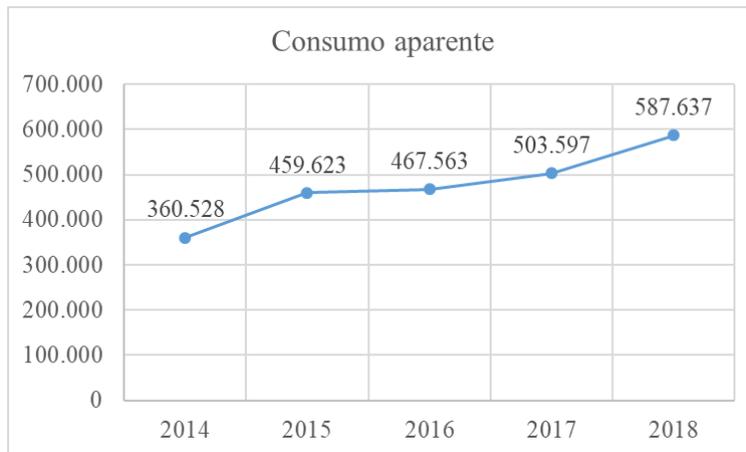


Figura 20 Crecimiento del consumo aparente (Autoria propia) (2019)

Como se observa en la figura, se ve un crecimiento de consumo aparente a través de los años, ya que las importaciones y producción aumentan, llegando a los \$587.637 Millones de pesos en consumo aparente.

6.1.1.8. **PIB.** En la siguiente figura, se muestra los datos tomados por El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), evidenciando el PIB en miles de millones de pesos, de los últimos cuatro años, reflejando un crecimiento, hasta el año 2019 de \$42.405.411.850 y un PIB total de \$241.299.978.637, teniendo un desarrollo favorable en el sector de fabricación de cualquier tipo de transporte durante estos últimos años.

Secciones y Divisiones CIIU Rev.4	CONCEPTO	2016				2017				2018				2019			
		I	II	III	IV												
G + H + I	Comercio al por mayor y al por menor, de vehículos y motocicletas; Transporte y almacenamiento.	32.071	33.247	34.523	39.226	32.544	34.002	35.656	39.449	33.635	35.054	36.314	40.501	35.017	36.705	38.448	42.405
PRODUCTO INTERNO BRUTO		191.905	200.023	205.517	224.044	193.864	202.483	208.890	227.417	197.172	208.320	214.679	233.428	203.446	215.123	222.090	241.300

Figura 20 PIB (DANE, DANE, 2020)

El sector de fabricación de sillas de ruedas crece económicamente cuando la tasa de variación del PIB aumenta, para demostrar esto se debe calcular el valor del año mayor, con el año anterior, como se demuestra en la siguiente formula:

$$\text{Tasa variación PIB} = [(\text{PIB año 2019} / \text{PIB año 2018}) - 1] \times 100 = \%$$

Con los datos tomados del DANE, queda de la siguiente manera:

$$\text{Tasa variación PIB} = [(42.405 / 40.501) - 1] \times 100 = 0.47\%$$

En este sector, el PIB está teniendo un crecimiento económico ya que la tasa de variación es mayor a 0.

6.1.1.9. Productividad laboral. La Productividad laboral del sector en los últimos 5 años, ha presentado una gran baja, siendo una de sus principales causas el incremento del dólar ya que al adquirir los productos genera tipos garantías a favor o en contra, ya que el cliente busca una conformidad y seguridad de lo que obtiene hoy en día.

Como se observa en la gráfica se presenta una gran variación, ya que, en los dos primeros años, se refleja un incremento favorable hasta el año 2017 del 0,36%, a partir de ese año se genera una disminución, bajando un promedio en al año 2019 de un 0,21% de productividad laboral.



Figura 21 Empleo sector sillas de ruedas (DNP, 2018)

6.1.2. Estudio micro entorno.

La Superintendencia de Sociedades, reporta los estados financieros para los años 2013 a 2015, en el sector de Manufactura con Equipos de Transporte, correspondiente al código CIIU 3092 “Fabricación de bicicletas y de sillas de ruedas para personas con discapacidad”, los valores se

representan en millones de pesos, se relacionan cuentas e indicadores financieros, los resultados se analizan en el porcentaje mostrando la variación de cada uno.

Tabla 7.

Micro entorno

Cuenta	2013	2014	2015	Variación 2013 – 2014	Variación 2014 - 2015
Activos Corrientes	188.704	233,167	270,520	23,5%	16%
Pasivos Corrientes	76,877	70,649	135,564	-81%	91.8%
Patrimonio	78,299	84,336	94,616	7,7%	12,2%
Ingresos Operacionales	272,197	411,239	353,339	51%	-14.1%
Ingresos no Operacionales	30,393	28,266	37,003	-7%	30,9%
Costos de Ventas	\$220,720	\$314,271	\$268,691	42,3%	-14,5%
Gastos de Administración	\$28,735	\$39,048	\$38,261	35,8%	-2,0%
Gastos de Ventas	\$16,710	\$22.810	\$20,466	36,5%	-10,3%
Gatos no Operacionales	\$28,451	\$22,097	\$36,111	-22,3%	63,%
Utilidad Bruta	230,352	280,764	315,475	21,8%	12,36%

Nota. Autoria (Supersociedades, 2016)

El crecimiento del activo se ve reflejado a corto plazo con un aumento de \$81,816 millones de pesos, entre los años 2013 y 2015, el pasivo corriente tiene un crecimiento del 53,5% que equivale a \$58, 687 millones de pesos incrementando para el año 2015, el comportamiento del patrimonio tiene un incremento de \$10,280 millones de pesos.

Entre los años 2014 – 2015 los ingresos operacionales disminuyeron un 14,5%, pasando de \$411,239 millones de pesos a \$353,339 millones de pesos, los ingresos no operacionales para los años mencionados crecieron en un 30,9%, en cambio en los costos y gastos de venta se observa una disminución de 14,5% y 10,3%.

6.1.2.1. Indicador de liquidez. En este indicador tiene como objeto mostrar la relación que existe entre los recursos que se convierten en disponibles y las obligaciones que deben cancelar a corto plazo.

	Activo Corriente	692,391	
<i>Razón corriente</i> =	-----	-----	= 2,44
	Pasivo Corriente	283,090	

El resultado indica que por cada peso (\$1), se debe corto plazo, cuenta con 2,44 cuenta con respaldar la obligación.

	Activo Corriente - Inventarios	344,384	
<i>Prueba Acida</i> =	-----	-----	= 1,21
	Pasivo Corriente	283,090	

Por cada peso (\$1) se deben en el corto plazo, se cuenta por su cancelación con (1,21) en activos corrientes de fácil relación sin tener que recurrir en activos corrientes.

6.1.2.2. **Apalancamiento financiero.** Este indicador tiene como objetivo medir en qué grado y de qué forma participan los acreedores dentro del financiamiento de la empresa.

	Total Pasivo	283,090	
<i>Nivel de Endeudamiento</i> =	----- x 100	-----	x 100 = 40.88
	Total Activo	692,391	

El resultado indica que el porcentaje total de activos ha sido financiado por los acreedores, por cada \$100 que se ha invertido en activos los acreedores han financiado 40,88%.

	Total Pasivo	283,090	
<i>Apalancamiento total</i> =	-----	-----	= 1,10
	Patrimonio	257,251	

Mide el grado de compromiso del patrimonio de los accionistas para los acreedores, por cada peso (\$1) de patrimonio, se tienen deudas por 1.10.

6.1.2.3. **Rentabilidad.** Este indicador mide la efectividad de la administración de la empresa para controlar los costos y los gastos y convertir las ventas en utilidades.

	Utilidad Neta	826,591	
<i>Rentabilidad del Activo</i> =	----- x 100	-----	x 100 = 119,3
	Activo Total	692,391	

El dato total muestra la capacidad del activo para generar utilidades, independientemente de la forma como se haya financiado, ya sea con deuda o patrimonio.

$$\text{Rentabilidad del Patrimonio} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio}} \times 100 = \frac{826,591}{257,251} \times 100 = 321,3$$

Este resultado indica el rendimiento obtuvieron los socios.

$$\text{Margen Bruto} = \frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas Netas}} \times 100 = \frac{233,093}{803,093} \times 100 = 0,29$$

Muestra la utilidad generada por las ventas, la utilidad Bruta está dada por Ingresos Operaciones – Costos de Ventas.

6.2. Investigación de mercado

6.2.1. Objetivo.

Identificar las características esperadas por la población discapacitada para el diseño de la silla de ruedas.

6.2.2. Justificación.

A partir de las necesidades planteadas por los encuestados se justifica realizar un estudio de mercado, que permita obtener mejoras para el diseño de una silla de ruedas ideal para la población discapacitada y con el fin de desarrollar una estrategia para comercializarlas.

6.2.3. Hipótesis.

Mediante el desarrollo del estudio de mercados se podrá determinar las necesidades de la población discapacitada a la hora de adquirir una silla de ruedas.

6.2.4. Ficha técnica de mercado.

Se realizó un estudio de mercado para recopilar información sobre las necesidades que un usuario de silla de ruedas pueda tener o encontrar al transportarse y a la hora de adquirir una silla

de ruedas, cuáles son las características que debería tener, con el fin de facilitar realizar de manera independiente las actividades de su vida diaria, teniendo en cuenta esta información se encuestaron 154 personas como se muestra en la siguiente ficha técnica.

Tabla 8.

Ficha técnica de mercado

Ficha técnica de investigación de mercados	
Nombre del proyecto de investigación	Estudio de Pre factibilidad para la fabricación y comercialización de una silla de ruedas ideal para la población discapacitada
Firma quien realizó la encuesta	Nicole Ann Muñoz Laura Camila Sánchez
Fecha de campo	03 de marzo de 2020 - 31 de marzo de 2020
Tipo de persona que realizo la encuesta	Natural
Fuente de financiación	Propio
Grupo Objetivo	Personas discapacitadas, Instituciones, Fundaciones, Centro de Apoyo y Hospitales
Nivel de personas encuestadas	Población con discapacidad física
Diseño muestral	Muestreo aleatorio simple
Tamaño de la muestra	154 Encuestas
Técnica de recolección	Visitas, teléfono, internet

Cobertura geográfica	Bogotá D.C.
Margen de error y confiabilidad	Margen de error 0.5%, Confianza 95%
Fecha entrega del proyecto	04 al 08 de mayo de 2019

Nota. Autoria propia.

En la siguiente figura se evidencia que dentro del rango de 26 a 40 años se encuentra el mayor porcentaje de edad de personas que realizaron el cuestionario, es importante agregar que la encuesta no solo la realizo la persona discapacitada, también la realizaron aquellas personas que por fuente cercanas conocen a discapacitados que se movilizan a través de sillas de ruedas.

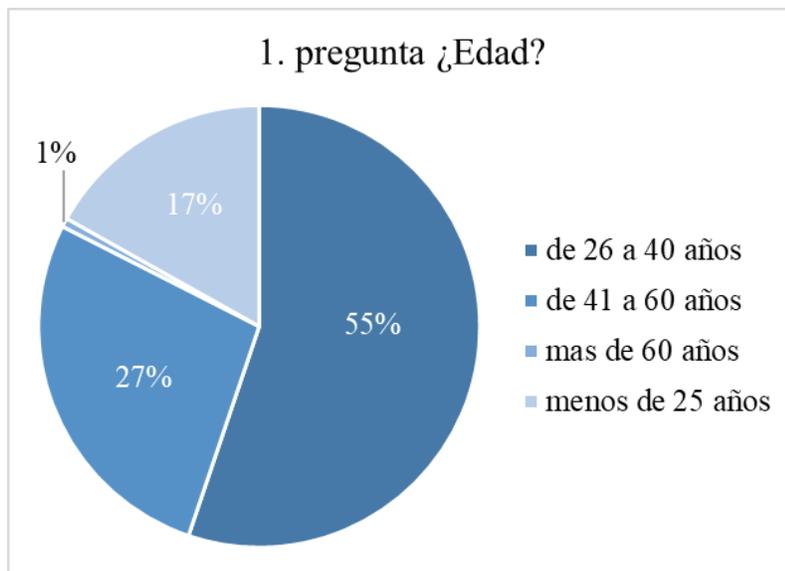


Figura 22 ¿Edad? (Autoria propia) (2019)

Con el fin de validar la localidad en la cual se presenta mayor población en búsqueda de sillas de ruedas, se realiza esta pregunta y tal como se evidencia en los datos obtenidos por el DANE una de las localidades que presenta mayor población es Kennedy con el 38%.

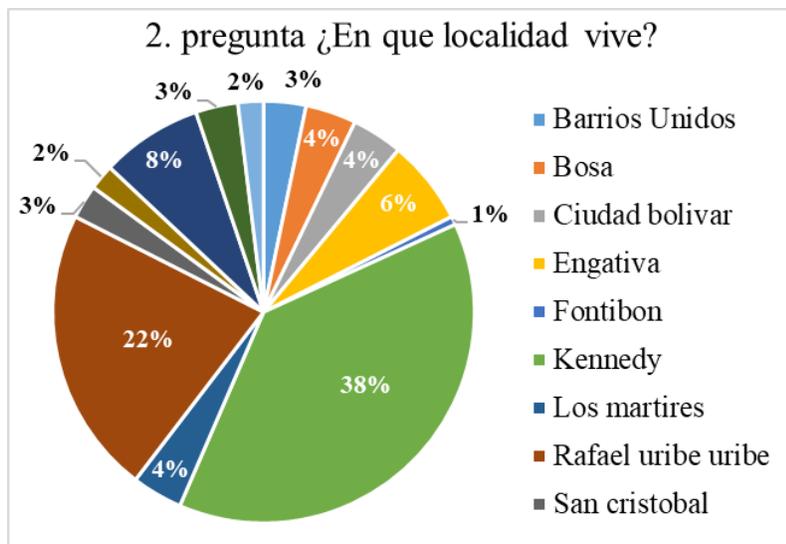


Figura 23 ¿En qué localidad vive? (Autoria propia) (2019)

Teniendo en cuenta que no solo se entrevistaron discapacitados, también se entrevistaron las personas que cuiden de estos o conocen las limitaciones de los discapacitados, se realiza la siguiente pregunta, en la cual se evidencia el mismo porcentaje tanto para usuarios de sillas de ruedas, como de fuentes cercanas.

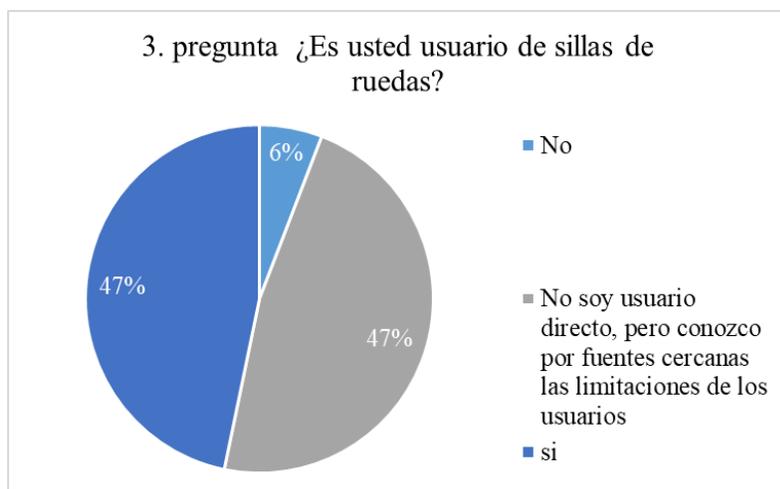


Figura 24 ¿En usted usuario de sillas de ruedas? (Autoria propia) (2019)

En la figura de la cuarta pregunta se evidencia que la discapacidad a cuál nos debemos enfocar, en la cual están afectadas las dos extremidades inferiores, personas que utilizan sillas de ruedas para movilizarse, pero con la posibilidad de manejar manualmente la silla de ruedas ya que las cuatro extremidades no están afectadas.

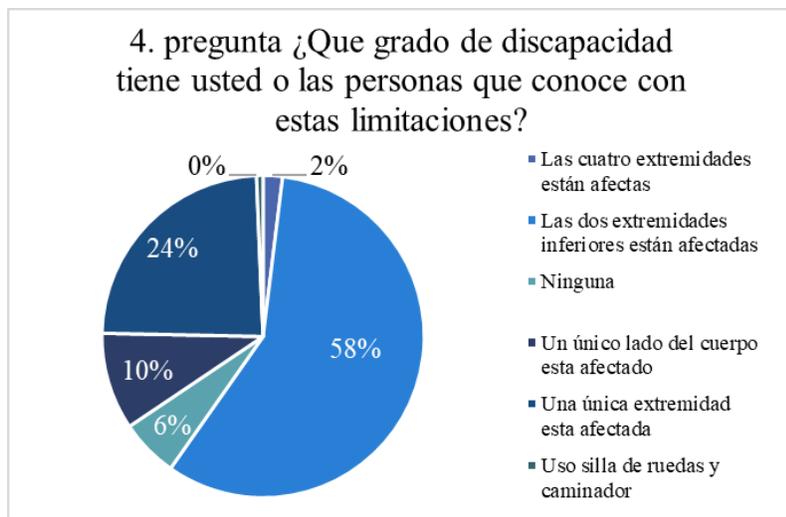


Figura 25 ¿Qué grado de discapacidad tiene usted o las personas que conoce con estas limitaciones? (Autoria propia) (2019)

La siguiente pregunta se hizo con el fin de validar si las personas encuestadas tienen sillas de ruedas o desean adquirirla, sin embargo, el mayor porcentaje de 95% se evidencia que ha tenido silla de ruedas.

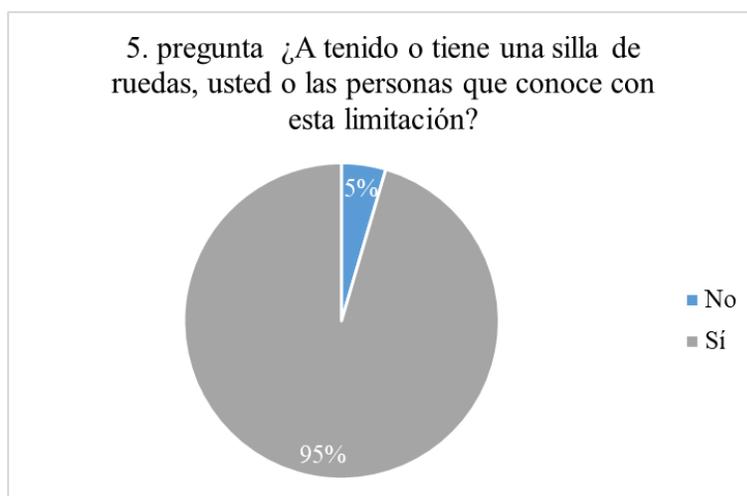


Figura 26 ¿ha tenido o tiene una silla de ruedas, usted o las personas que conoce con esta limitación? (Autoria propia) (2019)

Teniendo en cuenta las siguientes figuras correspondientes a la preguntas 6 y 7 se evidencia que el mayor porcentaje de persona acceden a sillas de ruedas estándares con un 65% y su precio se encuentra en el rango de \$500.000 a \$800.000 con 41%, es importante aclarar que estas sillas de ruedas no se ajustan a la medida debido a que son estándares por ello su precio es bajo a diferencias

de otras sillas de ruedas con más funcionalidades, sin embargo con un porcentaje de 32% se destacan las sillas con un valor dentro del rango de \$801.000 a \$1200.000.

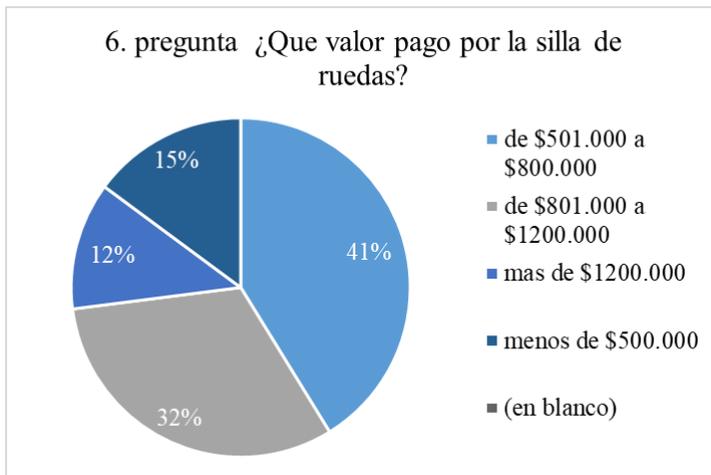


Figura 27 ¿Qué valor pago por la silla de ruedas? (Autoria propia) (2019)

Como se mencionaba anteriormente el tipo silla que mayormente tienen los encuestados en la silla de ruedas estándar, sin embargo, la silla plegable también tiene un porcentaje alto con relación a los otros tipos, del 22%.

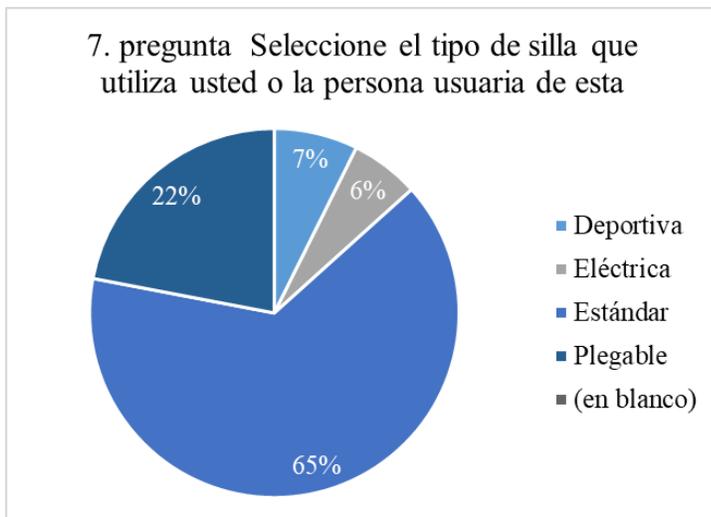


Figura 28 Seleccione el tipo de silla de ruedas que utiliza usted o la persona usuaria de esta (Autoria propia) (2019)

La siguiente pregunta se realiza para determinar cuál es la falla principal de la silla de ruedas, esto con el fin de reforzarlo en el diseño de la silla de ruedas y se observa en la figura que el porcentaje más alto es fallas en las ruedas.

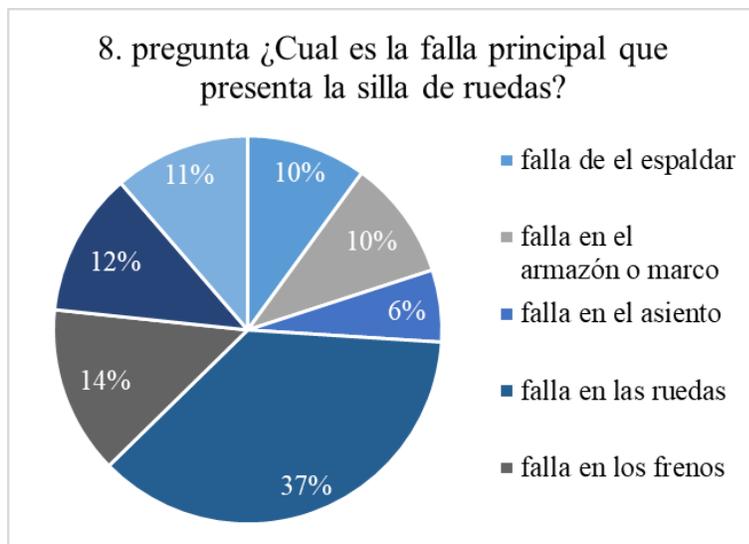


Figura 29 ¿Cuál es la falla principal que presenta la silla de ruedas? (Autoria propia) (2019)

Los discapacitados adquieren sillas de ruedas para transportarse diariamente, es decir que su uso es diario, por tal motivo se evita que tenga fallas en poco tiempo, al analizar la siguiente figura de la pregunta 9 (mantenimientos realizados a través del tiempo) se evidencia que cada año se realiza un mantenimiento, sin embargo, es importante tener en cuenta la obsolescencia del producto.

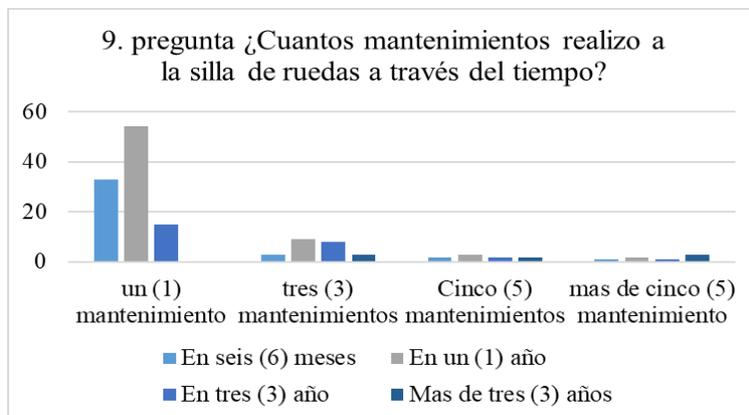


Figura 30 ¿Cuántos mantenimientos realizo a la silla de ruedas a través del tiempo? (Autoria propia) (2019)

En la siguiente figura correspondiente a la pregunta 10 se evidencia las características más importantes a la hora de elegir una silla de ruedas y se analiza la característica más indispensable, el mayor porcentaje se refleja en resistencia, ligera y plegable, sin embargo, las características como cómoda, piezas ajustables, a la medida y garantía, también poseen un porcentaje alto de importancia, estas características son las que se tendrán en cuenta para el diseño de la silla de ruedas.

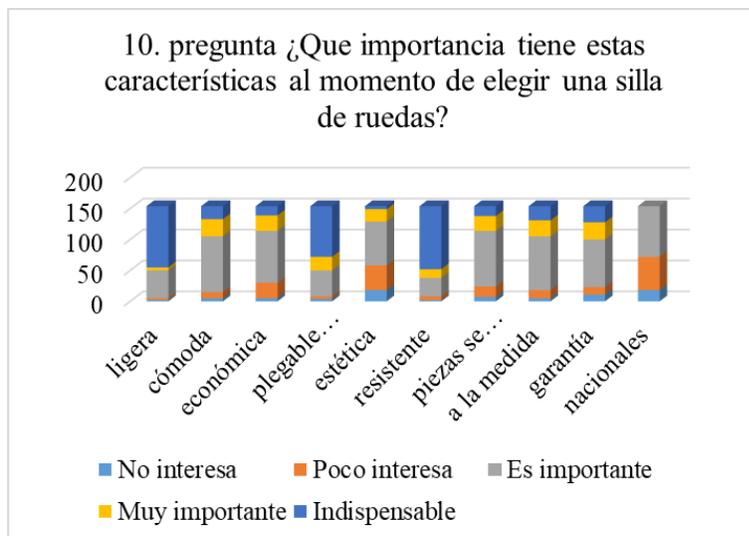


Figura 31 ¿Qué importancia tiene estas características al momento de elegir una silla de ruedas? (Autoria propia) (2019)

Para analizar el valor que están dispuesto a pagar los encuestados por la silla de ruedas con las características anteriormente encuestadas, se evidencia en la siguiente pregunta que el mayor porcentaje está en el rango de \$500.000 a \$800.000 con el 41% y de \$801.00 a \$1200.000 con el 32%.

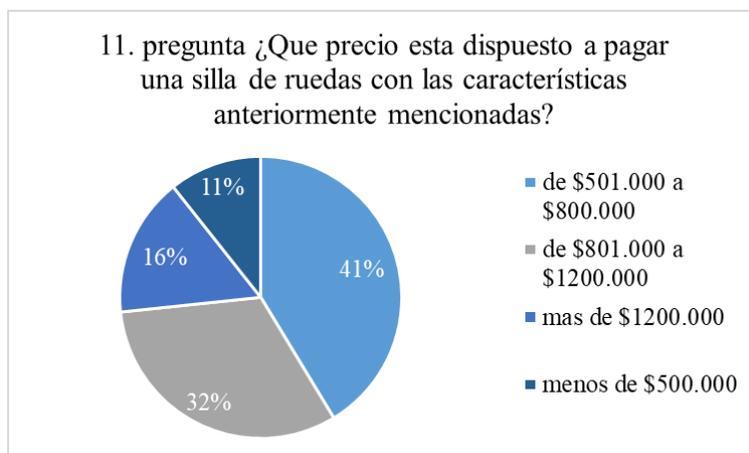


Figura 32 ¿Qué precio está dispuesto a pagar una silla de ruedas? (Autoria propia) (2019)

Dando continuidad a la pregunta anterior, se realiza la siguiente pregunta con el fin de validar el lugar de compra de la silla de ruedas con las características esperadas por los usuarios y se destaca puntos de fábricas con el 49% y ortopédicas con el 41%.

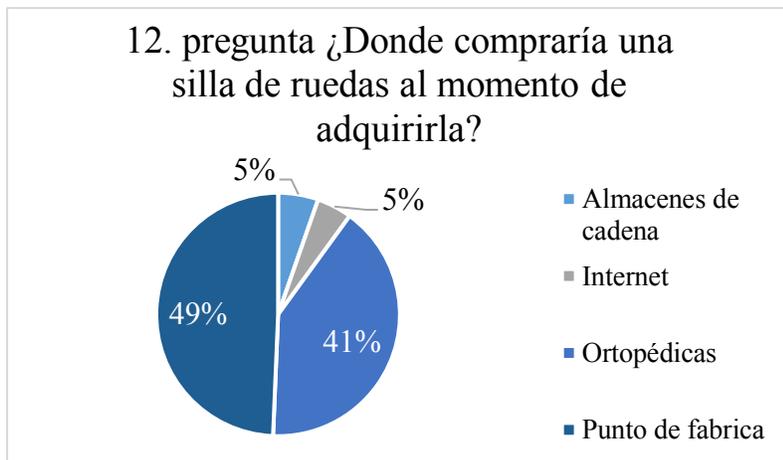


Figura 33 ¿Dónde compraría una silla de ruedas al momento de adquirirlas? (Autoría propia) (2019)

Por último, se generó una pregunta abierta donde se debía indicar que aspecto a mejorar propondría para el diseño de una nueva silla de ruedas, que cumpla con las características esperadas por sus usuarios, se analizó esta información y se tomaron las respuestas que se repetían y las que tenían características específicas, a continuación, se evidencia una tabla con el análisis.

Tabla 9.

Comentarios encuestados, aspectos a mejorar en silla de ruedas

ASPECTO	COMENTARIO
Movilidad	Que la fuerza ejercida sea multiplicada por los engranajes, es decir que sea menor el esfuerzo al momento del desplazamiento, ideal para niños y personas de la tercera edad que no sean tan fuertes en la parte superior del cuerpo.
Mejora en pieseros	Que en los pieseros tenga soporte en la parte de atrás y a los lados por las personas q no tienen movilidad el pie se desliza y se cae.
Comodidad	Mayor comodidad para que se ajuste al usuario, con materiales suaves en las partes que se tiene contacto con el cuerpo.
Seguridad	Podría agregarse un cinturón de seguridad para disminuir el riesgo de caídas en descensos como ramplas o calles empinadas.
Diseño especial para niños	Tener en cuenta las que son para niños que tenga algo que los motive ya que para ellos no va ser fácil la adaptación.

Funcional	Deportiva plegable liviana desmonte rápido en ruedas tapizado resistente y acolchado ruedas delanteras inflables.
Sillas de ruedas deportivas	Las sillas deportivas son bajas de espaldas, por tal razón, debería tener la manija de ayuda graduable para mayor comodidad de la persona que eventualmente pueda ayudar a empujar.
Calidad en las llantas	Las llantas delanteras deberían ser de un diámetro más grande para que pueda pasar fácilmente con pequeños obstáculos.
Facilidad de transportar	Plegable para mejor manipulación en un vehículo sin ayuda.
Tamaño	Que al momento de plegar ocupé el mínimo espacio posible.
Ajustable en cualquier entorno	Que se ajuste a las limitaciones de movilidad de la ciudad.
Flexible	Ser práctica para almacenarla en un carro.
Instructiva	Indicaciones médicas para su uso.
Características generales	Personalizada
	Resistente
	Bipedestadora
	Ligera

Nota. Autoria propia.

6.2.5. Estadísticas descriptivas.

Con los resultados de las encuestas anteriores se realiza el análisis descriptivo, para ello se ingresan las estadísticas obtenidas en el programa Minitab, del cual obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 10.

Estadística descriptiva

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mediana	Máximo	Curtosis
¿Edad?	154	0	1,792	0,0882	1,0947	1	4	0,03
¿En qué localidad vive?	154	0	6,786	0,213	2,649	6	13	0,12
¿Es usted usuario de sillas de	154	0	2,409	0,0484	0,6008	2	3	-0,64
¿Qué grado de discapacidad tiene	154	0	2,981	0,108	1,336	2	6	-1,26
¿A tenido o tiene una silla de	154	0	1,955	0,0168	0,209	2	2	17,65
¿Qué valor pago por la silla de	148	6	2,007	0,0876	1,0658	2	4	-0,72
Seleccione el tipo de silla que	150	4	3,013	0,062	0,7596	3	4	1,59
¿Cuál es la falla principal que	150	4	4,16	0,141	1,73	4	7	-0,6
¿Que sea ligera?	154	0	1,825	0,0584	0,7243	2	5	6,33
¿Que sea cómoda?	154	0	1,857	0,0977	1,2123	1	5	0,65
¿Que sea económica?	154	0	1,922	0,103	1,276	1	5	0,42
¿Que sea plegable (permita dobla	154	0	2	0,0702	0,8707	2	5	2,29
¿Que sea estética?	154	0	2,682	0,138	1,718	3	5	-1,67
¿Que sea resistente?	154	0	2,039	0,067	0,8314	2	5	4,59
¿Que sus piezas se ajusten y/o s	154	0	1,994	0,112	1,389	1	5	-0,11

¿Que sea a la medida?	154	0	1,922	0,103	1,276	1	5	0,42
¿Que tenga garantía?	154	0	2,058	0,104	1,295	1,5	5	-0,22
¿Que sean nacionales?	154	0	2,896	0,138	1,716	3	5	-1,75
¿Qué precio está dispuesto a pagar?	150	4	1,96	0,0819	1,0025	2	4	-0,59
¿Dónde compraría una silla de r	150	4	3,34	0,0654	0,8013	3	4	1,64

Nota. Autoria propia.

En la anterior tabla se observa en análisis por cada pregunta de las siguientes variables:

N: número de personas encuestadas

N*: número de personas que no respondieron la pregunta (intentos fallidos)

Media: es el valor promedio de los datos, para hallar esta variable, se valorizo cada opción de respuesta, con el fin de obtener un valor cuantitativo.

Ejemplo:

En la pregunta sobre ¿Qué importancia tienes estas características al momento de elegir la silla de ruedas? Se analizó cada característica, para este caso tomaremos ¿Qué sea ligera?, donde el encuestado debía escoger el grado de importancia de esta característica, estos grados fueron valorizados de la siguiente manera:

- No interesa = 4
- Poco interesa = 5
- Muy importante = 3
- Indispensable = 2
- Es importante = 1

Como se observa en la tabla la media es de 1,825 es decir que esta característica tuvo un grado de importancia entre Indispensable e importante, por ello esta característica como se menciona anteriormente se toma en cuenta para realizar el diseño de la silla de ruedas.

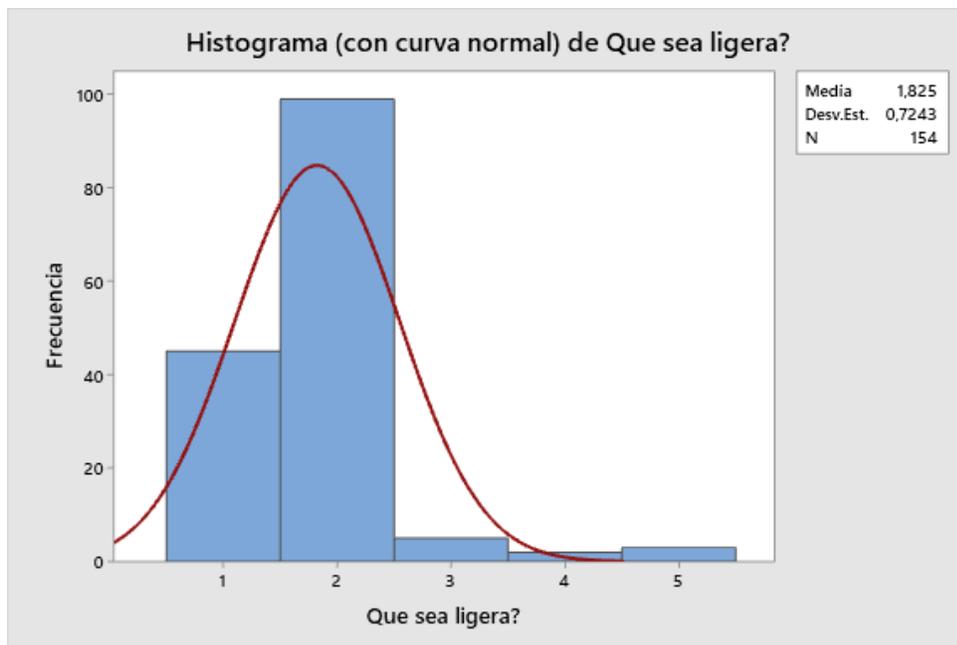


Figura 34 Frecuencia pregunta ¿Qué sea ligera? (Autoria propia) (2019)

Error estándar de la media: es la desviación estándar de todas las posibles muestras de un tamaño dado.

Desviación estándar: esta variable indica la dispersión de los datos con respecto a la media

Mediana: es el número de la mitad en el conjunto de números

Máximo: es el valor máximo que se puede tomar de los datos tomados por cada pregunta

Curtosis: determina el grado de concentración de la pregunta alrededor de la zona central de la frecuencia

6.2.6. Estadísticas correlacionales.

Realizar el análisis de correlación de las encuestas nos permite relacionar las diferentes respuestas, a continuación, se realizará dicho análisis de las respuestas que tuvieron correlaciones significativas.

Se toma los rangos de edad con mayor porcentaje de 26 a 40 años y de 41 a 60 años frente a diferentes preguntas, como se observa en la siguiente tabla se relaciona con la pregunta ¿dónde compraría una silla de ruedas al momento de adquirirla? y se evidencia que la edad si depende del

lugar, puesto que el rango de más edad (41 a 60 años) 0% compraría en almacenes de cadena y el 2% en internet a comparación del rango de menor (26 a 40 años) en donde el 13% si compraría en estos medios. Esto permite conocer por qué medio se puede acceder a la venta de sillas de ruedas según edad.

Tabla 11.

Correlación edad - lugar

¿Edad?	Almacenes de cadena	Internet	Ortopédicas	Punto de fabrica	Total general
de 26 a 40 años	6%	7%	38%	48%	100%
de 41 a 60 años	0%	2%	45%	50%	100%

Nota. Autoria propia.

En la siguiente tabla se relaciona la misma pregunta con ¿cuál es la falla principal que presenta la silla de ruedas? y se evidencia que la edad depende dos fallas ya que se observa mayor porcentaje de falla en espaldar para el rango de menor edad (26 a 40 años), en cuanto a la falla de frenos presenta mayor porcentaje en la mayor edad (41 a 60 años).

Tabla 12.

Correlación edad - fallas

¿Edad?	falla del espaldar	falla en el armazón o marco	falla en el asiento	falla en las ruedas	falla en los frenos	falla en los pieseros
de 26 a 40 años	11%	13%	5%	39%	13%	12%
de 41 a 60 años	5%	10%	5%	33%	17%	12%

Nota. Autoria propia.

En la siguiente tabla se relaciona la misma pregunta frente al grado de importancia de la característica estilo y se evidencia que no es indispensable para el rango de alta edad (41 a 60 años) que la silla de ruedas tenga estilo en comparación al rango menor de edad.

Tabla 13.

Correlación edad - estilo

¿Edad?	Es importante	Indispensable	Muy importante	No interesa	Poco interesa	Total general
de 26 a 40 años	42%	5%	16%	11%	26%	100%
de 41 a 60 años	57%	0%	7%	10%	26%	100%

Nota. Autoría propia.

Por último, se relacionó La localidad frente a ¿precio de la silla de ruedas que estaría dispuesto a pagar? y se evidencia que las localidades de Barrios unidos y Bosa, que poseen un estrato socioeconómico más bajo, prefieren sillas de ruedas dentro del rango de \$0 a \$800.000 con el 100%, en cuanto a localidades como Suba se evidencia que el 42% eligió un rango de \$500.000 a \$1200.000.

Tabla 14.

Correlación edad - precio

¿En qué localidad vive?	de \$501.000 a \$800.000	de \$801.000 a \$1200.000	más de \$1200.000	menos de \$500.000	Total general
Barrios Unidos	100%	0%	0%	0%	100%
Bosa	67%	0%	0%	33%	100%
Kennedy	34%	34%	25%	5%	100%
Rafael Uribe	44%	35%	0%	15%	100%
Suba	58%	42%	0%	0%	100%

Nota. Autoría propia.

6.2.7. Análisis de Cluster.

Como se evidencia en el anexo B dendograma, se forman 7 grupos los cuales su distancia son cortas, es decir sus respuestas son muy similares. Se puede deducir que las respuestas de los encuestados generan bastantes diferencias de acuerdo a su estilo o modelo de silla de ruedas al generar tantos grupos de análisis.

Los grupos 1 y 7 generan las menores distancias y similitud en sus respuestas, y sus números de encuestados son particularmente pequeños.

El grupo 3 presenta un pequeño porcentaje de encuestados sin embargo sus respuestas no fueron tan similares lo que deduce que este grupo no es muy apto para tomar como referencia dadas sus distancias.

6.3. Estudio de demanda

Para cuantificar la demanda, se utiliza información tomada de la encuesta realizada respecto a la producción, las importaciones e importaciones de las sillas de rueda.

Cálculo de la demanda

La Demanda Efectiva= $N \times n \times F \times P$

Variables:

N= Población discapacitada Bogotá

n= Muestra (encuestados)

F= Frecuencia de compra

P= Precio promedio de cada compra

Pregunta: ¿Ha tenido o tiene una silla de ruedas?

Tabla 15.

Demanda

Parámetros	Variables
N	28.189
n	154
Si	95%
No	5%
F	3 Años
P	\$520.000

Nota. Autoria propia.

DEF= $154 \times 0,95 \times 520000 \times 0,3 = \$22.822.800$ Año

Con la información anterior definimos la demanda de las sillas de ruedas, utilizando las variables tomadas por la encuesta realizada y así de obtiene la demanda efectiva de \$22.822.800 año, sin embargo, es importante añadir que la cantidad de encuestados es el 0,5% de la población

discapacitada por movilidad, por tal motivo se generara la demanda basada en la competencia y la población total.

A continuación, se evidencia los ingresos anuales de 3 empresas, Locatel, Billmes y Traliscol, obtenidas en Sirem, es importante añadir que Locatel se dedica a la venta de sillas de ruedas importadas, en comparación de Billmes y Traliscol que fabrican las sillas de ruedas, adicional con un costo promedio por silla de ruedas de \$ 800.000 se determinan las unidades vendidas mensuales y diarias, con el fin de determinar la demanda.

Tabla 16.

Demanda poblacional

Año	Empresa	Ingresos anuales	Ingresos mensuales	Unidades mensuales	Unidades diarias	% población
2015	Billmes	\$ 1.369.751.000	\$ 114.145.917	143	5	0,5%
2014	Locatel	\$ 1.081.406.300	\$ 90.117.192	113	4	0,4%
2019	Traliscol	\$ 528.000.000	\$ 44.000.000	55	2	0,2%
Año	Abilit	\$ 546.178.838	\$ 45.514.903	88	4	0,3%

Nota. Autoria (Sirem, 2018)

6.3.1. Proyección ventas.

Para la proyección de las ventas, se tuvo en cuenta la producción interna del país de vehículos de transporte, incluyendo sillas de ruedas, también se tuvo en cuenta la tasa de consumo del producto y por ultimo las búsquedas generadas en Google Trends del producto.

Se evidencia que la producción interna de los años 2014 al 2018 ha presentado crecimiento, para un total del 19% tomando el año 2014 como año 0, como a continuación se evidencia, dejando el último año 2018 un crecimiento del 3%.

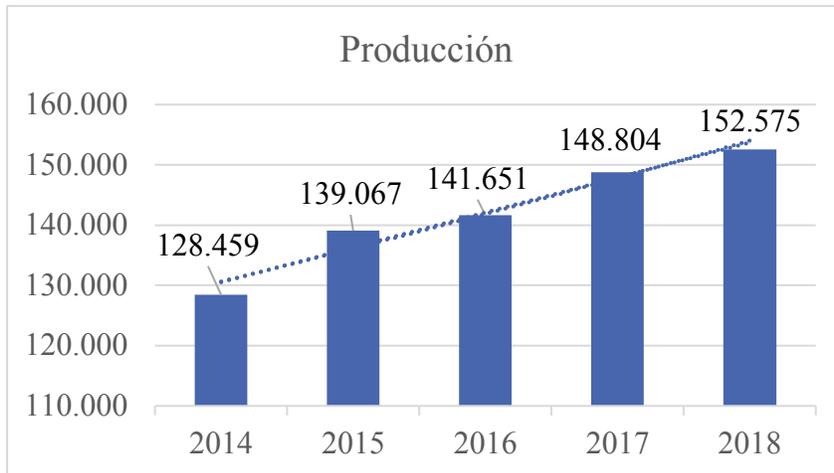


Figura 35 PIB crecimiento (DANE, DANE, 2020)

En cuanto a tasa de consumo del producto según (Martinez, 2020) se espera para los años 2019 a 2022 un crecimiento del 4,21%.

Analizando los anteriores años 2010 al 2018, según (statista, 2020) se generó un crecimiento total de 41%, si tomamos este porcentaje como un crecimiento constante entre los años, se promedia que por año se obtuvo un crecimiento del 5%.

Por último, se analiza el comportamiento del mercado, como se observa en la siguiente figura tomada de las búsquedas de Google trends en los últimos meses del 2019, se evidencia crecimiento pronunciado a finales de diciembre a comparación de todo el año.

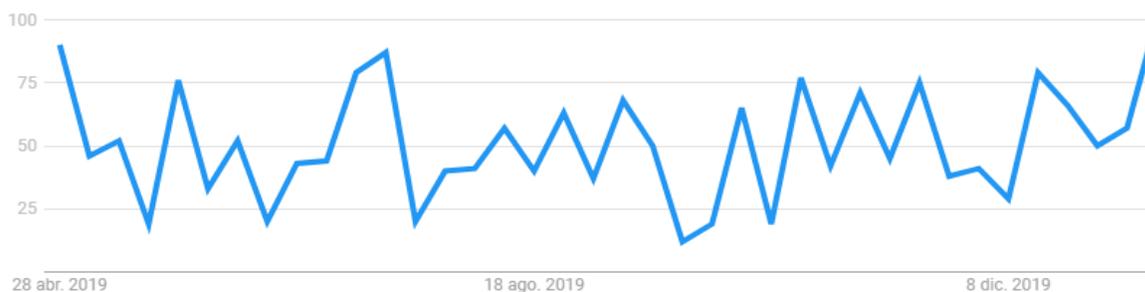


Figura 36 Crecimiento búsquedas de sillas de ruedas (trends, 2019)

De acuerdo a las estadísticas anteriores analizadas, se genera un promedio del porcentaje de crecimiento de ventas de silla de ruedas y se realiza una proyección a mediano plazo desde el año

2020, tomándolo como año 0 y se proyecta un aumento del 5% en las ventas anuales, con esto se espera que para el año 2024 los ingresos del producto sean mayores a \$ 1.191.662.920, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 17.

Proyección año

Numero	Año	Ventas
1	2020	\$ 840.275.136
2	2021	\$ 882.288.893
3	2022	\$ 926.403.337
4	2023	\$ 972.723.504
5	2024	\$ 1.021.359.679

Nota. Autoria propia.

6.4. Estudio de oferta

Con este estudio se identificará la oferta a través del análisis de principales competidores, empresas dedicadas a la fabricación y ventas de sillas de ruedas en diferentes materiales, se evidencia que algunas son reconocidas por antigüedad, publicidad o reconocimientos y manejan catálogos con diferentes tipos de medidas y materiales con el fin de llegar a diferentes tipos de clientes, con base en esto se realiza la comparación de precios por unidad de las sillas de ruedas, teniendo en cuenta tipo, material y empresa y/o fábrica, esta información fue tomada de los catálogos físicos y/o electrónicos de cada empresa y se realizó la comparación de los tipos de sillas más destacadas.

6.4.1. Empresa Ortopédicos W Y W (Williamson & Williamson).

La empresa Ortopédicos W y W al igual que Abilit se dedica a la venta de ortopédicos hace 30 años, entre los productos a la venta se encuentra el catálogo de sillas de ruedas y se evidencia los siguientes productos con sus respectivos costos, es importante tener en cuenta que algunos costos se modifican según las ofertas que la empresa brinde.

Tabla 18.

Comparación de costos con la empresa Ortopédicos W y W

Tipos de sillas	Alquiler por mes	Venta	observaciones
Silla de Ruedas de Transporte	\$ 65.000	\$ 400.000	liviana
Silla de Ruedas Estándar Radial	\$ 55.000	\$ 300.000	Estándar
Silla de Ruedas de Transporte Cromada	-	\$ 480.000	traslado asistido
Silla de Ruedas en aluminio	-	\$ 800.000	liviana
Silla de ruedas en acero	-	\$ 950.000	más resistente para usuarios activos
Silla de ruedas 2 en 1	-	\$ 1.200.000	para interiores y exteriores 6 ruedas
Silla de rueda reclinable	\$ 70.000	\$ 720.000	reclina cabecera, espaldar y pieseros
Silla de Ruedas ortopédica	\$ 65.000	\$ 600.000	pieseros elevados, braceros y pieseros removibles,

Nota. Aatoria (Williamson, Ortopedicos Williamson & Williamson, 2019)

6.4.2. Empresa TMEO (tiendas médicas especializadas) Colombia.

La empresa TEMEO se dedica a la venta de sillas de ruedas, artículos hospitalarios y ortopédicos, validando el catálogo de sillas de ruedas se evidencia que sus precios son altos comparados con las otras empresas dedicadas a la venta de sillas de ruedas, sin embargo, se puede apreciar que se maneja una línea de venta de sillas de ruedas importadas, a continuación, se observa los cotos según el tipo.

Tabla 19.

Comparación de costos con la empresa TMEO

Tipos de sillas	Venta	Observaciones
Silla de Ruedas de Transporte	\$ 1.230.000	liviana
Silla de Ruedas Estándar	\$ 1.050.000	Estándar
Silla de Ruedas Neurológica	\$ 7.500.000	Soporte Especial
Silla de Ruedas en aluminio	\$ 1.460.000	liviana
Silla de ruedas en acero	\$ 749.000	más resistente para usuarios activos
Silla de ruedas Semi deportiva	\$ 1.845.000	para actividad física
silla de rueda reclinable	\$ 690.000	reclina cabecera, espaldar y pieseros
Silla de Ruedas ortopédica	\$ 600.000	pieseros elevados, braceros y pieseros removibles,

Nota. Aatoria (especializadas, 2019)

6.4.3. Empresa Billmes (equipos médicos).

La empresa Billmes se dedica a la venta de sillas de ruedas, artículos hospitalarios y ayudas ortopédicas hace 40 años, se evidencia que importan artículos ortopédicos, partes de sillas de ruedas e incluso sillas de ruedas en aluminio, a continuación, se evidencia los costos según el tipo de silla, es importante tener en cuenta que algunos costos se modifican según las ofertas que la empresa brinde.

Tabla 20.

Comparación de costos con la empresa Billmes

Tipos de sillas	Venta	Observaciones
Silla de Ruedas de pediátrica	\$ 3.695.000	para niños
Silla de Ruedas Estándar	\$ 311.600	Estándar
Silla de Ruedas de adulto basculante	\$ 6.590.000	Reclinable
Silla de Ruedas en aluminio importada	\$ 1.998.500	liviana

Nota. Autoría (Billmes, 2019)

6.4.4. Empresa OYP S.A.S. (Metálicas superior).

La empresa OYP realiza fabricación de sillas en acero y en aluminio, adaptaciones de carros y comercializan a algunas empresas anteriormente mencionadas, a continuación, se evidencia los precios, los cuales a diferencia de otras empresas no poseen catálogos en la web, la información fue directamente validada en el establecimiento.

Tabla 21.

Comparación de costos con la empresa OYP S.A.S.

Tipos de sillas	Venta	Observaciones
Silla de Ruedas de pediátrica	\$ 500.000	para niños
Silla de Ruedas Estándar	\$ 400.000	Estándar
Silla deportiva	\$ 900.000	más resistente para usuarios activos
Silla de Ruedas en aluminio importada	\$ 1.300.000	liviana

Nota. Autoría (OYP, 2019)

6.4.5. Empresa Praxis.

La empresa Praxis es reconocida por ganar el premio de calidad en sillas de ruedas realizadas en aluminio, con trayectoria de 20 años y comercializan para hospitales, instituciones y sillas a la medida, adicional manejan un extenso stock de partes y repuestos, que permiten el fácil intercambio de piezas, manteniendo la originalidad y funcionalidad inicial del elemento.

Tabla 22.

Comparación de costos con la empresa Praxis

Tipos de sillas	Venta	observaciones
Silla de Ruedas Estándar	\$ 370.000	estándar
Silla de Ruedas Neurológica	\$ 1.700.000	Soporte Especial
Silla de Ruedas en aluminio	\$ 1.700.000	liviana
Silla de ruedas Semi deportiva	\$ 970.000	para actividad física
silla de rueda reclinable	\$ 55.200	reclina cabecera, espaldar y pieseros
Silla de Ruedas ortopédica	\$ 710.000	pieseros elevados, braceros y pieseros removibles

Nota. Autoría (Praxis, 2019)

6.4.6. Locatel y Futuro.

Los almacenes Locatel y Futuro importan sillas de ruedas, ortopédicos y suministros médicos, al dirigirse a estos almacenes se evidencia que no manejan sillas de ruedas nacionales, las sillas encontradas no se encuentran según medidas, son sillas de ruedas estándar, a continuación, se evidencia los precios promediando entre los dos almacenes.

Tabla 23.

Comparación de costos con la empresa Locatel y Futuro

Tipos de sillas	Venta	observaciones
Silla de Ruedas de Transporte	\$ 919.000	Liviana
Silla de Ruedas basculante	\$ 2.361.000	reclinable
Silla de Ruedas en aluminio importada	\$ 1.550.000	Liviana
Silla de ruedas en acero	\$ 368.500	Resistente
silla de rueda reclinable	\$ 360.000	reclina cabecera, espaldar y pieseros

Nota. Autoría (Locatel, 2019)

En la siguiente tabla se evidencia rango total de precios según el tipo de sillas, este rango es hallado con diferentes empresas que fabrican e importan sillas en la ciudad de Bogotá.

Tabla 24.

Promedio de costos según tipo de sillas de ruedas

Tipos de sillas	Desde	Hasta
Pediátricas	\$ 500.000	\$ 1.000.000
En aluminio estándar	\$ 1.500.000	\$ 2.300.000
Estándar	\$ 200.000	\$ 500.000
Neurológicas	\$ 600.000	\$ 6.000.000
Transporte	\$ 400.000	\$ 1.000.000
Coches neurológicos	\$ 800.000	\$ 6.000.000
Plegables	\$ 200.000	\$ 600.000
Ortopédicas	\$ 300.000	\$ 8.000.000
Reclinables	\$ 500.000	\$ 4.000.000
Deportivas	\$ 300.000	\$ 3.000.000

Nota. Autoria propia.

Teniendo en cuenta que el material y el tipo de silla en el cual nos enfocaremos es hibrida (la mayor parte de su material es en aluminio con partes en acero) a continuación se evidencia la comparación de costo según las empresas anteriormente mencionadas:

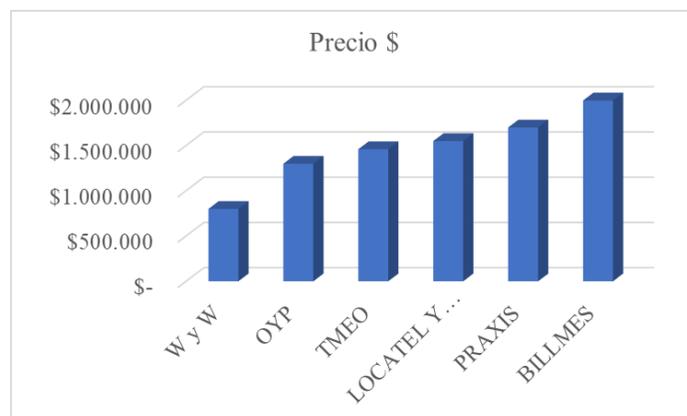


Figura 37 Comparación final de costos, competencias (Autoria propia) (2019)

6.5. DOFA

A continuación, observaremos la herramienta DOFA para diagnosticar el futuro competitivo de Abilit con la comercialización de sillas de ruedas.

Tabla 25.

DOFA

Debilidades	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • La competencia actualmente tiene negociaciones con los institutos que compran el producto al por mayor. • Entre los años 2014-2015 los ingresos operacionales de la industria disminuyeron en un 14,5%. • El taller Abilit no cuenta con el espacio en planta para cumplir con la demanda. • El taller Abilit no cuenta con publicidad que sea atractiva para el usuario. • El taller Abilit no se encuentra establecido como empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una demanda insatisfecha. • Existen recursos para financiar este tipo de proyectos. • Se puede ampliar el mercado fuera de Bogotá en poblaciones secundarias. • El diseño estándar generado facilita la comercialización en institutos. • Crecimiento de consumo aparente para el año 2018. • El activo corriente aumenta \$81,816 millones de pesos, entre los años 2013 y 2015. • Por medio de las encuestas realizadas se conocen las necesidades de los usuarios.
Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar un producto del mercado. • Conocimiento del mercado, producto, su respectiva producción y fabricación. • Facilidad para que los usuarios puedan movilizarse con el producto. • Facilidad para el transporte y guardado del producto. • Producto que cumple con la reunión de características estándares requeridas por los usuarios. • El taller Abilit es reconocido en el sector por la población discapacitada . 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia posicionada en el mercado. • Monopolio extranjero. • Competencia desleal. • Importaciones de silla de ruedas. • Desarrollo de nuevas tecnologías.

Nota. Autoría propia.

6.6. Política de comercialización

Para la comercialización de sillas de ruedas, se debe escoger un canal de distribución, el cual será un canal propio o directo, para la venta de nuestro producto se debe contar con un almacenamiento y un sistema de empaque donde protege el producto y por medio de un transporte que cumpla todas las normas, para lograr la correcta distribución física y llegue al consumidor final. Por otra parte, analizando las características del producto, se verifica para que este sea comercializado con ventas directas en Instituciones, Fundaciones, Centro de Apoyo, Hospitales o Entidades apoyadas por el Ministerio de Salud, la comercialización se lleva mediante un único intermediario, con comercialización de repuesto y servicios de mantenimiento.

Tabla 26.

Política de comercialización

Producto	Conducta	Método	Ventajas
Silla de ruedas liviana, plegable híbrida.	Venta directa a Instituciones, Fundaciones, Centro de Apoyo, Hospitales o Entidades apoyadas por el Ministerio de Salud.	Se entrega totalmente armada con su manual de funcionamiento.	Entregas rápidas, asegurando la confiabilidad del producto
Repuesto de las piezas.	Venta directa a Instituciones, Fundaciones, Centro de Apoyo, Hospitales o Entidades apoyadas por el Ministerio de Salud.	Se realizan los respectivos mantenimientos a la silla de ruedas.	Reducción de costos y tiempo en el servicio de mantenimiento.
Servicio técnico (instalación, inspección, mantenimientos preventivos y correctivos).	Venta directa a Instituciones, Fundaciones, Centro de Apoyo, Hospitales o Entidades apoyadas por el Ministerio de Salud.	Visita de operarios en los distintos sitios donde se adquirió la silla, dando respuesta oportuna y eficaz.	Tiempo de respuesta y garantías oportunas.

Nota. Autoría propia.

6.6.1. Donde se puede comercializar.

Teniendo en cuenta los resultados en la encuesta, se observa que para lograr distribuir el producto es de gran importancia crear canales de distribución para que tenga mayor contacto con el comprador o consumidor final. Nuestro producto busca comercializarse principalmente en Instituciones como Fundaciones, Centro de Apoyo, Hospitales o Entidades apoyadas por el

Ministerio de Salud, donde hay un porcentaje mayor de consumidores con discapacidad física, y quienes tienen la mayor necesidad de adquirir la silla de ruedas.

6.6.2. Marketing.

Analizando las estrategias que puede mostrar el producto, se destaca que el punto fuerte de este, es el diseño y el precio, donde buscamos entrar a una categoría de sillas de ruedas posicionándonos como líderes, siguiendo la metodología desarrollada por otras marcas, para ello diseñaremos un producto innovador con la ventaja competitiva hacia otras sillas de ruedas.

Hemos realizado un estudio de mercado para destacar cuales son las nuevas posibilidades del mercado y enfocarnos en ellas. Del mismo modo creamos un plan estratégico de comunicación para presentarnos al público y crear estrategias que impacte y llame la atención de los consumidores, algunas técnicas de marketing para lanzar nuestro producto son:

- **Marketing Online:** una buena estrategia de marketing para lanzar al mercado un producto es la creación de página web donde nos damos a conocer y vender nuestro producto online, así consiguiendo un posicionamiento efectivo, también por medio de redes sociales, donde se puede interactuar con los clientes, ubicando un alcance fácil, con contenido de multimedia, video y comunicación directa con el consumidor, otra opción es por revistas online, donde se publican artículos sobre la incorporación de nuestra silla de ruedas al mercado.
- **Participación en ferias ortopédicas:** participar en ferias ortopédicas que se realicen, para introducir nuestra silla de ruedas en el mercado, ya que las empresas, instituciones u hospitales, participan en este tipo de eventos buscando los mejores productos para su adquisición.
- **Marketing tradicional:** dar a conocer nuestro producto por medio de medios impresos, radio, televisión y vallas publicitarias al exterior.

6.7. Estrategia de mercado

Para la comercialización del producto, se requiere buscar estrategias que permitan que la población discapacitada e instituciones de la ciudad de Bogotá prefieran adquirir sillas de ruedas en Abilit.

En la siguiente tabla se observa según el método de marketing, la estrategia que sea desea abarcar su medición e inversión, estas estrategias se crean con el fin de comercializar la silla de ruedas y generar ventas al detal y por mayor.

Tabla 27.

Estrategias comerciales

Método	Estrategia	Medición	Inversión
Marketing digital y redes sociales	Dar a conocer la marca y el producto, por medio de la web, permitiendo el contacto fácil entre el cliente y la empresa	Cuantificar visitas y seguidores en página web y redes sociales	\$ 600.000
Material POP	Recordatorios y tarjetas con el logotipo de la empresa	Brindar calendarios, recomendaciones médicas y tarjetas para las personas interesadas en el producto y clientes	\$ 1100.000
Visitas comerciales, participación ferias ortopédica y Brochure	visitar institutos para dar a conocer el producto y mostrar Brochure con las características de la silla de ruedas (funcionalidades, ajustabilidad y accesorios adicionales)	se realizará visitas cada semana y se evaluará aceptación del producto	\$ 50.000
Material publicitario	Anuncios	Pendones y vaya del local para su distinción al público	\$500.000

Nota. Autoria propia.

Página Web: abilmed14.wixsite.com/abilit, es la página con la que cuenta actualmente el taller, se pretende realizar la actualización de las misma como se evidencia en el siguiente mapa esquemático.

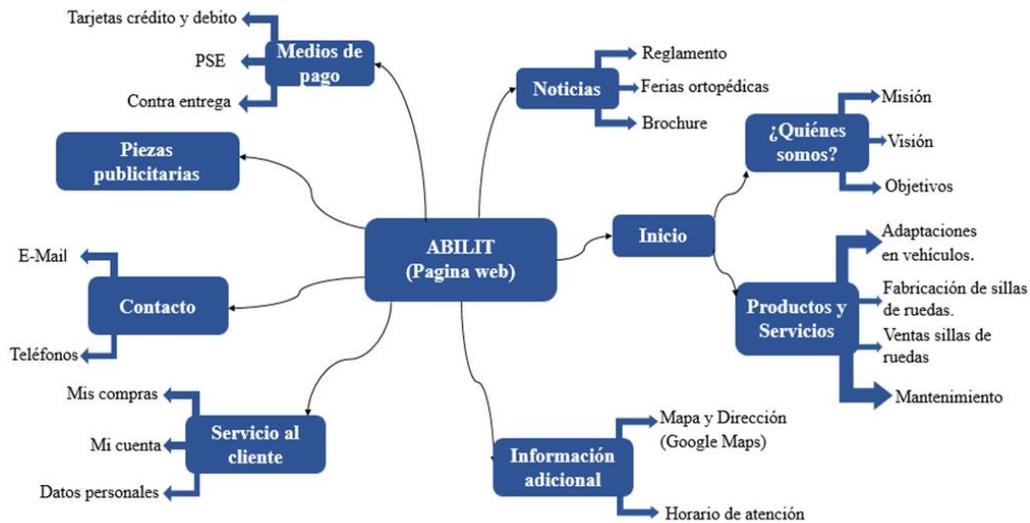


Figura 38 página web (Autoría propia) (2019)

Material Pop: se brindarán calendarios con recomendaciones médicas, es importante que el cliente no solo tenga información de Abilit, también es importante brindar información esencial para el cliente, con el fin de que sea útil el material entregado, como se muestra a continuación:



Figura 39 Material POP calendario Abilit (Autoría propia) (2019)

A continuación, se observa la imagen detallada sobre recomendaciones médicas:



Figura 40 Material POP recomendación médica (Autoría propia) (2019)

Material publicitario: se generan piezas publicitarias, tarjetas, pendones para incentivar al cliente a la compra del nuevo diseño de la silla de ruedas ideal para la población discapacitada, como se evidencia a continuación



Figura 41 Pieza publicitaria 1 (Autoría propia) (2019)

Material publicitario para todo tipo de público



**¿SILLAS DE RUEDAS INCOMODAS,
PESADAS, DIFÍCILES DE
TRANSPORTAR, SIN
FUNCIONALIDAD Y SUS PIEZAS SE
QUIEBRAN?**

**¡ TRAE MOS
UNA
SOLUCION
PARA TI !**

Abilit

**SILLA DE
RUEDAS ABIL**

abilmed14.wixsite.com/abilit

Figura 42 Pieza publicitaria 2 (Autoria propia) (2019)

Por último, material publicitario que brinda las características del nuevo diseño.



Abilit

**¿cansado de buscar
sillas de ruedas, que
cumplan con todas
sus expectativas?**

**EN ABILIT
SILLAS DE
RUEDAS
LIVIANAS,
PEGLABLES Y
FUNCIONALES**

**¡NO BUSQUE
MAS!**

abilmed14.wixsite.com/abilit

Figura 43 Pieza publicitaria 3 (Autoria propia) (2019)

7. Estudio técnico

7.1. Balance tecnológico

7.1.1. Avances.

En el siglo V a. c. se utilizaban carretillas para transportar a los enfermos en China, sin embargo, la primera silla de ruedas que se generó similar a lo que hoy en día se conoce como una silla de ruedas para discapacitados fue la silla con 3 ruedas en el siglo XVIII, esta se conformaba de dos ruedas delantera, una trasera, apoya brazos y pies.

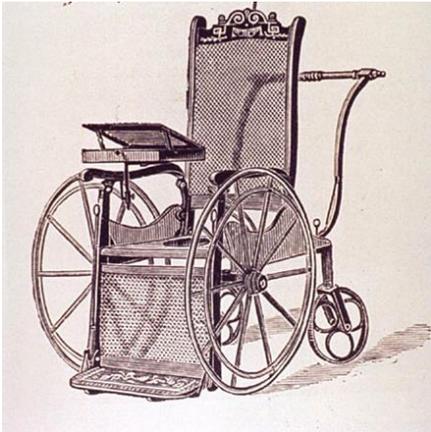


Figura 44 Silla de 3 ruedas (Stannah, 2018)

En el año 1783 Jhon Dawson diseño la silla “Bath” también con 3 ruedas, en este caso un a delantera o dos traseras, esta se conformaba de gomas, aros de propulsión y rines de bicicleta.



Figura 45 Silla Bath (Mirrors, S.F.)

La primera silla de ruedas plegable en material acero se diseñó 1932 por dos ingenieros, uno de ellos estaba parapléjico, debido a que había sufrido un accidente en una mina.



Figura 46 Silla plegable 1932 (Stannah, 2018)

Después de esto llegamos a la primera silla motorizada en 1950 por George Klein y desde entonces se han realizado ajustes a las sillas de ruedas, pensando en las características que se ajusten a las necesidades de los discapacitados.



Figura 47 Silla motorizada (mesalles, 2019)

Actualmente la silla de ruedas más avanzada es Scewo que le permite subir escaleras o girar sobre sí misma, fue creada por estudiantes de universidades de ZHDK y ETH de Zurich.



Figura48 Silla Scewo (Infobae, 2017)

En cuanto avances científicos se espera una silla de ruedas que se podrá controlar mediante escáneres de actividad cerebral por la universidad de Australia llamada Aviator que identifica y clasifica señales que envía el cerebro (Gilete, 2017)

7.1.2. Patentes.

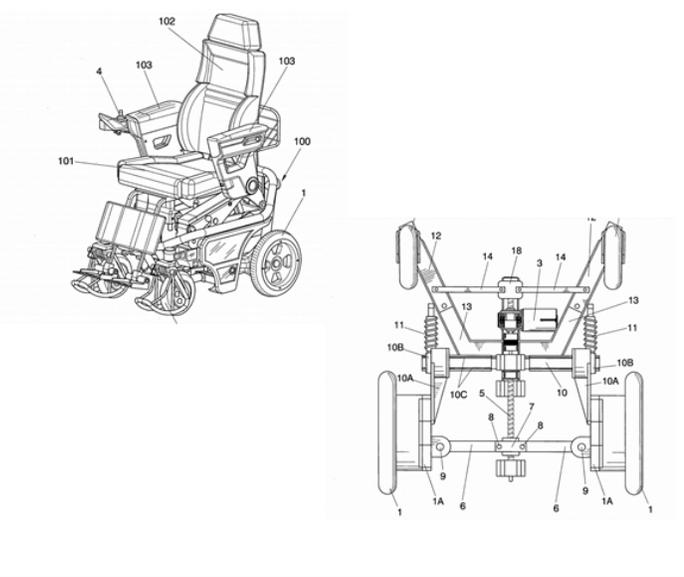
A continuación, se evidencia las patentes existentes.

Tabla 28.

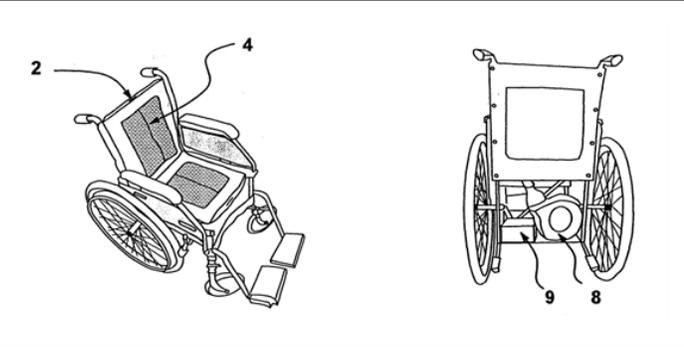
Patentes

Descripción	Figura
<p>Patente No. WO 2008/103019 AI SILLA DE RUEDAS PARA PERSONAS DISCAPACITADAS, inventada por Gonzalo partida Ochoa, José Abel cocotero campos, José Guadalupe Ramirez duran, Aldo Alcalá Cibrián, Sergio ramiro Elizondo herrera, Hugo Alberto Anguiano salcedo "asiento que cuenta con una apertura para permitir a la persona discapacitada realizar sus funciones fisiológicas sin abandonar la silla de ruedas; un respaldo reclinable y apoyo; desmontable; un sistema de elevación que posiciona al usuario de pie; un posapiernas que sujeta principalmente de manera ergonómica la parte frontal de las rodillas durante la elevación y cuando está de pie.</p>	
<p>Patente No. WO 2015/189760 AI SILLA DE RUEDAS TERAPÉUTICA BIPEDESTABLE inventada por David Alexandre bravo López, Juan Pablo Rodriguez Vicentino "objetivo de movilizar a un individuo desde una posición sedente a una erguida fuera del ambiente clínico. La silla comprende 5 a) un chasis; una barra de transmisión de fuerza; c) una barra oblicua; d) un eje; e) un mecanismo o elemento de cualquier naturaleza para levantamiento del asiento; f) un pistón; g) una base para cualquier elemento de levante; h) una placa de sustento del respaldo; y i) un reposapiés"</p>	

Patente No. **WO 2009/010597 A1 SILLA DE RUEDAS** inventada por Manes San Martin Palacios, Aitor Larra Urberuaga, Fernando Engaña Fario "incluye (1) ruedas motrices y ruedas orientables (2) al menos un motor (3) asociado con las ruedas traseras para que el motor puede mover las ruedas motrices (1) de lado, alterando así la distancia entremedio; y al menos un dispositivo de control (4) configurado para permitir la operación del motor (3) a controlar de modo que un usuario sentado en la silla de ruedas puede selectivamente aumentar o reducir la distancia entre ruedas motrices (1).

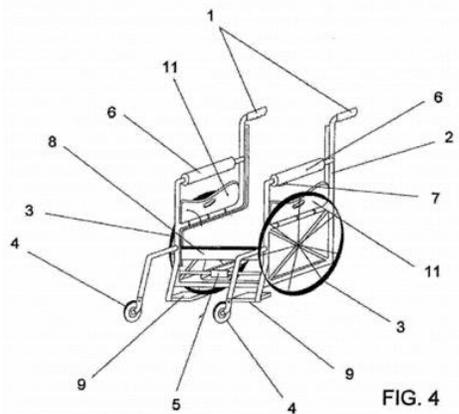
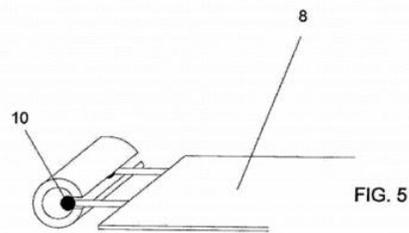


Patente No. **WO 2008/000879 A1 SILLA DE RUEDAS CON VENTILACION** inventa por Jose Antonio Garcia Diaz "las superficies de contacto entre la silla y los usuarios que incluye un sistema de canalizaciones para la circulación del aire por el interior del asiento y del respaldo que permite refrigerar éstos, alimentado por una fuente de energía eléctrica, adaptable a cualquier tipo de silla de ruedas"



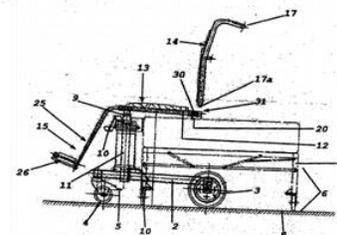
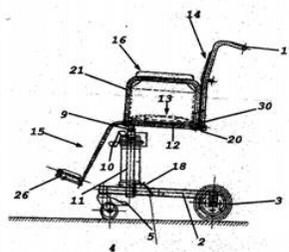
Patente No. **WO 2015/028698** **AL SILLA DE RUEDAS CON ASIENTO PLEGABLE**

inventada por Pedro Ramón Mora Negrín "un asiento móvil y un marco rígido (2) soportado en dos ruedas delanteras (4) y dos ruedas traseras (3), teniendo dichas ruedas traseras un diámetro mayor que las del frente (4). La silla de ruedas también comprende reposapiés (9), reposabrazos (6) que se colocan a la altura media de la parte superior del bastidor (2) y se pueden bajar, y empuñaduras (1) provistas en la parte superior. El asiento y el respaldo pueden ser un solo elemento o pueden estar separados y consistentes en una pluralidad de partes (8), estando cada una de dichas partes (8) conectadas a la parte interna de los lados del marco, de modo que, mediante accionando los botones de colapso y expansión (7), las partes (8) colapsan hacia abajo desde la porción superior hacia la porción inferior, y se recogen en la porción interna cerca de los reposapiés (9).



Patente No. **WO 2009/010602** **AL SILLA DE RUEDAS ELEVABLE Y TRANSFORMABLE EN CAMILLA**

inventado por Miquel Àngel Torra Sorribes "puede elevarse y convertirse en una camilla, que incluye un asiento, respaldo, reposapiés, reposabrazos, ruedas traseras fijas y ruedas delanteras giratorias. incluye: una base rodante que se une a la parte trasera ruedas y las ruedas delanteras; un bastidor superior que puede elevarse y que se une al menos al asiento, el respaldo y los reposapiés; y medios para elevar dicho marco superior. Los reposabrazos están articulados al bastidor superior para que puedan bajarse lateralmente para formar una camilla que se extienda de manera continua desde el asiento"



Nota. Autoría (Google patents, 2020)

7.2. Estudio de macro localización

El estudio de localización se realiza analizando las diferentes variables que determinen la mejor ubicación para la empresa, como anteriormente se ha mencionado Abilit es un taller que actualmente se dedica a la venta de ortopédicos y realización de adaptaciones o reparaciones, en la localidad Antonio Nariño, sin embargo, con el diseño de la silla de ruedas presente en este proyecto, se pretende incursionar en las ventas de sillas de ruedas, para esto se podría mejorar la ubicación y/o ampliar sus instalaciones, adicional se van a tener en cuenta factores como distancia recorrida para transportar el material adquirido por proveedores y acercamiento a los clientes.

El estudio de localización se realiza para la ciudad de Bogotá, de manera que se logre identificar la mejor localización ajustándose a las necesidades de la empresa y mejorando las ventas de la misma, las ventajas que tiene desubicarse en Bogotá son:

- Capital de Colombia, por lo cual se concentra mayor cantidad de población y empresas
- Variedad de proveedores, con los estándares requeridos para el diseño de la silla de ruedas
- Conocimiento del mercado por parte del taller Abilit
- Acapara la mayor población de discapacitados, ya que es una ubicación clave para la distribución de la silla de ruedas

Para esto se Analizan 3 factores, el primero es la cantidad de población discapacitada por localidad, de las cuales se eligieron 3 con la mayor cantidad de discapacitados, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 29.

Primer factor de localización

Localidad	Población con discapacidad de movilidad
Ciudad Bolívar	3144
Rafael Uribe	2800
Kennedy	2702

Nota. Autoría propia.

El segundo factor a analizar son localizaciones de las empresas competidoras y aunque se encuentran dispersas por Bogotá, se evidencia la mayor concentración en las localidades de Barrios Unidos y Chapinero, como se muestra en la siguiente figura

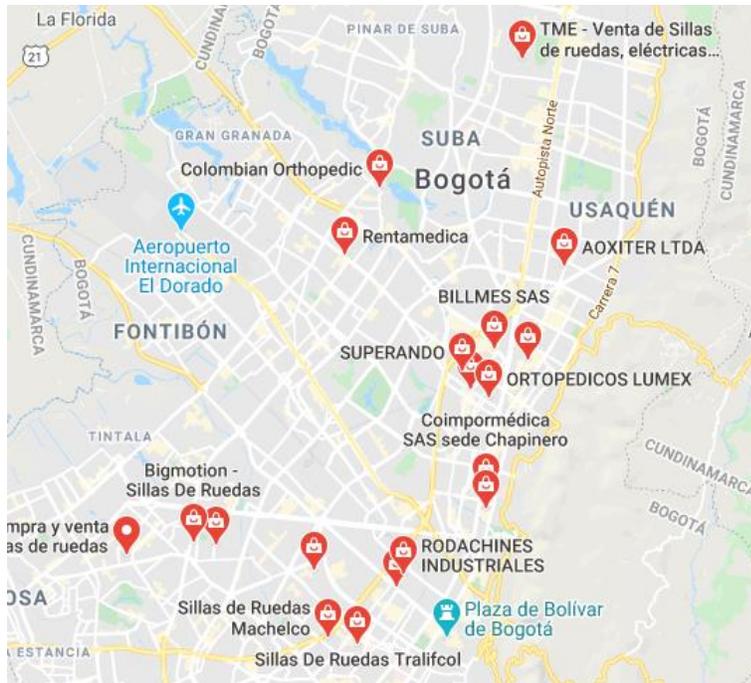


Figura 49 segundo factor de localización (maps, 2020)

El tercer factor se analiza los lugares donde se compran los materiales y componentes de la silla de ruedas, después de un análisis de costos y marcas se determinó la localidad en la cual se puede adquirir, la localidad es Puente Aranda como se observa en la siguiente figura



Figura50 tercer factor de localización (maps, 2020)

Teniendo en cuenta las localidades seleccionadas a través de los anteriores factores, se evalúa la viabilidad de ubicación de planta por el método de factores ponderados en escala de 0 – 100%, con el objetivo de proponer la localidad más adecuada, evaluando de 1 a 5 cada factor.

A continuación, se describen los factores ponderados de localización que se tuvieron en cuenta para la valoración del método de factores ponderados:

- 1) **Conocimiento del mercado:** se analiza si Abilit ha tenido clientes en la localidad evaluada, ya que con esto se concluye que la empresa tiene conocimiento de dicho mercado (15%)
- 2) **Cercanía de materias primas y componentes:** se da un valor alto de ponderación, ya que se refiere al análisis de la cercanía, calidad y costos de almacenes y/o fabricantes donde se adquieren materias primas y componentes para el proceso productivo de la empresa (20%)
- 3) **Cercanía al mercado:** se da el valor más alto de la ponderación, se refiere al análisis de cercanías de población discapacitada y la búsqueda de nuevos mercados (30%)
- 4) **Disponibilidad de transporte:** se tiene en cuenta, envió del producto a los clientes, procesos generados en otras empresas y compra de materia prima y/o componentes (5%)
- 5) **Procesos externos:** se analiza la cercanía de empresas en las cuales se generan procesos como el acabado de pintura electrostática (15%)
- 6) **Servicios básicos:** se analizan el estrato socioeconómico según localidad para determinar el valor aproximado que se generara en vivienda y servicios públicos (10%)
- 7) **Competencia:** se analiza la cercanía de empresas competidoras, con el fin de llegar al público que accede a dichas empresas (5%).

Tabla 30.

Factores de localización ponderados

Factor	Peso	Ciudad Bolívar		Rafael Uribe		Kennedy		Barrios Unidos		Chapinero		Puente Aranda	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Conocimiento del mercado	15%	3	45%	5	75%	4	60%	3	45%	3	45%	4	60%
Cercanía de materias primas y componentes	20%	1	20%	4	80%	4	80%	2	40%	3	60%	5	100%
Cercanía al mercado	30%	5	150%	5	150%	5	150%	3	90%	3	90%	3	90%
Disponibilidad de transporte	5%	2	10%	5	25%	5	25%	5	25%	5	25%	5	25%
Procesos externos	15%	2	30%	5	75%	5	75%	5	75%	5	75%	5	75%
Servicios básicos	10%	5	50%	4	40%	4	40%	2	20%	2	20%	5	50%
Competencia	5%	1	5%	3	15%	2	10%	5	25%	5	25%	4	20%
Total	100%	3,1		4,6		4,4		3,2		3,4		4,2	

Nota. Autoría propia.

7.2.1. Resultado de localización.

Como se observa en la tabla de factores ponderados la mejor opción para la ubicación de la empresa Abilit es la localidad de Antonio Nariño, donde actualmente se encuentra ubicado el taller, los factores que determinaron esta ubicación son:

- Conocimiento del mercado ya que poseen clientes en esta zona y sus clientes los ubican en esta localidad
- Cercanía al centro y localidades como Puente Aranda, donde se adquiere las materias primas y componentes de la silla de rueda con las especificaciones requeridas y menor costo
- Es una de las localidades con más población discapacitada
- Se consigue todo tipo de transporte y su ubicación es central para realizar envíos de productos por toda la ciudad
- Se tiene conocimientos de los establecimientos en la localidad que realizan parte del proceso de producción

- El estrato socioeconómico varía de estrato 2 a 3, lo cual determina un valor menor de vivienda y servicios públicos
- En la localidad se encuentra situada otras ortopédicas con el fin de acaparar la atención de este mercado, con el fin de preferir Abilit.

Con esto se puede concluir que la localidad es adecuada para cumplir con las especificaciones de localización planteadas para Abilit, sin embargo, es importante definir a través del estudio de micro localización, si es necesario ampliar la planta o adquirir vivienda en la misma localidad para cubrir especificaciones del proceso de fabricación de la silla de ruedas diseñada en el presente proyecto.

7.3. Análisis QFD (casa de la calidad)

Este análisis es una metodología usada para crear un producto que se adapte a las necesidades del usuario, con esta metodología podremos calcular de forma cuantitativa las características que se deben tener en cuenta para el diseño de la silla de ruedas idónea para la población discapacitada, para esto se desarrolló el despliegue de la casa de calidad, que se divide en 4 partes.

7.3.1. Planeación del producto.

La primera parte se compone de las necesidades del cliente y se les asigna un peso de ponderación numérico de 1 a 10, según la información obtenida en las encuestas realizadas, como se observa en la columna “Demande Quality”; también se relacionan las características o especificaciones técnicas que se necesitan para que el producto satisfaga las necesidades del cliente “Quality characteristics” y se define si se deben reducir, aumentar o mantener, como se observa en las filas superiores.

En la parte central se pondera la interacción entre las necesidades del cliente y las características generadas, donde el triángulo tiene una débil relación y la raya en el círculo tiene una fuerte relación

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Column #							
					Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (X)							
					1	2	3	4	5	6	7	8
				Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	▼	X	X	X	▲	▲	▼	X
					Materiales	Piezas Ajustables	Plegable y compacta	Piezas desarmables	Garantía	Soporte de Estructura	Peso	Estética
1	9	9,7	6,0	Economica	○	▲	▲	▲	○	○	○	○
2	9	9,7	6,0	Calidad	○	▲	▲	▲	○	○	○	○
3	9	16,1	10,0	ligera	○	▲	▲	○	▲	○	○	○
4	9	12,9	8,0	comoda	○	○	○	○	▲	○	○	○
5	9	16,1	10,0	resistente	○	▲	▲	▲	○	○	○	▲
6	9	12,9	8,0	Facil de transportar	○	▲	○	○	▲	○	○	▲
7	9	6,5	4,0	Estilo	○	○	○	○	▲	○	▲	○
8	9	3,7	6,0	Funcionable	▲	○	○	○	▲	○	○	○
9	9	6,5	4,0	Segura	○	○	○	▲	○	○	▲	○

Legend	
○	Strong Relationship 9
○	Moderate Relationship 3
○	Weak Relationship 1
++	Strong Positive Correlation
+	Positive Correlation
-	Negative Correlation
▼	Strong Negative Correlation
▼	Objective Is To Minimize
▲	Objective Is To Maximize
X	Objective Is To Hit Target

Figura 51 Matriz QFD (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

También se tiene en cuenta la correlación entre las características como se evidencia en la siguiente imagen donde el menos significa que no tiene relación y doble más significa una fuerte relación.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	▼	X	X	X	▲	▲	▼	X							
Materiales															
Piezas Ajustables															
Plegable y compacta															
Piezas desarmables															
Garantía															
Soporte de Estructura															
Peso															
Estética															

Figura 52 Techo matriz QFD (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

Para esta primera parte también se relacionan los principales competidores, frente a la empresa Abilit y se evalúan de 1 a 5, donde 1 significa que no brindan esta demanda y 5 significa que cumplen completamente con la demanda y se obtuvo el siguiente análisis.

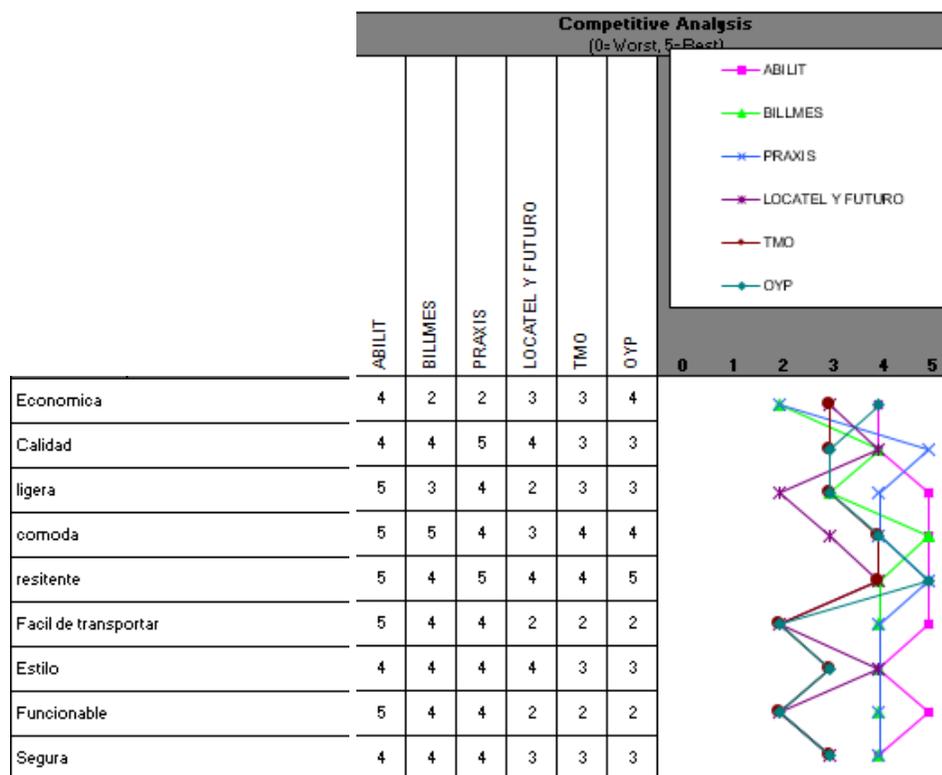


Figura 53 Evaluación de competencia QFD (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

Por último, se definió el alcance a llegar en las características técnicas y como resultado de la primera parte se tiene en cuenta los valores obtenidos en la fila de weight/importance (importancia de peso), donde se evidencia que las características con mayor prioridad para tener en cuenta en el diseño de la silla de ruedas, satisfaciendo las necesidades de los clientes son:

- Material (822,6)
- Estructura (648,4)
- Plegable y comportarse como compacta (487,1)

En cuanto al análisis competitivo y las necesidades recolectadas de los usuarios, se evidencia que las principales características que deben tener en cuenta para el diseño de la silla de ruedas son:

- Ligera
- Funcional
- Fácil de transportar

Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")								
Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	30%	4 ajustes	2 piezas	3 piezas	1 año	120 kg	10kg	Semi deportiva
Target or Limit Value	30%	4 ajustes	2 piezas	3 piezas	1 año	120 kg	10kg	Semi deportiva
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely)	9	7	7	7	7	8	10	6
Max Relationship Value in Column	9	9	9	9	9	9	9	9
Weight / Importance	822,6	345,2	409,7	487,1	338,7	648,4	448,4	629,0
Relative Weight	19,9	8,4	9,9	11,8	8,2	15,7	10,9	15,2

Figura 54 Resultados QFD producto (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

7.3.2. Despliegue de partes.

La segunda parte consiste en relacionar las partes y materiales que hacen parte del diseño de la silla de ruedas con relación a las características técnicas indicadas en la primera parte, esta correlación también es evaluada como se observa en la siguiente figura.

			Columna 8							
			1	2	3	4	5	6	7	8
			Direction of Improvement: Minimize (▽), Maximize (▲), or Target (○)							
			Quality Characteristic (i.e. "How")							
			Demanded Quality (i.e. "What")							
Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Aluminio	Acero	Repuestos	Plástico	Caucho	Tornillos y ejes	Acabado	Estructura
9	19,9	322,6	Materiales	▲	▲	○	○	○	▲	▲
9	9,4	345,2	Placa ajustable	▲	▲	○	▲	▲	○	▲
9	9,9	409,7	Plazable y compacto	▲	▲	○	▲	▲	○	○
9	11,0	497,1	Placa desarmable	▲	▲	○	▲	○	▲	▲
9	9,2	338,7	Garantía	○	○	○	▲	○	○	○
9	15,7	642,4	Seguridad Estructura	○	○	○	○	○	▲	○
9	10,9	440,4	Forma	○	○	▲	○	▲	▲	▲
9	15,2	629,0	Ergonomía	○	▲	▲	▲	▲	○	○
			Target or Limit Value							
			51%	51%	10 Repuestos	4%	2%	64 piezas	Negro - Rojo - Blanco	40 tornillos
			Difficulty (0-Easy to Accomplish, 10-Extremely Difficult)							
			9	9	7	7	7	6	4	5
			Max Relationship Value in Column							
			568,0	537,5	571,7	352,3	139,8	531,9	287,5	341,6

Figura 55 Despliegue partes QFD (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

Se define el alcance a llegar con las partes relacionadas y como resultado del despliegue se tiene en cuenta los valores obtenidos en la fila de weight/importance (importancia de peso), donde se evidencia que las partes con mayor prioridad para tener en cuenta en el diseño de la silla de ruedas, cumpliendo las características técnicas son:

- Repuestos (571)
- Aluminio (568)
- Acero (537)

7.3.3. Planeación del proceso.

La tercera parte consiste en planificar el proceso a realizar para la fabricación del diseño de la silla de ruedas con relación a las partes que la componen, indicadas en la segunda parte, esta correlación también es evaluada como se observa en la siguiente figura.

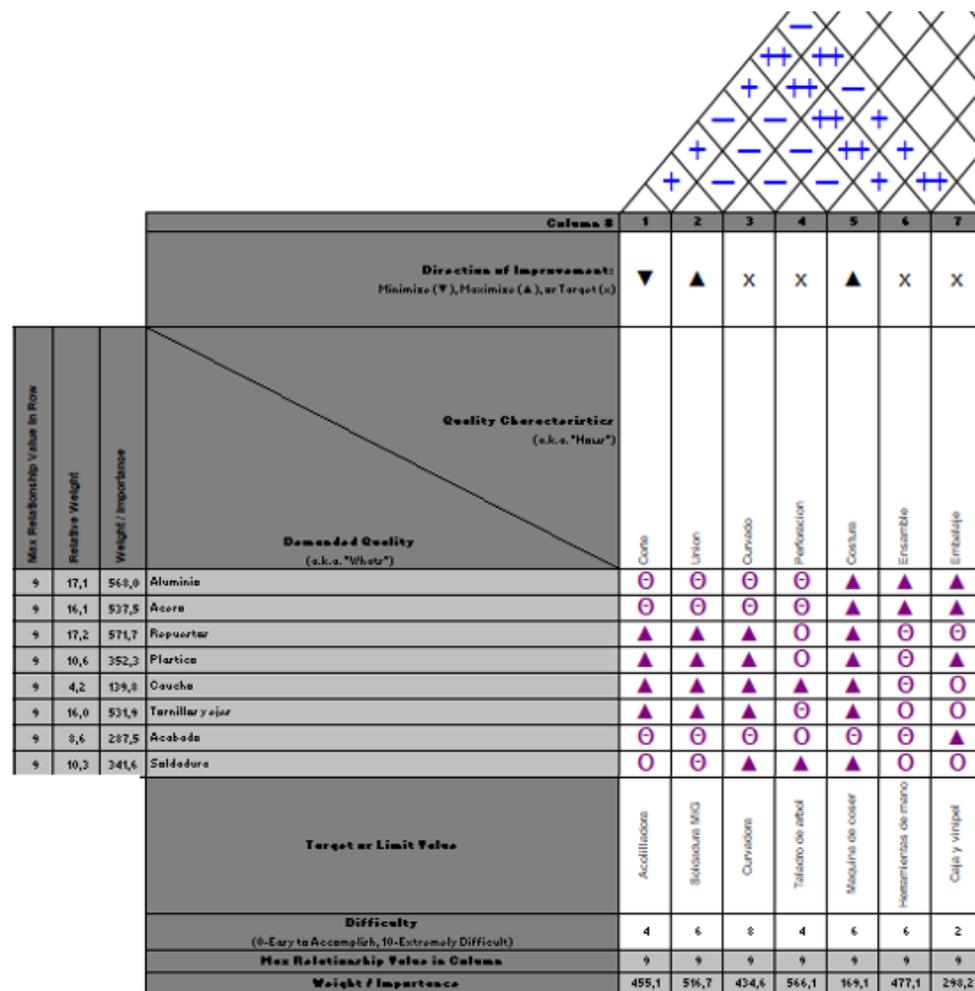


Figura 56 Despliegue Procesos QFD (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

Se define el alcance a llegar en el proceso con su respectiva maquinaria y como resultado del despliegue se tiene en cuenta los valores obtenidos en la fila de weight/importance (importancia de peso), donde se evidencia que los procesos con mayor prioridad para tener en cuenta en la fabricación del diseño de la silla de ruedas son:

- Unión (516)

- Ensamble (477)
- Corte (455)

7.3.4. Planeación de la producción.

La cuarta parte consiste en planificar los factores de producción para la fabricación del diseño de la silla de ruedas con relación a los procesos indicados en la tercera parte, esta correlación también es evaluada como se observa en la siguiente figura.

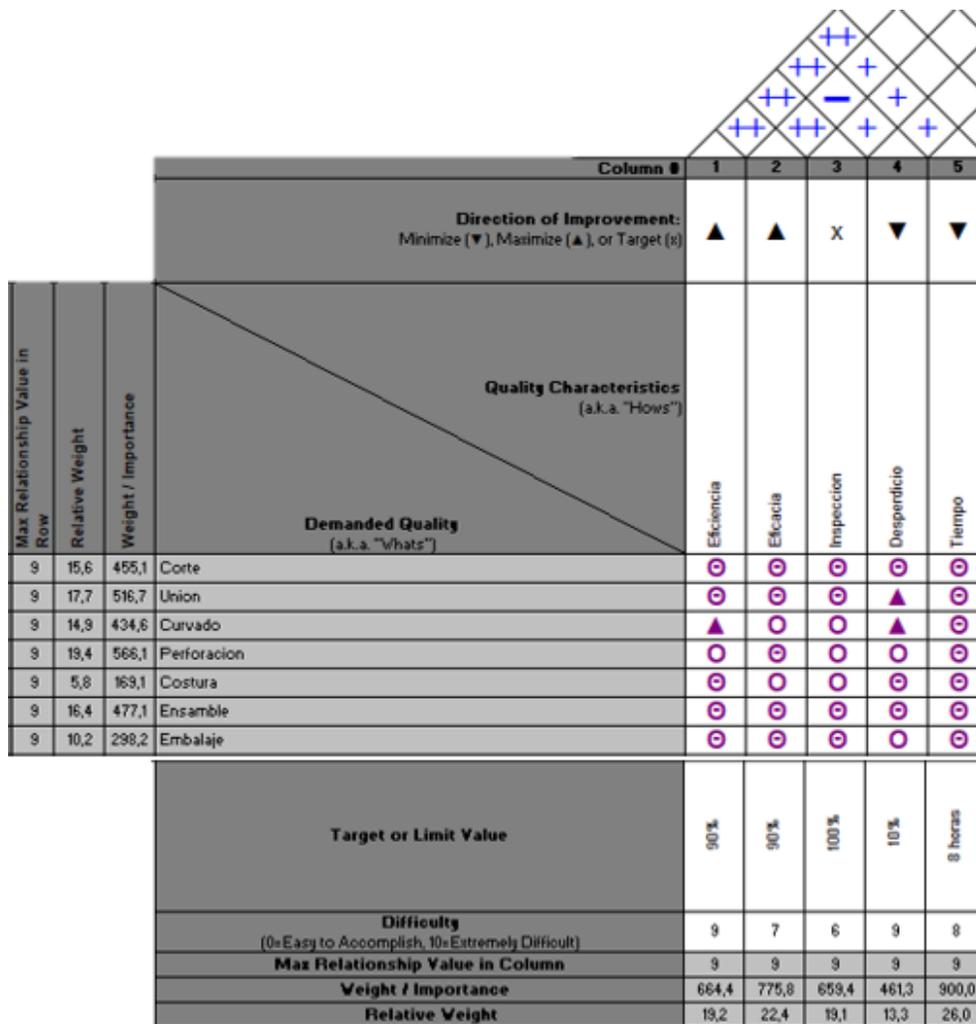


Figura 57 Despliegue producción QFD (Adaptado de QFD Online, Air Academy Associates, 2007)

Se define el alcance a llegar con cada factor de producción y como resultado del despliegue se tiene en cuenta los valores obtenidos en la fila de weight/importance (importancia de peso), donde

se evidencia que los factores con mayor importancia para la fabricación del diseño de la silla de ruedas son:

- Tiempo (900)
- Eficacia (775)
- Eficiencia (664)

7.4. Diseño conceptual

En el diseño conceptual se abordaron cuatro etapas, las cuales permiten el desarrollo de mejoras para el diseño de la silla de ruedas, estas se presentan a continuación:

7.4.1. Modelo caja negra.

En este modelo se analizan las entradas y las salidas de un objetivo determinado, sin tener en cuenta su funcionamiento interno, a continuación, podemos observar dentro la caja negra la optimización de una silla de ruedas, sus entradas y salidas se definen de la siguiente manera:

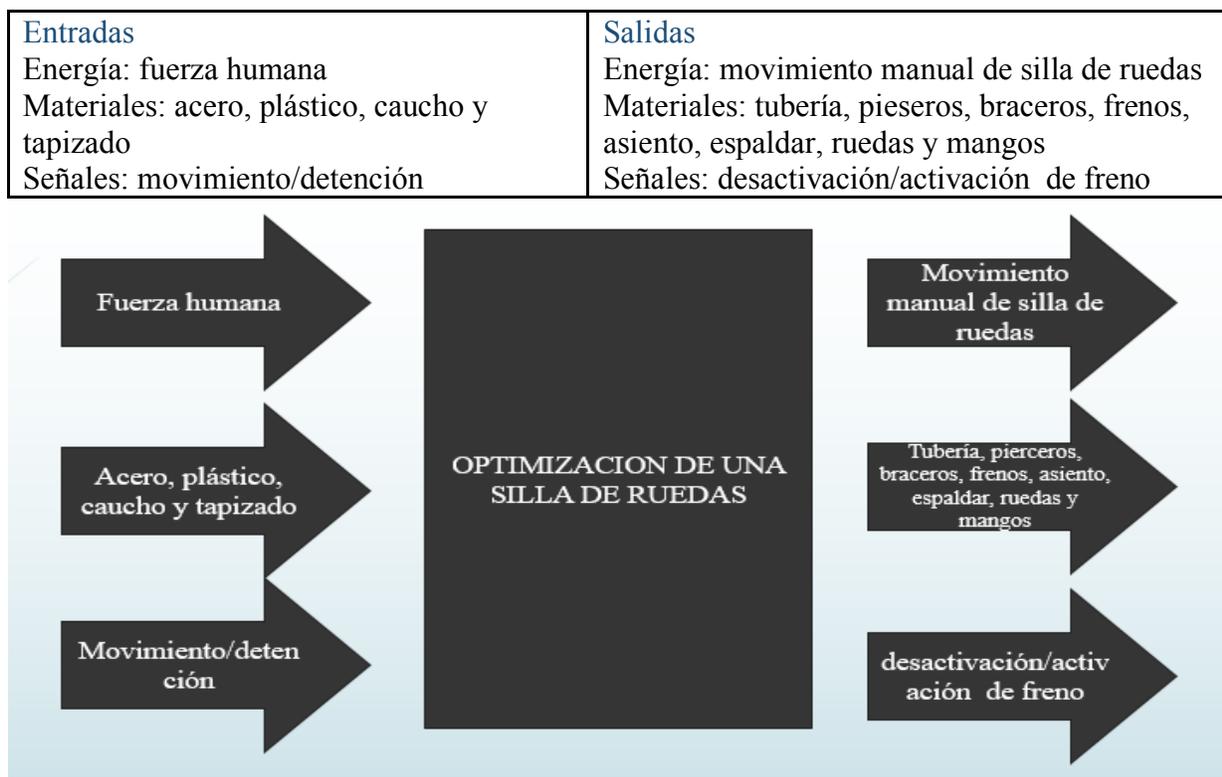


Figura 58 Modelo de caja negra (Autoría propia) (2019)

7.4.2. Modelo caja gris.

El modelo de caja gris es útil porque se usa la técnica directa de las pruebas de caja negra se busca los defectos del producto, por ello se partió de las entradas de la caja negra y se realiza una secuencia de las actividades a realizar para el funcionamiento de la silla de ruedas, con el fin de obtener las problemáticas del usuario al utilizarla.

Primera: al mover continuamente la silla de ruedas el usuario pierde energía y una de las problemáticas por la que esto ocurre es el peso de la silla y el movimiento continuo que debe realizar el usuario para transportarse.

Segunda: dependiendo del material y sus uniones se generan problemáticas como escasa funcionalidad, donde las piezas de la silla no se pueden desarmar/desmontar para transportarla o piezas sin ajuste a la medida del usuario, también del material y las uniones depende que la silla sea plegable o rígida.

Tercera: el proceso de activación y desactivación de la silla de ruedas a través de frenos para girar las ruedas, pueden generar inseguridad al usuario en caso de que las piezas se averíen.

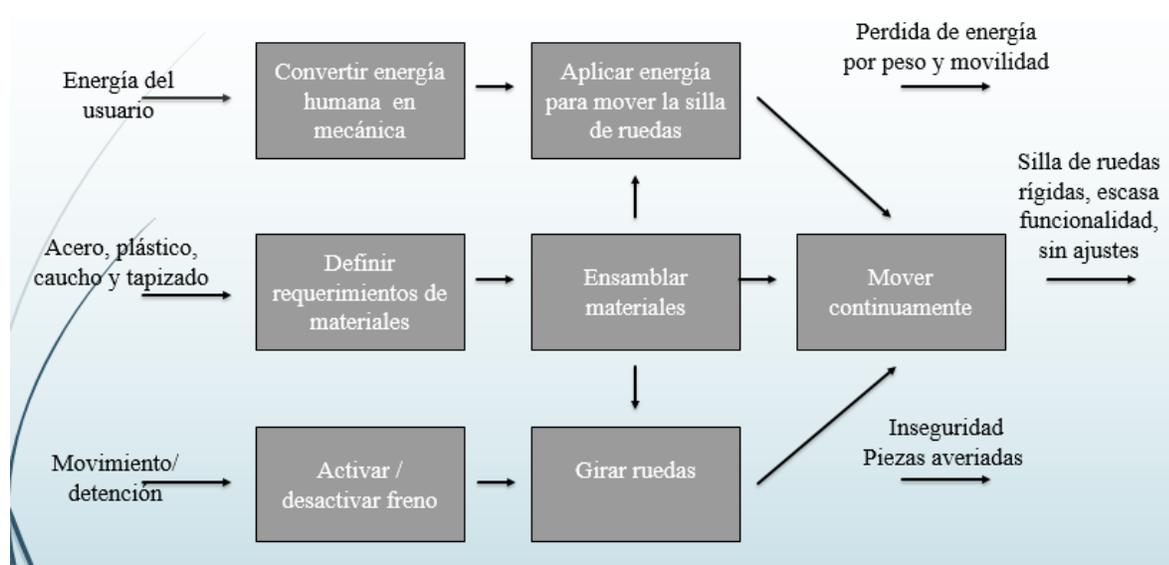


Figura 59 Modelo caja gris (Autoría propia) (2019)

7.4.3. Combinación de conceptos.

Del modelo de la caja gris tomamos todas las funciones y se procede a realizar una selección de las soluciones más viables; éstas serán combinadas para así determinar diferentes conceptos que nos permitan llegar al diseño deseado.

Se seleccionaron varias alternativas para dar solución a cada función de la caja gris, para un total de 3888 combinaciones y se eligieron 4 opciones para el diseño

Opción A

Tabla 31.

Combinación de conceptos opción A

Convertir energía humana en mecánica	Mover continuamente	Definir los requerimientos de materiales	Ensamblar materiales	Aplicar energía para mover la silla de ruedas	Activar / Desactivar freno	Girar ruedas
Pedal para mano	Dirigir palanca	Reducir peso	Compacta	Impulsar continuamente	Halar palanca	A través de terceros
Palanca	Impulsar ruedas	Aumentar resistencia	Eléctrica	Un solo movimiento	Girar pedal	Motorizado
Interruptor motorizado	Impulsar pedales	Aumentar rapidez	Ajustable desarmable	Dirigir continuamente	Oprimir Botón	Manual
			Plegable			Robotico

Nota. Autoria propia

A continuación, se observa el boceto de esta opción con su correspondiente descripción, según las combinaciones anteriormente seleccionadas.

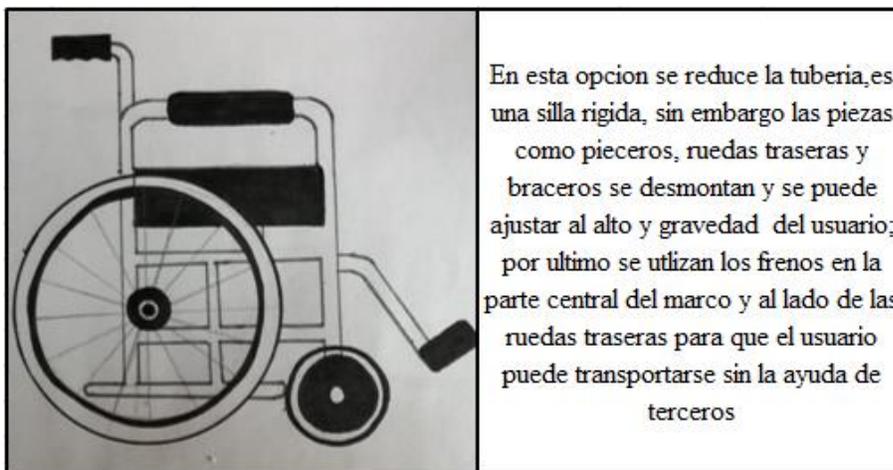


Figura 60 Boceto opción A (Autoria propia) (2019)

Opción B

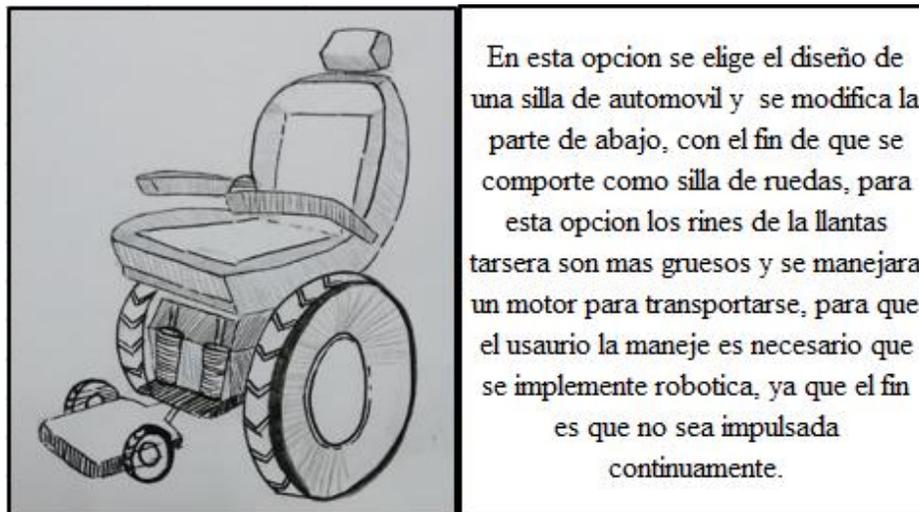
}Tabla 32.

Combinación de conceptos opción B

Convertir energía humana en mecánica	Mover continuamente	Definir los requerimientos de materiales	Esamblar materiales	Aplicar energía para mover la silla de ruedas	Activar / Desactivar freno	Girar ruedas
Pedal para mano	Dirigir palanca	Reducir peso	Compacta	Impulsar continuamente	Halar palanca	A través de terceros
Palanca	Impulsar ruedas	Aumentar resistencia	Eléctrica	Un solo movimiento	Girar pedal	Motorizado
Interruptor motorizado	Impulsar pedales	Aumentar rapidez	Ajustable/ desarmable	Dirigir continuamente	Oprimir Botón	Manual
			Plegable			Robotico

Nota. Autoria propia

A continuación, se observa el boceto de esta opción con su correspondiente descripción, según las combinaciones anteriormente seleccionadas.



En esta opción se elige el diseño de una silla de automóvil y se modifica la parte de abajo, con el fin de que se comporte como silla de ruedas, para esta opción los rines de la llantas trasera son más gruesos y se maneja un motor para transportarse, para que el usuario la maneje es necesario que se implemente robótica, ya que el fin es que no sea impulsada continuamente.

Figura 61 Boceto opción B (Autoria propia) (2019)

Opción C

Tabla 33.

Combinación de conceptos opción C

Convertir energía humana en mecánica	Mover continuamente	Definir los requerimientos de materiales	Esamblar materiales	Aplicar energía para mover la silla de ruedas	Activar / Desactivar freno	Girar ruedas
Pedal para mano	Dirigir palanca	Reducir peso	Compacta	Impulsar continuamente	Halar palanca	A través de terceros
Palanca	Impulsar ruedas	Aumentar resistencia	Eléctrica	Un solo movimiento	Girar pedal	Motorizado
Interruptor motorizado	Impulsar pedales	Aumentar rapidez	Ajustable/ desarmable	Dirigir continuamente	Oprimir Botón	Manual
			Plegable			Robotico

Nota. Autoria propia.

A continuación, se observa el boceto de esta opción con su correspondiente descripción, según las combinaciones anteriormente seleccionadas.

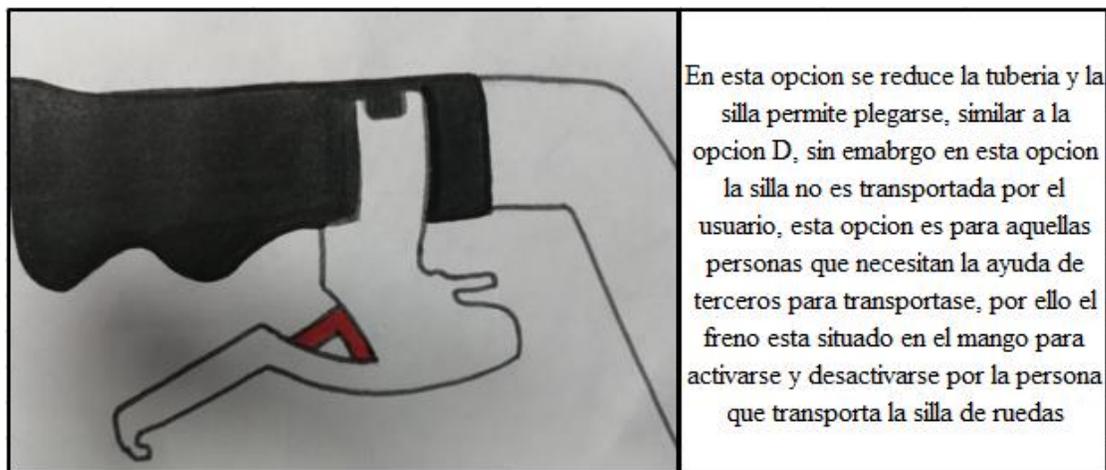


Figura 62 Boceto freno opción C (Autoria propia) (2019)

Opción D

Tabla 34.

Combinación de conceptos opción D

Convertir energía humana en mecánica	Mover continuamente	Definir los requerimientos de materiales	Esamblar materiales	Aplicar energía para mover la silla de ruedas	Activar / Desactivar freno	Girar ruedas
Pedal para mano	Dirigir palanca	Reducir peso	Compacta	Impulsar continuamente	Halar palanca	A través de terceros
Palanca	Impulsar ruedas	Aumentar resistencia	Eléctrica	Un solo movimiento	Girar pedal	Motorizado
Interruptor motorizado	Impulsar pedales	Aumentar rapidez	Ajustable/ desarmable	Dirigir continuamente	Oprimir Botón	Manual
			Plegable			Robotico

Nota. Autoría propia.

A continuación, se observa el boceto de esta opción con su correspondiente descripción, según las combinaciones anteriormente seleccionadas.

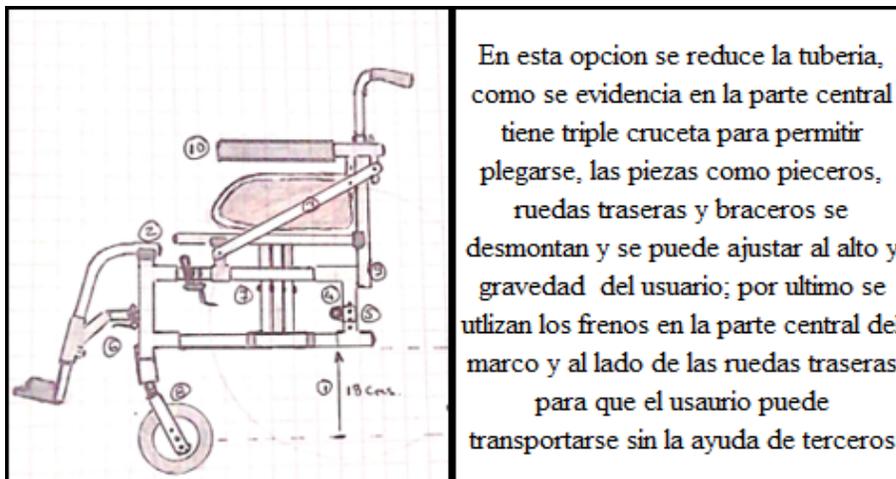


Figura 63 Boceto opción D (Autoría propia) (2019)

7.4.4. Evaluación de conceptos.

A partir de matrices de decisión se evalúan los conceptos, esto nos permitirá identificar y analizar las relaciones o diferencias entre los conceptos, para ello se realizará las siguientes 4 matrices.

7.4.4.1. **Juicios de factibilidad.** Como se evidencia en la siguiente tabla se validó la factibilidad de los 4 conceptos y se determinó que el concepto 3, no continua en el proceso, ya que es una silla de ruedas que se impulsa a través de terceros no es funcional para todos los usuarios, lo ideal es que esta silla puede ser impulsada por el usuario y terceros, como los otros conceptos.

Tabla 35.

Juicios de factibilidad

	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3	Concepto 4
¿Es posible que funcione el concepto?	SI	SI	SI	SI
¿Es atractivo el concepto para el equipo de diseño?	SI	SI	NO	SI
¿Alguna norma estándar impide el uso del concepto?	NO	NO	NO	NO

Nota. Autoría propia

7.4.4.2. **Revisión de la tecnología necesaria.** En la siguiente tabla se evaluó la tecnología necesaria y se evidencio que en el concepto 2, utiliza tecnología que no se tiene completamente contemplada y no es asequible para su fabricación y diseño, adicional el costo de fabricación y venta podrían estar por encima de lo esperado por los usuarios.

Tabla 36.

Tecnología necesaria

	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 4
¿Puede obtenerse la tecnología requerida con procesos conocidos y existentes?	SI	NO	SI
¿Se conocen los parámetros críticos?	SI	SI	SI
¿Se conocen los valores límites de los parámetros críticos?	SI	NO	SI

¿Han sido identificados los modos de falla?	SI	NO	SI
¿Es controlable la tecnología durante todo?	SI	NO	SI

Nota. Autoría propia

7.4.4.3. **Revisión de cumplimiento de las funciones.** En la siguiente tabla se evaluará de 1-10 el concepto según las funciones anteriormente analizadas en la caja gris, donde 1 es no cumple la función en absoluto y 10 satisface la función plenamente.

Tabla 37.

Cumplimiento de funciones

Listado de funciones	Concepto 1	Concepto 4
Convertir energía humana en mecánica	10	10
Mover continuamente	10	10
Definir los requerimientos de materiales	8	8
Ensamblar materiales	8	8
Aplicar energía para mover la silla de ruedas	10	10
Activar / Desactivar freno	9	9
Girar ruedas	10	10
Total	65	65

Nota. Autoría propia.

7.4.4.4. **Revisión de cumplimiento de los requisitos del cliente.** Según los resultados obtenidos en el QFD se analizan los requisitos de los clientes para que sean evaluados de -5 a 5, donde -5 es el valor que no cumple en nada y 5 el valor que indica que el requerimiento cumple totalmente, a continuación, se evidencia la tabla de evaluación donde se selecciona el concepto con mayor puntaje, en este caso se seleccionó el concepto número 4.

Tabla 38.

Cumplimientos requisitos clientes

Lista de requerimientos	Nivel de importancia	Concepto 3	Concepto 4
Requerimientos de costos	60	3	-3
Requerimientos de calidad	60	3	5
Requerimientos de peso	100	5	3
Requerimientos de comodidad	80	-3	3
Requerimientos de resistencia	100	3	5
Requerimientos de apariencia	40	5	5
Requerimientos Funcionales	60	-3	5

Requerimientos de seguridad	40	5	5
Puntuación total		18	28
Puntuación positiva (+)		24	31
Puntuación negativa (-)		-6	-3
Puntuación ponderada		1140	1860

Nota. Autoria propia

7.4.5. Concepto seleccionado.

A continuación, se muestra el boceto del concepto seleccionado con las mejoras enumeradas, frente a una silla de ruedas tradicional plegable tipo ejecutiva, los materiales que la componen son aluminio representado en el color blanco, acero representado en color gris y plástico representado en negro.

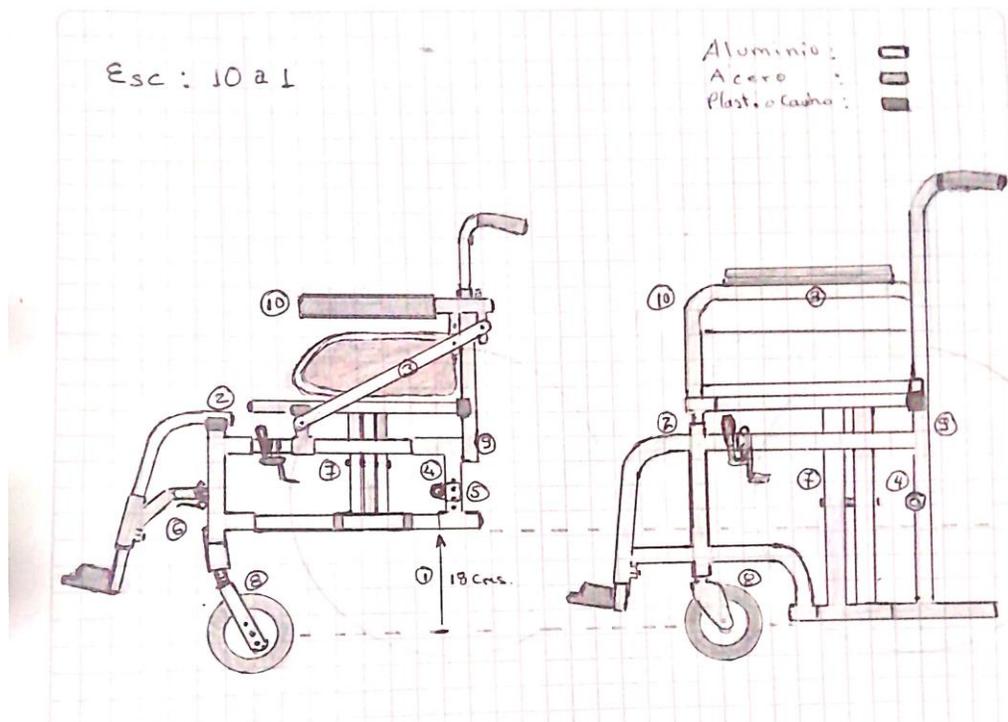


Figura 64 Boceto diseño comparativo (Autoria propia) (2019)

- 1) Marco más pequeño que genera ahorro de material por lo tanto es más liviano y resistente
- 2) Eliminación de guía delantera de cierre en acero que baja cerca a la rueda
- 3) Soporte de lámina de brazos en aluminio de 36 cm contra 80 cm de tuvo en acero
- 4) Dos puntos de gravedad (activo y pasivo) contra una sola gravedad pasiva

- 5) Soporte de altura variable para la rueda posterior (permite cambiar dimensión de ruedas y altura del asiento)
- 6) Pieseros / apoya pies abatibles de puntilla y al mismo tiempo desmontable
- 7) Triple cruceta que la hace comportar como silla de ruedas compacta y resistente
- 8) Tren de la rueda delantera que la hace
 - Rodamiento en teflón pequeño
 - Anti vibrador
 - Tenedor liviano
 - 3 posiciones
 - Caucho con cámara de aire, vulcanizado en goma
- 9) Refuerzo y llegada de tres tubos en cada unión, en puntos críticos de la silla
- 10) Brazo en aluminio con espuma

7.5. Diseño detallado

7.5.1. Componentes normalizados o producidos por otros.

En esta etapa se relacionarán los materiales y/o componentes fabricados por otros proveedores, son adquiridos de esta manera ya que fabrican a gran volumen y con menores costos, adicional son componentes estándares a los cuales no se les genero mejoras para el modelo de silla de ruedas optimizada, que se desea diseñar, es importante recordar que los componentes mejorados son realizados en el taller Abilit.

Las cantidades que se encuentran frente a los componentes, son específicas para la elaboración de una (1) silla de ruedas.

7.5.1.1. *Materia prima.* Materiales para marco.

- Tubería Ø redonda en aluminio
 - 7/8 con pared de 1,2 mm (cantidad 220 cm)
 - 7/8 con pared de 2.5 mm (cantidad 64 cm)
 - 3/4 con pared de 1.2 mm (cantidad 300 cm)
 - 3/4 con pared de 1.5 mm (cantidad 60 cm)
- Platina en aluminio
 - 1 pulgada x 3/16 (cantidad 84 cm)

- 1/2 p x 3/16 (cantidad 36 cm)
- Tubería Ø redonda en acero cold rolled
 - 1 pulgada con calibre 18 (112 cm)
 - 7/8 con calibre 18 (198 cm)
 - 3/4 con calibre 18 (92 cm)
 - 3/8 con calibre 16 (12 cm)
- Tubería □ cuadrada en acero cold rolled
 - 3/4 con calibre 18 (174 cm)
- Platina en acero
 - 3/4 x 1/8 (62 cm)

Materiales para tapicería

- Lona – fibra impermeable 70cm x ancho
- Maya poliéster 50cm x ancho
- Lona fibra nilón de 38cm x 146cm
- Velcro de 2 pulgadas, macho y hembra 160cm
- Espuma penta gris 1/8 de lamina

7.5.1.2. Componentes. Repuestos ruedas.

- 2 Aros en aluminio de 24 pulgadas T.T. (todo terreno) (doble pared)
- Media gruesa de radios 235 T.T. (72 radios)
- 2 Manzanas traseras en aluminio
- Puntilla en aluminio de sillín
- 2 Corazas de 24 x 1 pulgada
- 2 Neumáticos 24 x 1 pulgada
- 4 Rodamientos 6001 RS 28 x 12mm
- 2 Rodamientos 6001 RS 24 x 12mm
- 4 Rodamientos 607 RS 22 x 7mm
- 2 bujes de teflón de 23 x 12mm

Piezas en plástico y caucho por inyección:

- 2 ruedas delanteras de 6 pulgadas con cámara, PB blando TR
- 6 Guías de horquilla
- 2 perillas para bastón 5/16
- 2 mangos para el bastón
- 2 magos para freno
- 2 caucho apoya brazos tipo gimnasio 20cm
- 4 tapones plasticos internos 7/8
- 4 tapones plasticos externo 7/8
- 2 tapones plasticos internos 1 pulgada
- 2 acoples PB 1 pulgada a 7/8
- Lamina de poliestireno 1/16

Tornillos y ejes:

- 2 Tor. Bristol P-150 de 12mm x 60 (tuercas de seguridad y arandelas)
- 2 Ejes de desmonte rápido P-125 fino 12mm x 120 (tuercas de seguridad)
- 2 Tor. Bristol 1/4 x 2 pulgadas
- 2 Tor, 7mm x 60 (tuercas de seguridad)
- 2 Tor. En crudo 8mm x 15 (tuercas de seguridad)
- 2 Perillas y tuercas en crudo de 8mm x 20
- 16 tornillos lamina de 10 x 1/2
- 16 arandelas de 1/4
- 3 arandela gruesas de 1/4
- 17 tornillos de 6mm x 30 (tuercas de seguridad y arandelas)

A continuación, se muestra la figura de las diferentes piezas que conforman la silla de ruedas enumeradas, cada número se identifica en la tabla con su respectivo material

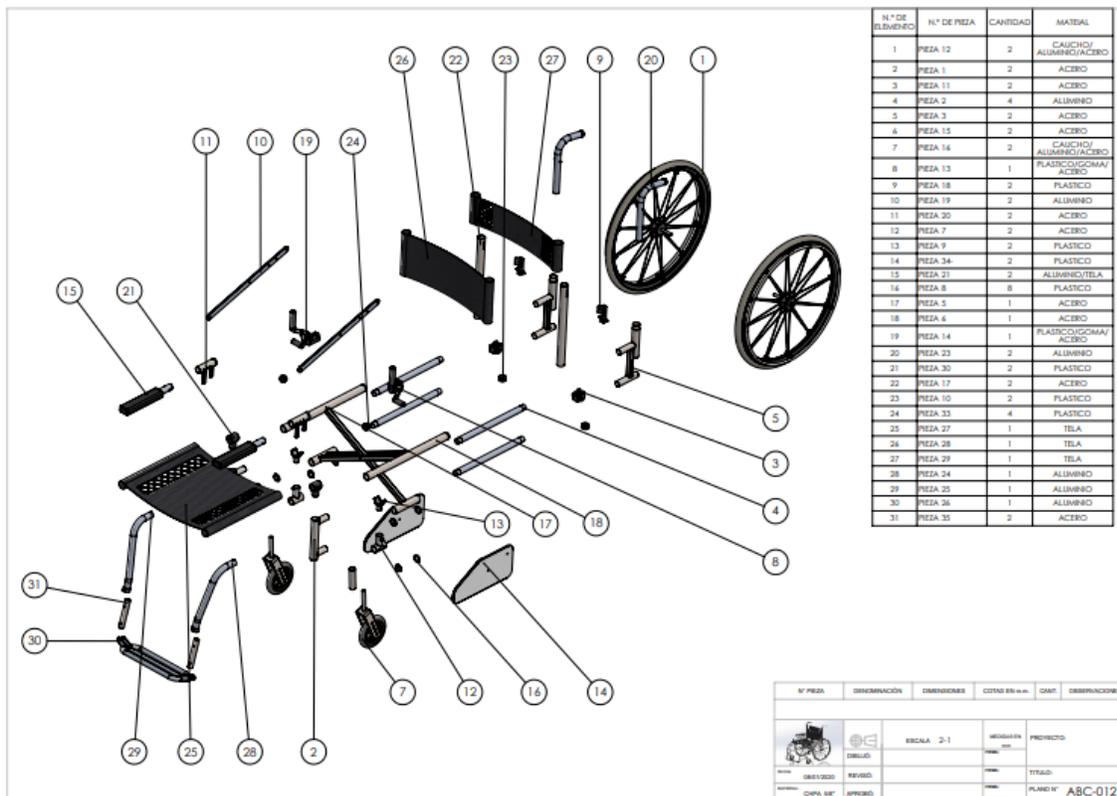


Figura 65 Piezas del diseño (Autoria propia) (2019)

7.5.2. Materiales y técnicas de producción.

En esta etapa se relacionarán los materiales y componentes que se realizarán en el taller Abilit, acompañado de su respectiva producción, son fabricados, mejorados y ensamblados en el taller Abilit para el diseño optimizado de la silla de ruedas.

- Marco de la silla
- Apoya pies / pieseros
- Apoya manos / braceros
- Tapicería asiento/espaldar/cojín
- Bastones
- Tenedores
- Ensamble de ruedas impulsoras
- Ensamble ruedas delantera

A continuación, se evidencia el diagrama de procesos de la fabricación de la silla de ruedas, es importante añadir que el proceso especificado es para la fabricación de solo una silla de ruedas

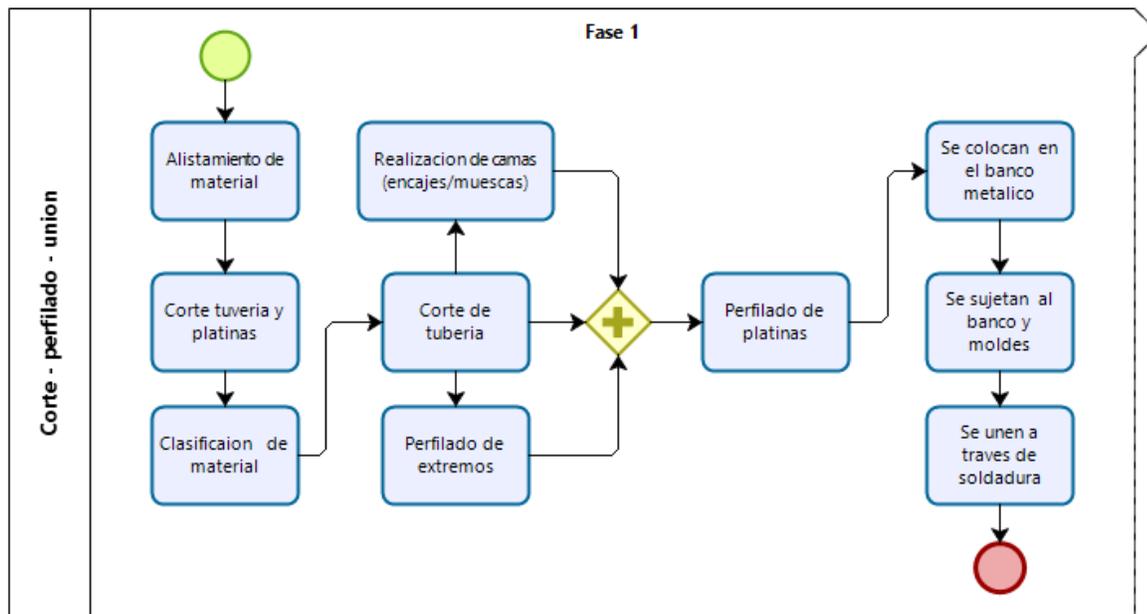


Figura 66 Diagrama proceso F1 (Autoria propia) (2019)

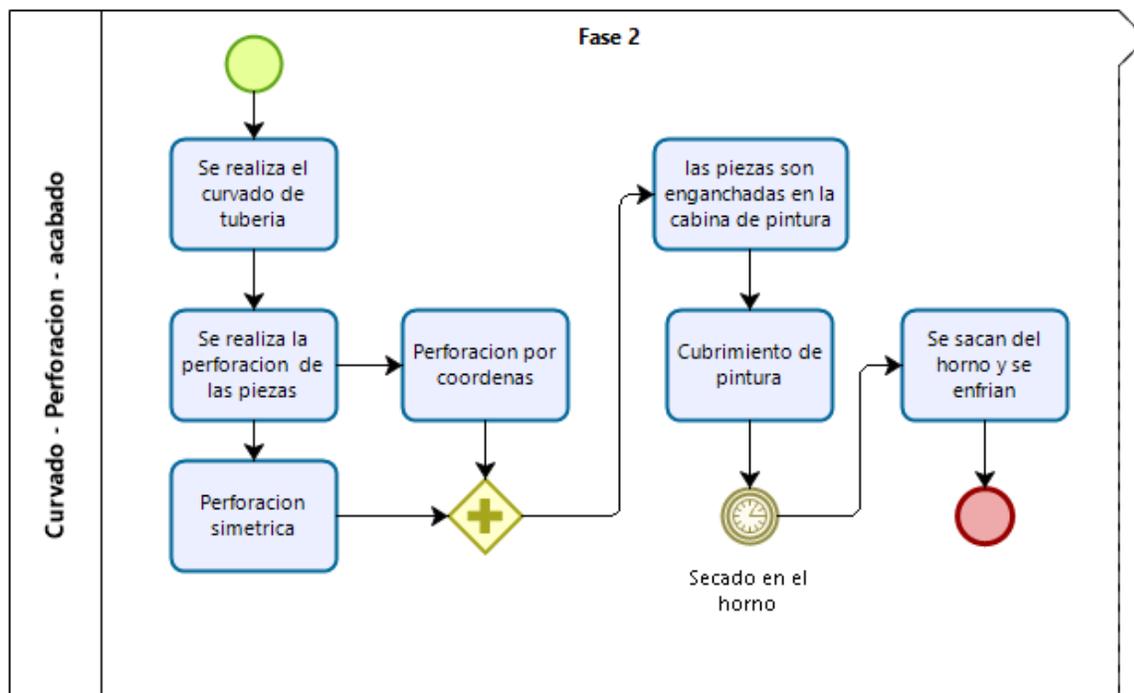


Figura 67 Diagrama proceso F2 (Autoria propia) (2019)

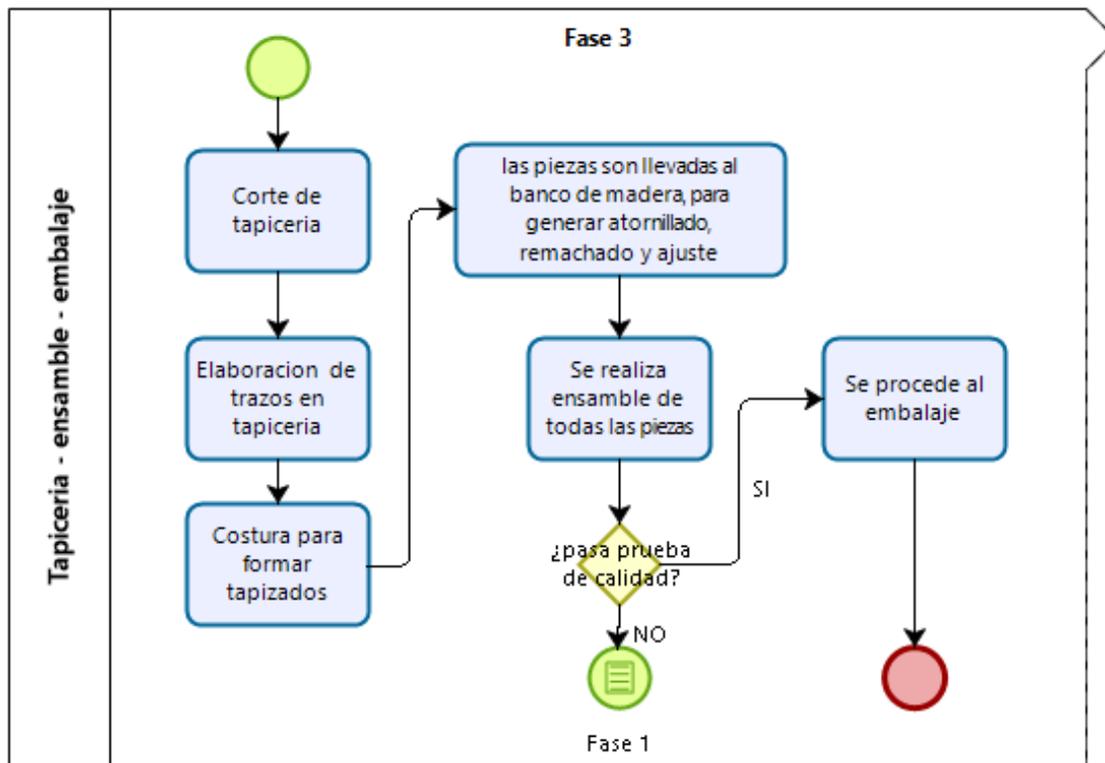


Figura 68 Diagrama proceso F3 (Autoría propia) (2019)

De los procesos anteriormente mencionados se realiza control e inspección de funcionalidad de la silla de ruedas como:

- Peso
- Plegable
- Ruedas girando adecuadamente
- Frenos actuando de manera adecuada
- Tornillos ajustados
- Piezas ajustadas
- Resistencia
- Dimensiones

7.5.3. Restricciones espaciales.

La silla de ruedas será utilizada para transportarse, es recomendable que sea utilizada en terrenos planos, sin embargo, el diseño que se propone permite que sea transportada en todo tipo de terreno ya que posee ruedas impulsoras todo terreno similares a las ruedas de las bicicletas, adicional las ruedas delanteras poseen anti vibrador y ejes para facilitar los giros en la silla de ruedas y evitar golpes que rompen el rin plástico, generando la expulsión del usuario.

Para ingresar a la silla de ruedas de forma independiente, se deben retirar los braceros y abatir los pieseros, el usuario puede realizarlo por el lado izquierdo o derecho de la silla de ruedas, impulsándose con la fuerza de las manos, en caso que la discapacidad sea de las extremidades inferiores, si el usuario ingresa a la silla de ruedas con ayuda de terceros, no es necesario desmontar piezas; para salir de la silla de ruedas se realiza el mismo proceso anteriormente indicado para el ingreso.

La silla de ruedas puede movilizarse en espacios con dimensiones de 700 x 600 x 500 milímetros, como se evidencia en la siguiente figura donde se acota la silla de ruedas en milímetros:

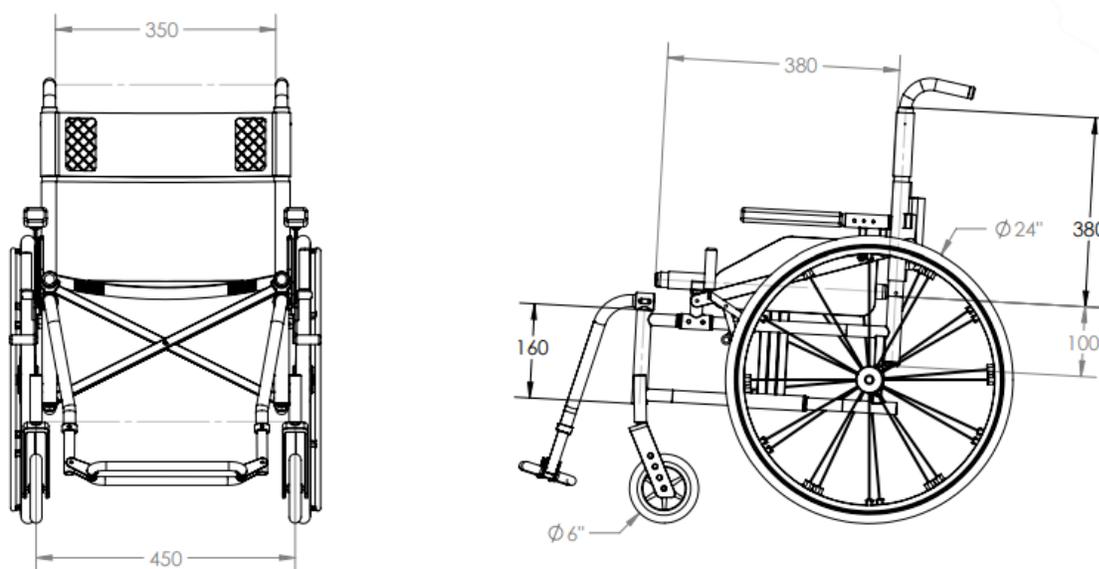


Figura 69 Dimensiones silla de ruedas (Autoria propia) (2019)

Para mayor facilidad al transportar la silla de ruedas, puede guardarse en lugares reducidos, incluso cajas con las siguientes dimensiones en centímetros:

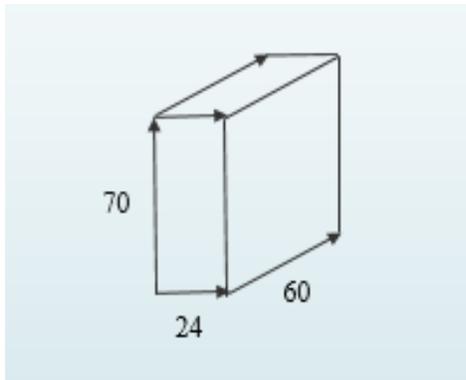


Figura 70 Dimensiones silla de ruedas plegada (Autoria propia) (2019)

Es importante añadir que el pliegue de la silla de ruedas se puede realizar con todos sus componentes, sin embargo, es posible desmontar los pieseros, braceros y ruedas impulsadoras para ocupar menos espacio al guardarse.

La silla posee un peso de 10 kg aproximadamente y resiste una masa de 120 kg para moverse es necesario que el usuario impulse continuamente las ruedas traseras para convertir la energía humana en mecánica, proceso de fácil ejecución para el usuario debido a la reducción de peso en la silla de ruedas que genera menos esfuerzo para transportarse.

La silla de ruedas se entregará con un catálogo de funcionamiento e indicaciones de peso y resistencia para que el usuario pueda conocer esta información y las siguientes funcionalidades que se relacionaran.

7.5.4. Componentes independientes.

Los siguientes componentes poseen funcionalidades, estas pueden desmontarse de la silla de ruedas, también poseen propiedades que permiten el ajuste tanto de alto como de gravedad que desee el usuario y por último permiten que la silla de ruedas sea plegable:

Componentes desmontables

- Apoya pies / pieseros: permite desmontar los pieseros a través de seguro de puntilla, para facilitar el ingreso y salida del usuario en la silla de ruedas, adicional permite plegar la silla de ruedas y transportarla por lugares estrechos; para desmontar los pieseros es necesario abatirlos hacia la derecha/izquierda y presionar el seguro de puntilla, se realizó

de esta manera para fácil ejecución según norma médica, es decir que es un proceso que puede realizar el usuario.

Es importante añadir que los pieseros son en V para ahorrar espacio en la parte frontal de la silla, evitando golpes y bloqueos con obstáculos.



Figura 71 Pieseros abatible/desmontables (Autoria propia) (2019)

- Apoya brazos / braceros: permite desmontar braceros, ofreciendo mínimo espacio entre cadera del usuario y ruedas impulsadoras para transportarla y mínimo espacio exterior; su desmonte se realiza a través de un pin resortado, el cual se debe oprimir para la expulsión de braceros, este proceso lo puede realizar el usuario.

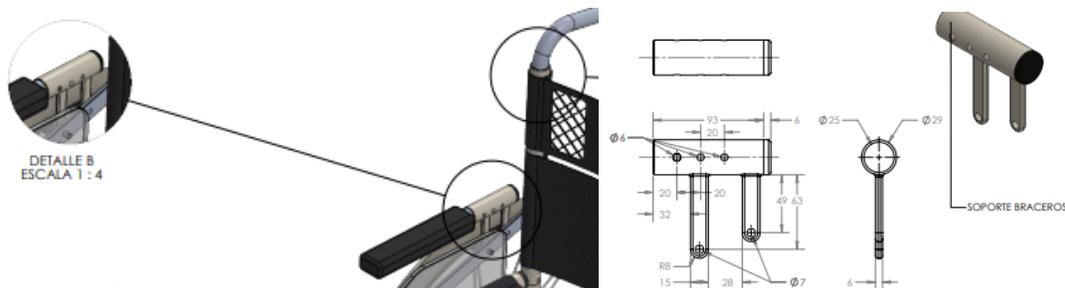


Figura 72 Braceros desmontables (Autoria propia) (2019)

- Ruedas impulsadoras: permiten desmontarse para guardar la silla de ruedas en lugares reducidos; este proceso lo puede realizar el usuario a través de botón, cuando se encuentre fuera de la silla de ruedas por su seguridad.



Figura 73 Aros impulsores y puntilla (Autoria propia)

- Cojín: permite desprenderse para comodidad a gusto del usuario y facilitar lavado por higiene, ya que es tapicería impermeable de alta resistencia, este proceso lo puede realizar el usuario, puesto que se desprende a través de velcros para su facilidad de ejecución.

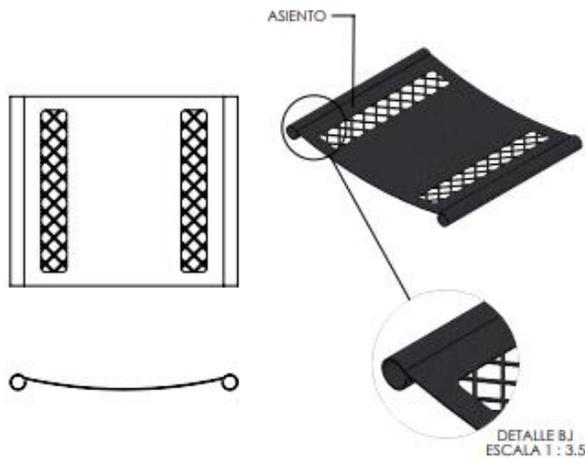


Figura 74 Velcro de asiento (Autoria propia)

- Accesorios adicionales: son llamados accesorios porque no son componentes obligatorios para el transporte de los usuarios, sin embargo, son requeridos por algunos para garantizar su seguridad, estas piezas independientes son la correa soporta pierna y cinturón de seguridad, elaborados en tapicería fibra impermeable con velcros para fácil colocación.

Componentes ajustables

- Ruedas impulsadoras: graduación de altura y eje de gravedad de posición múltiple, permite ajustarse según lo requiere o lo desee el usuario, con el fin de impulsar la silla de ruedas de manera fácil y cómoda; Este ajuste se realiza antes del uso de la silla de ruedas, ya que se genera a través de herramientas (llaves), este proceso normalmente se ajusta dependiendo el usuario a utilizar la silla de ruedas, por ello no es necesario que se realice varias veces, sin embargo, en caso de ajustarla nuevamente puede ser remitida a Abilit.

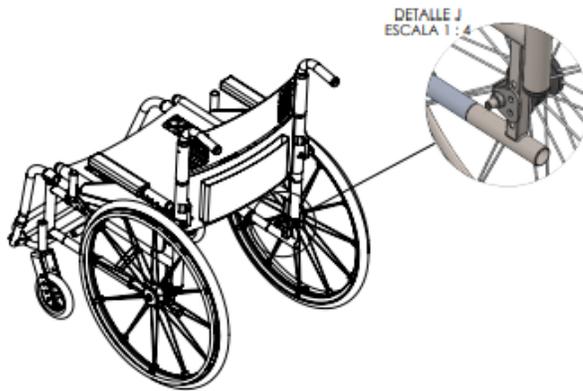


Figura 75 Ruedas impulsadoras ajustables (Autoria propia) (2019)

- Ruedas delanteras: graduación de altura, se ajusta a través de los tenedores, este proceso se genera con herramienta (llaves), se ajusta dependiendo el usuario a utilizar la silla de ruedas, en caso de requerir un nuevo ajuste puede ser remitida a Abilit.



Figura 76 Ruedas delanteras ajustables (Autoria propia) (2019)

- Espaldar: altura ajustable a través de los bastones que lo soportan, este proceso se realiza por medio de una perilla, permitiendo retirar el bastón (tubería en espaldar)



Figura 77 Espaldar (Autoria propia) (2019)

A continuación, se evidencia la tubería que hace parte del bastón y el espaldar de la silla de ruedas

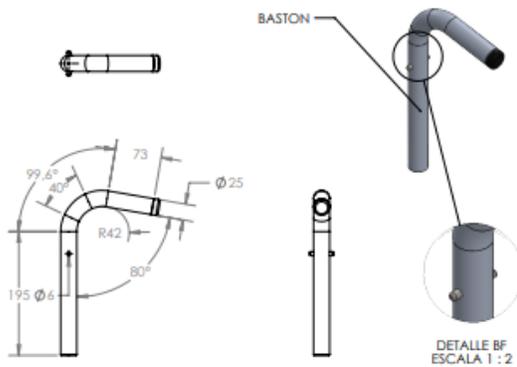


Figura 78 bastones ajustables (Autoria propia) (2019)

- Apoya pies / pieseros: se gradúa a la altura de las piernas del usuario, a través de la tubería que lo soporta, este proceso se realiza retirando tornillo por medio de herramientas (destornillador), se ajusta dependiendo el usuario a utilizar la silla de ruedas, en caso de requerir un nuevo ajuste puede ser remitida a Abilit.

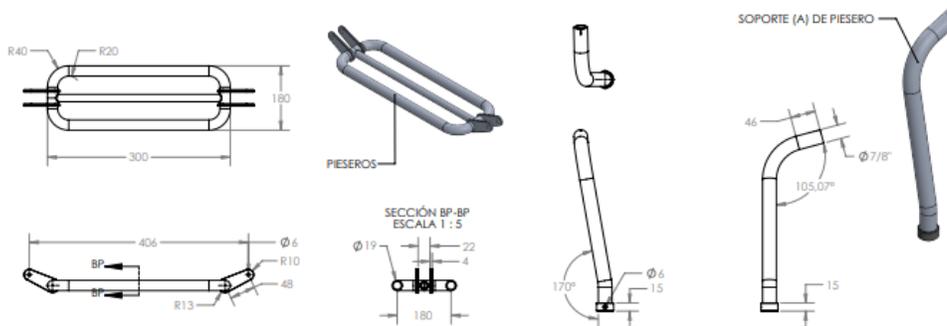


Figura 79 Pieseros (Autoria propia) (2019)

Componente para plegar

- **Cruceta:** permite que la silla de ruedas se pliegue para guardarse de forma sencilla y uniforme en espacios reducidos; para plegar la silla de ruedas es necesario abatir los pieseros y el movimiento de pliegue lo puede realizar el usuario o ayudante que lo requiera, ya que no es un proceso que requiera mayor esfuerzo.



Figura 80 Cruceta plegable (Autoria propia) (2019)

Para que la silla de ruedas se pliegue, se colocan guías de horquilla, con el fin que la tubería se deslice por el espaldar, plegando la silla de ruedas para ser guardada en espacios reducidos.

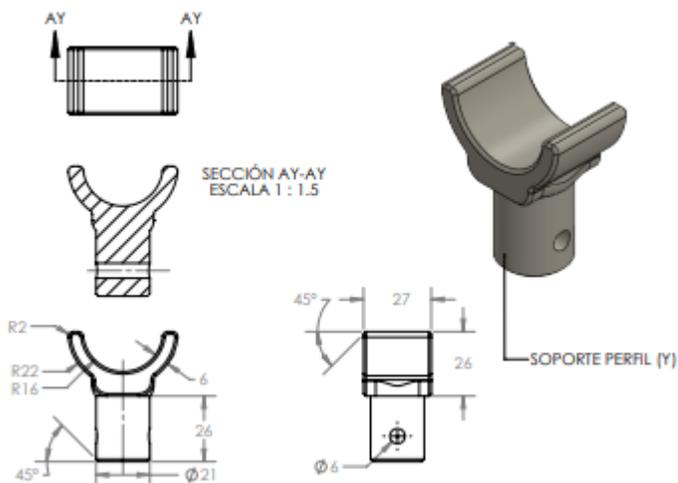


Figura 81 Guía (Autoria propia) (2019)

7.5.5. Interfaces fijas donde se desarrollan las funciones.

Los siguientes componentes son fijos, permiten que la silla de ruedas se comporte como compacta:

- Marco: tubería reducida en comparación de otras sillas con uniones en soldadura y en los puntos críticos en acero para alta resistencia



Figura 82 Marco (Autoría propia) (2019)

- Triple cruceta: la cruceta permite que la silla sea plegable, sin embargo, se genera triple para asegurar la silla cuando el usuario hace uso de la misma, es decir que es un soporte que la hace comportar como una silla compacta.

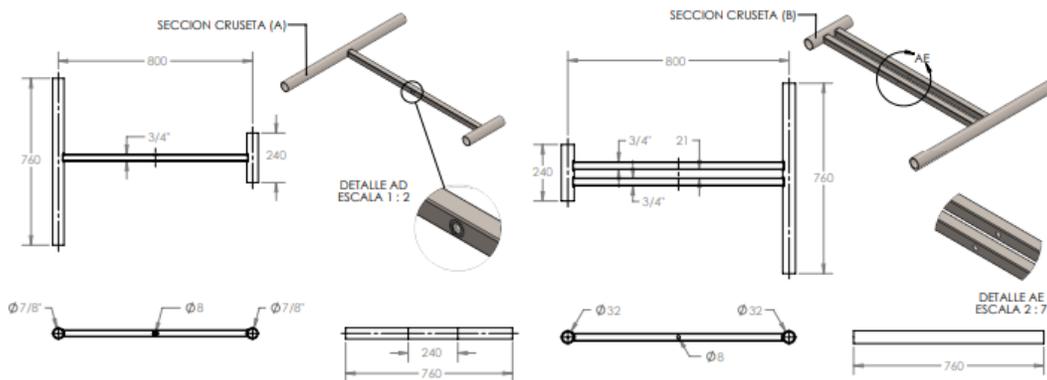


Figura 83 Triple cruceta (Autoría propia) (2019)

- Mangos: son colocados en los bastones, se generan espumados para evitar maltrato, su función es transportar la silla a través de terceros
- Apoya brazos: para descasar los brazos se utilizan los braceros, con el fin de evitar maltrato se generan espumados

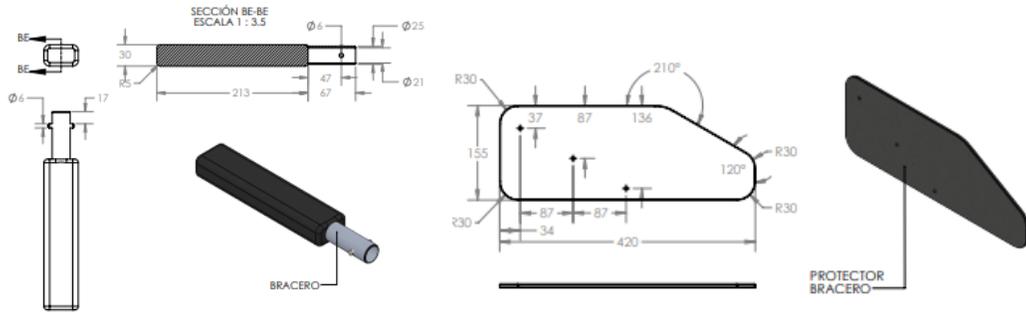


Figura 84 Apoya brazos (Autoria propia) (2019)

- Tapizado de espaldar: se genera con el mismo material del asiento, con la diferencia de un bolsillo trasero, permitiendo que el usuario se transporte de manera independiente, transportando sus pertenencias

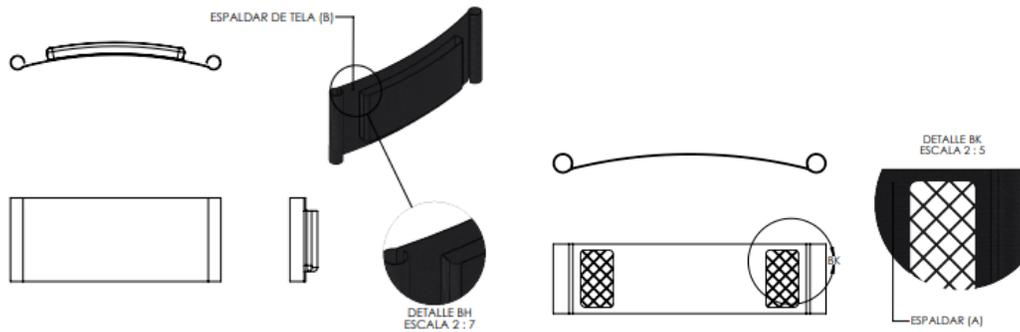


Figura 85 Espaldar con velcro (Autoria propia) (2019)

- Frenos: un freno por rueda impulsadora, funciona a través de palanca que se acciona para frenar la rueda, los frenos se encuentran al alcance del usuario, para transportarse y asegurarse

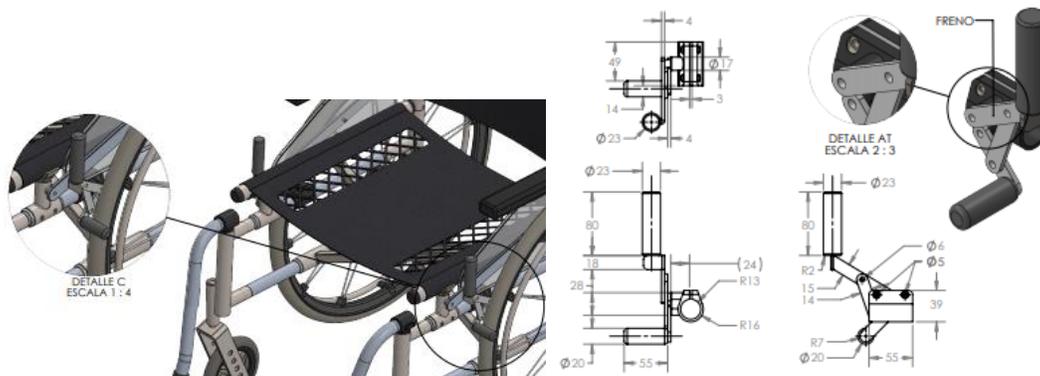


Figura 86 Freno (Autoria propia) (2019)

- Ruedas delanteras: esta pieza es ajustable por medio de los tenedores, posee anti vibrador a través de un buje plástico interno, sus ejes están montados en rodamientos para facilitar los giros en la silla de ruedas, adicional para evitar golpes que rompen el rin plástico y expulsan al usuario, se generaran con cámara de aire.

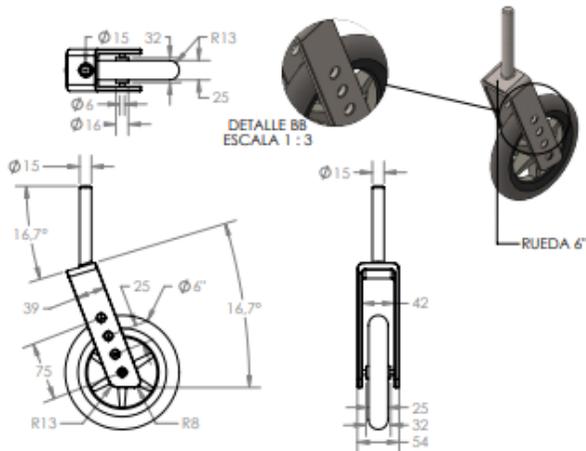


Figura 87 Tenedores ruedas delanteras (Autoria propia) (2019)

- Tenedores: esta pieza es fabricada con la graduación anteriormente mencionada de las ruedas delanteras, soportan el eje para las ruedas delanteras.

7.5.6. Interfaces que soportan al usuario.

Para soportar el peso del usuario, dependiendo el tipo de área a apoyar del cuerpo se relacionan en orden jerárquico las siguientes partes de la silla de ruedas:

- 1) Marco que soporta el cuerpo del usuario
- 2) Espaldar soporta peso al recargarse la espalda
- 3) Apoya brazos / bracero soporta los brazos del usuario al recargarse
- 4) Apoya pies / pieseros soporta los pies del usuario al recargarse

7.5.7. Matriz cumplimiento de funciones.

En la matriz de funciones se evaluará de 1-10 el diseño detallado anteriormente descrito y el diseño de una silla de ruedas fabricada por W y W, uno de los competidores expuestos en el presente proyecto.

La silla de ruedas comparada, elaborada en W y W, es estándar cromada, la cual posee piezas fijas, pesa 18,5 kg y soporta 95 kilos, a continuación, podemos observar su diseño:



Figura 88 Silla de ruedas W y W (Williamson, W y W, 2020)

Estos serán analizados frente a las funciones relacionadas en la caja gris, se evaluará de 1-10, donde 0 es no cumple la función en absoluto y 10 satisface la función plenamente, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 39.

Matriz funciones 2

Listado de funciones	Diseño optimizado	Silla de ruedas W&W
Convertir energía humana en mecánica	10	10
Mover continuamente	10	6
Definir los requerimientos de materiales	9	6
Ensamblar los materiales	10	9
Aplicar energía para mover la silla de ruedas	10	10
Activar / Desactivar freno	10	10
Girar ruedas	10	9
Total	69	60

Nota. Autoría propia.

7.5.8. Revisión de tecnología necesaria.

A continuación, se generarán preguntas frente a la tecnología contemplada para el diseño de la silla de ruedas, con esto se busca controlar y garantizar la revisión de las mismas, para que el producto final se genere con la calidad esperada.

1) ¿Puede obtenerse la tecnología requerida con procesos conocidos y existentes?

Si, la tecnología trabajada existe, se generan mejoras a partir de estas.

2) ¿Están identificados los parámetros críticos?

Si, Se tiene el conocimiento de los parámetros críticos de la materia prima, componentes y proceso de fabricación

3) ¿Se conocen los valores límites de los parámetros críticos?

Si, tiene conocimientos de los límites a los cuales se puede exponer el material y los componentes

4) ¿Han sido identificados los modos de falla?

Si, se identificaron las fallas en cada proceso y cómo puede afectar al producto final

5) ¿Es controlable la tecnología durante todo el ciclo de vida del producto?

Si, las características del producto como peso a resistir, funcionalidad y movimiento son definidas y controlables durante la garantía del producto

6) ¿Están demostrados los cinco ítems anteriores?

Si, son demostrables a través de pruebas y manuales de materiales.

7.5.9. Cumplimiento de requerimientos del cliente.

Según los resultados obtenidos en el QFD se analizan los requisitos de los clientes para que sean evaluados de -5 a 5, donde -5 es el valor que no cumple en nada y 5 el valor que indica que el requerimiento cumple totalmente, se evaluara el diseño optimizado frente al diseño de la silla de ruedas estándar cromada de la empresa W y W.

A continuación, se evidencia la tabla de evaluación donde se evidencia que el diseño optimizado obtiene una puntuación mayor.

Tabla 40.

Requerimiento clientes 2

Lista de requerimientos	Nivel de importancia	Diseño optimizado	Silla de ruedas W&W
Requerimientos de costos	60	3	3
Requerimientos de calidad	60	5	3
Requerimientos de peso	100	5	-5
Requerimientos de comodidad	80	5	3
Requerimientos de resistencia	100	5	5
Requerimientos de apariencia	40	5	-3
Requerimientos Funcionales	60	5	-5
Requerimiento de seguridad	40	5	3
Puntuación total		38	4
Puntuación positiva (+)		38	21
Puntuación negativa (-)		0	-13
Puntuación ponderada		2580	300

Nota. Autoria propia.

7.6. Diseño CAD silla de ruedas

A través del software de diseño CAD Solid Works, se realiza el diseño de la silla de ruedas, con sus respectivas medidas, materiales y funcionalidades para obtener el peso de 10kg y diseño renderizado como se evidencia en la siguiente figura



Figura 89 Renderizado (Autoria propia) (2019)

Es un diseño estándar al cual no se aplica color, en la siguiente imagen se resalta los materiales en los cuales se diseñó, Gris claro para el aluminio, gris oscuro para el acero y negro para otros materiales como plástico, neumáticos, caucho y tapizado.



Figura 90 Diseño CAD (Autoría propia) (2019)

7.6.1. Cálculos de resistencia.

Se procede a realizar la medición del desempeño de la silla de ruedas a partir del modelo matemático “modelo de esfuerzos para evaluación de resistencia” empleando elementos finitos (MEF), este análisis se realizó empleando el software Ansys Workbench, con el render obtenido en el diseño CAD.

Para realizar el análisis estructural se discriminaron los componentes cuya función principal es soportar la carga, como se evidencia en la siguiente figura.

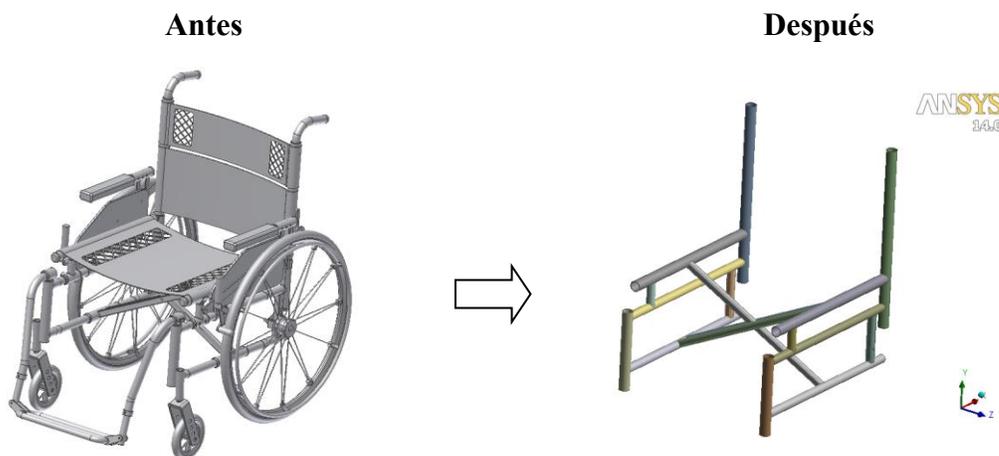


Figura 91 Discriminación de componentes (Adaptado en el software Ansys Workbench)

Este análisis, permitió identificar 17 componentes asociados al sistema estructural de la silla de ruedas, que se modelaron en Design Modeler.

Cundo se obtienen los componentes, se procede empleando la interfaz *Mechanical* y se realiza los siguientes pasos para desarrollar el análisis estructural:

- a) Asignación de material: Teniendo en cuenta que la mayor parte de la silla de ruedas se elabora en aluminio, se realiza el análisis con este material.
- b) Mallado: dado que la estructura de la silla de ruedas en mayor proporción esta diseñada a partir de tubería circular, se propone un elemento triangular recurrente en mallas básicas, como se evidencia en la siguiente figura, donde se contempló 80544 nodos y 42416 elementos

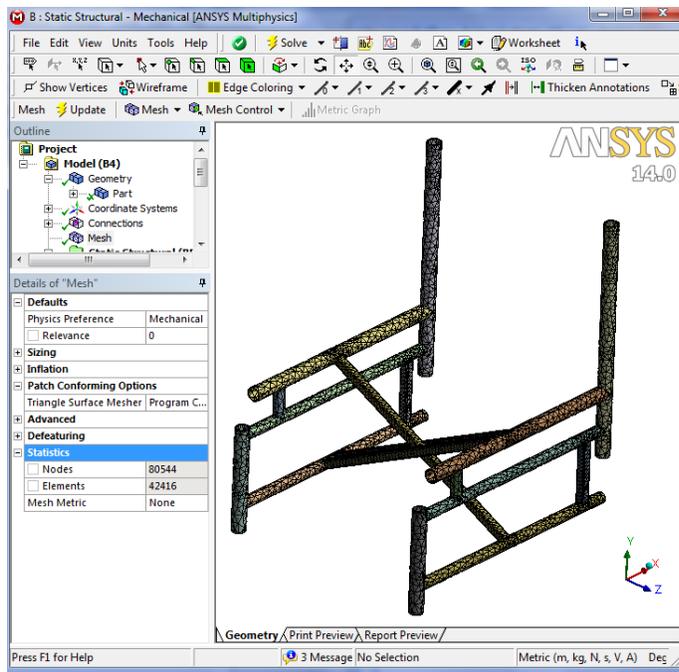


Figura 92 Mallado estructura (Adaptado en el software Ansys Workbench)

- c) Condiciones de contorno: los soportes fijos se asignan a los elementos donde se ubican los apoyos, es decir, las ruedas delanteras y traseras. La carga (peso de una persona promedio “1117 N = 120 kg”) se asigna en la parte central, dado que allí está ubicado el asiento.

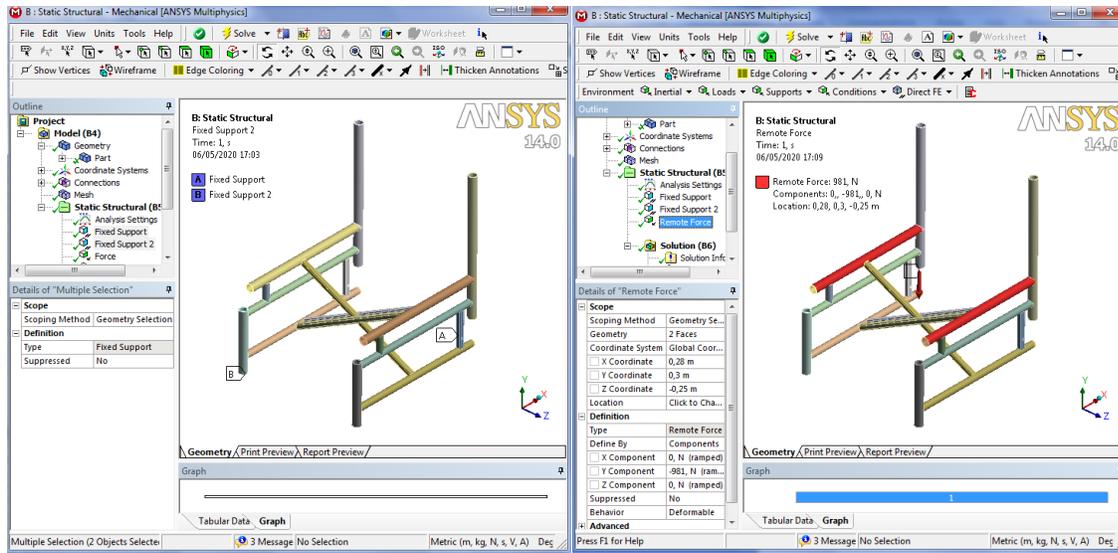


Figura 93 Contorno soporte de peso (Adaptado en el software Ansys Workbench)

d) Solución: se ejecuta la función *Solve* para realizar el análisis empleado MEF (método de elementos finitos) y se obtienen los resultados para dos propiedades mecánicas el esfuerzo y la deformación. El esfuerzo máximo que genera la carga aplicada en la estructura es de 21.185 MPa, este esfuerzo máximo se presenta en los puntos donde se sujetan las ruedas traseras.

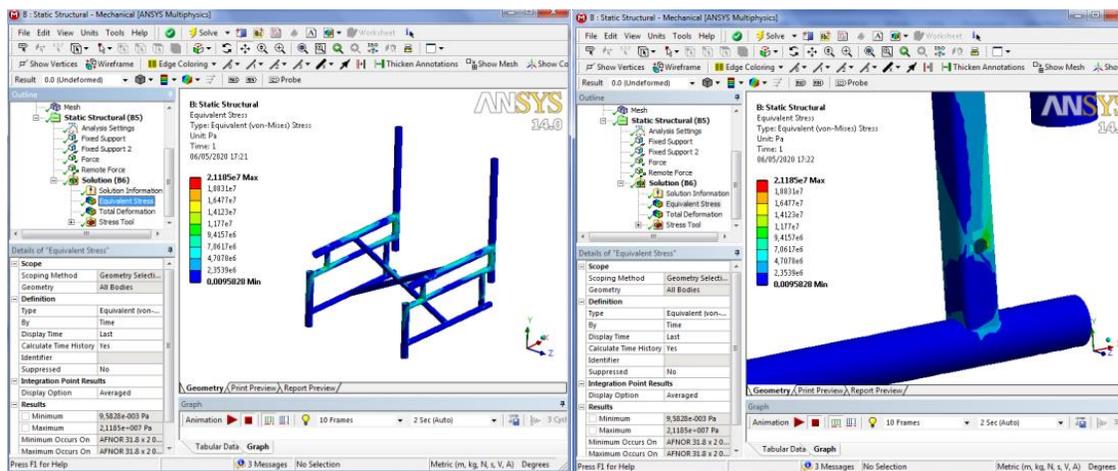


Figura 94 Deformación (Adaptado en el software Ansys Workbench)

Se evidencia que la deformación máxima de la estructura bajo la carga, es de 0,2 mm y se presenta en aquellos puntos donde se soporta el asiento, como se evidencia en la siguiente imagen detallada en color rojo

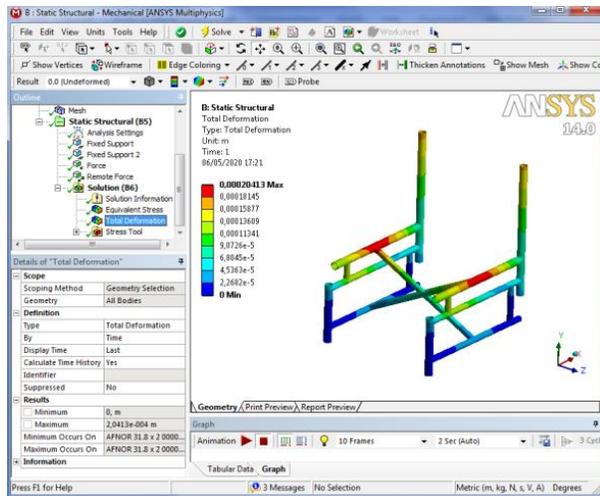


Figura 95 Deformación máxima (Adaptado en el software Ansys Workbench)

Con esta información finalmente, se obtiene el factor de seguridad, que relaciona la capacidad de la estructura frente a la carga aplicada, siendo 1 el factor mínimo permisible que indica que la carga se puede soportar, valores inferiores a 1 indican la falla inminente de la estructura, para este diseño se obtuvo un factor de seguridad de 15, es decir que puede soportar 15 veces el esfuerzo aplicado, con esto podemos concluir que la silla de ruedas soporte el peso esperado de 120kg.

7.6.2. Cálculos de optimización.

Realizando la comparación con el diseño de la silla de ruedas de uno de los competidores expuesto en el numeral 7.5.7, se realizan los cálculos de reducción de estructura y material

$$\% \text{ Reduction} = \frac{18,5\text{kg}}{10\text{kg}} = 54\%$$

Se había contemplado una reducción del 30%, se evidencia que supera este porcentaje con una reducción del 54%

7.6.3. Cumplimiento de especificaciones técnicas.

A continuación, se analizarán las especificaciones de ingeniería relacionadas en la matriz QFD a las cuales se les genero un valor objetivo o límite de especificación para el diseño final de la silla de ruedas.

Tabla 41.

Especificaciones técnicas

Especificaciones de ingeniería	Valor objetivo	Dirección de mejora	Repuesta lograda por el diseño	(% dif.)	Observaciones
Material	30%	▼	>30%	0%	Numeral 7.6.2
Piezas ajustables	4 piezas	✘	4 piezas	0%	Numeral 7.5.4
Plegable	2 piezas	✘	2 piezas	0%	Numeral 7.5.4
Piezas desmontables	3 piezas	✘	3 piezas	0%	Numeral 7.5.4
Garantía	1 año	▲	1 año	0%	A
Soporte de Estructura	Soporta 120 kg	▲	>120kg	0%	Numeral 7.6.1
Peso	10 kg	▼	10kg	0%	Numeral 7.6
Estética	Semi deportiva	✘	Semi deportiva	0%	B

Nota. Autoría propia

A. Garantía: se analizará la vida útil de cada material utilizado para la fabricación de la silla de ruedas

Aluminio - 40 años

Acero – 60 años

Plástico – 20 años

Neumáticos – 40000 km

Caucho – 5 años

Con esto podemos concluir que se va garantizar la silla de ruedas durante (1 año).

B. Estética: este factor se determinó, realizando la comparación de las sillas ruedas deportivas y ejecutivas; las sillas de ruedas deportivas son sillas compactas, su cojín normalmente es removible teniendo en cuenta la actividad que realiza los usuarios y su marco es ligero.