

DESARROLLO DE UNA SILLA DE DUCHA PARA ADULTOS MAYORES.

LUIS DAVID PALACIO SANCHEZ

Código: 200529402085

JULIAN URIBE SALAZAR

Código: 200410024085

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO DE
DISEÑO**

ASESOR DE PROYECTO DE GRADO

SERGIO ARISTIZABAL

UNIVERSIDAD EAFIT

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

MEDELLÍN

2011

Nota de Aceptación

Presidente de Jurado

_____ **Jurado**

_____ **Jurado**

Medellín, 30 de Abril 2011

Dedicado a:

A nuestros PADRES que con gran esfuerzo nos han brindado su apoyo tanto emocional como económico y de manera incondicional.

Agradecimientos

Los autores Agradecen a:

A nuestros padres por todo el apoyo económico y moral.

A nuestros compañeros: Sebastián Sánchez, Verónica Barrientos y Manuela gallo por su contribución al proyecto.

Al asesor de proyecto de grado Sergio Aristizabal, por sus conocimientos, paciencia y aportes al proyecto.

A Uldar, Abraham, Gabriel, Juan Diego, Alex, Gilberto, Yesid, Jorge, Juan Camilo y Juan Alejandro García ya que de ellos dependió de manera importante la elaboración del modelo funcional.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE GRAFICAS.....	9
LISTA DE IMÁGENES	10
GLOSARIO	13
RESUMEN.....	17
INTRODUCCION	18
1. PLANEACIÓN.....	19
1.1 ANTECEDENTES (ver anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)	19
1.1.1 Estado del entorno	19
1.1.2 Identificación de la necesidad	26
1.1.3 Estado del arte (ver anexo 6)	28
1.1.4 Competencia (ver anexo 8)	28
1.1.5 PDS (ver anexo 3).....	31
1.2 ANALISIS ESTRATEGICO	32
1.2.1 Misión	32
1.2.2 Visión.....	32
1.2.3 Objetivos	33
1.2.4 Planes	33
1.2.5 Política de calidad	33
1.2.6 Política de devolución.....	33
1.2.7 Análisis DOFA.....	34
1.3 ANÁLISIS DEL ENTORNO Y SECTORIAL (ver anexo 20)	35
1.4 JUSTIFICACION.....	36
1.5 USUARIO	37
1.6 OBJETIVOS.....	38
1.6.1 Objetivo general	38

1.6.2	Objetivos específicos.....	39
1.7	ALCANCE.....	39
1.8	CRONOGRAMA (ver anexo).....	39
2.	DESARROLLO DEL CONCEPTO	40
2.1	ANÁLISIS ALTERNATIVA PROYECTO 8 Y CORRECCIONES.....	42
2.2	PROPUESTA A REDISEÑAR	47
2.3	REDISEÑO DEL PRODUCTO.....	48
2.3.2	Recomendaciones para la silla de ducha a rediseñar	48
2.4	ANALISIS DE ERGONOMIA	51
2.5	PROPUESTA FINAL REDISEÑADA	54
2.4.1	Análisis de diseño para el ensamble propuesta final, programa (DFA) (ver anexo 10: recomendaciones rediseño rediseño).....	56
2.5	CONCLUSIONES COMPARATIVAS (DFA) (Ver anexos 14 y 15).....	57
2.7	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	59
2.8	MATERIALES	62
2.9	COLORES	66
2.10	IMAGEN CORPORATIVA.....	67
2.10.1	Selección del nombre de la marca	67
2.10.2	Logotipo y logo símbolo.....	67
2.10.3	Síntesis formal.....	69
2.10.4	Slogan	70
3.	DISEÑO DE DETALLE	71
3.1	MODELACIÓN 3D (la fuente de las imágenes son de elaboración propia) .	71
3.2	ANÁLISIS ELEMENTOS FINITOS	73
3.2.1	Planteamiento del problema.....	73
3.2.2	Tipo de elementos	73
3.2.3	Propiedades del material.....	73
3.2.4	Condiciones de frontera	74
3.2.5	Aplicación de las cargas.....	74
3.2.6	Análisis de esfuerzos y deformaciones	75

3.2.7 Conclusiones.....	81
3.3 PLANOS DE INGENIERÍA (ver anexo 21).....	82
3.4 PROCESOS Y MATERIALES	82
3.5 MANUALES	84
3.6 CONSTRUCCIÓN MODELO FUNCIONAL	86
3.6.1 Construcción estructura.....	86
3.6.2 Apoya brazos.....	87
3.6.3 Ensamble estructura.....	88
3.6.4 Asiento y espaldar	88
3.6.5 Pintura	95
3.6.6 Imágenes modelo funcional.....	96
3.6.7 Propiedades modelo funcional	97
4. PRUEBAS Y REFINAMIENTO	98
5. CONCLUSIONES	100
6. RECOMENDACIONES	102
7. BIBLIOGRAFIA	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Piezas recomendadas para revisar	49
Tabla 2. Matriz evaluativa piezas plásticas.....	63
Tabla 3. Matriz evaluativa piezas metálicas	63
Tabla 4. Propiedades mecánicas aluminio aleación magnesio silicio 6063.	65
Tabla 5. Comparación de resultados en ambos calibres en el asiento.....	80
Tabla 6. Comparación de resultados de ambos calibres en los apoya brazos.	80
Tabla 7. Procesos y materiales.....	83

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Afiliados EPS privadas y públicas.	20
Grafica 2. Población por edades y sexo 2009 Colombia.	22
Grafica 3. Promedio anual del crecimiento total de la población en el mundo 1950-2050.....	23
Grafica 4. Población mundial por grupos de edad.	24
Grafica 5. Relación dependencia potencial mundial 1950-2050.	24
Grafica 6. % Población mundial por edades y sexo	25
Grafica 7. Manual de usuario.	84
Grafica 8. Manual de instalación.....	85

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Sillas plásticas en duchas	28
Imagen 2. Empresas desarrolladoras y comercializadoras de sillas plásticas en Colombia.....	29
Imagen 3. Empresas comercializadoras de sillas plásticas en Colombia.	29
Imagen 4. Empresas comercializadoras de sillas para la ducha en Colombia.....	30
Imagen 5. Empresas desarrolladoras de sillas para la ducha (INTERNACIONAL).	31
Imagen 6. Modelación silla asignatura proyecto 8.	42
Imagen 7. Modificación 1 modelación proyecto 8.	43
Imagen 8. Modificación 2 modelación proyecto 8.	44
Imagen 9. Modificación 3 modelación proyecto 8.	44
Imagen 10. Modificación 4 modelación proyecto 8.	45
Imagen 11. Modificación 5 modelación proyecto 8	45
Imagen 12. Modificación 6 modelación proyecto 8	46
Imagen 13. Silla con modificaciones a rediseñar.	47
Imagen 14. Posición correcta de la columna estando sentado	51
Imagen 15. Geometrizacion.	52
Imagen 16. Geometrizacion asiento.	52
Imagen 17. Ergonomía espaldar y asiento.....	53
Imagen 18. Medidas generales.....	53
Imagen 19. Modelación silla rediseñada.	55
Imagen 20. Evolución silla.	55
Imagen 21. Asiento y espaldar.....	60
Imagen 22. Superficies antideslizantes.....	60
Imagen 23. Silla plegada.....	61

Imagen 24. Apoyabrazos.	61
Imagen 25. Agujero asiento.	62
Imagen 26. Imágenes para la realización de la síntesis formal.	68
Imagen 27. Síntesis formal.	69
Imagen 28. Logotipo y logo símbolo.	70
Imagen 29. Modelación 3d (isométrico).	71
Imagen 30. Vista frontal y lateral modelación 3d.	71
Imagen 31. Vista inferior, superior y trasera modelación 3d.	72
Imagen 32. Silla plegada modelación 3d.	72
Imagen 33. Cargas y restricciones de movimiento.	75
Imagen 34. Deformación con fuerzas en el asiento calibre 16.	76
Imagen 35. Deformación fuerzas en los apoyabrazos calibre 16.	76
Imagen 36. Esfuerzo von-mises con fuerzas en el asiento calibre 16.	77
Imagen 37. Esfuerzo von-mises con fuerzas en los apoyabrazos calibre 16.	77
Imagen 38. Deformación con fuerzas en el asiento calibre 18.	78
Imagen 39. Deformación con fuerzas en los apoyabrazos calibre 18.	78
Imagen 40. Esfuerzo von-mises con fuerzas en el asiento calibre 18.	79
Imagen 41. Esfuerzo von-mises con fuerzas en los apoyabrazos calibre 18.	79
Imagen 42. Factor de seguridad calibre 18.	80
Imagen 43. Estructura silla.	81
Imagen 44. Dobladora universidad EAFIT y empresa IMAR.	86
Imagen 45. Doblado de tubería.	87
Imagen 46. Fabricación apoyabrazos.	87
Imagen 47. Estructura ensamblada.	88
Imagen 48. Modelación de moldes para mecanizado.	89
Imagen 49. Simulación mecanizado.	89
Imagen 50. Bloque MDF.	90
Imagen 51. Mecanizado espaldar.	90
Imagen 52. Mecanizado asiento.	91
Imagen 53. Piezas mecanizadas.	91

Imagen 54. Realización de agujeros en los moldes.	92
Imagen 55. Maquina termo formadora OG ACRILICOS.	93
Imagen 56. Piezas termo formadas.	93
Imagen 57. Corte y pulido de las piezas.	94
Imagen 58. Piezas finales (asiento y espaldar).....	94
Imagen 59. Pintura de las piezas.....	95
Imagen 60. Modelo funcional.....	96
Imagen 61. Pruebas.....	98
Imagen 62. Prueba apoyabrazos.....	99

GLOSARIO

Chaflanes: Medida en piezas de mobiliario de matar las esquinas.

Capacidad motriz: se emplea en el campo de la salud y se refiere a la capacidad de mover una parte corporal o su totalidad, siendo éste un conjunto de actos voluntarios e involuntarios coordinados y sincronizados por las diferentes unidades motoras (músculos).

Conformado: Procedimiento metalúrgico para la formación o el moldeo de piezas.

Demográfica: Es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerados desde un punto de vista cuantitativo.

Esfuerzo von-misses: Se conocen como teorías de fallo/a o criterios de fallo/a a los criterios usados para determinar los esfuerzos permisibles en estructuras o componentes de máquinas. Se utilizan diversas formulaciones, dependiendo del tipo de material que se utiliza.

El control numérico (CN): es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de

almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.

Geriátricas: es la especialidad médica que se ocupa de los aspectos preventivos, curativos y de la rehabilitación de las enfermedades del adulto mayor.

Geometrización: término utilizado en el diseño para referirse a darle propiedades geométricas a las formas.

Heráldica: es la ciencia del blasón, es decir el estudio de las armerías (o *armas*). Es también un campo de expresión artística, un elemento del derecho medieval y de las dinastías reales hasta nuestros días. Más recientemente, ha sido admitida dentro de las ciencias anexas de la historia junto con la sigilografía, la vexilología, la falerística y la diplomática.

Movilidad reducida: Las personas de movilidad reducida (PMR) son aquellas que tienen permanente o temporalmente limitada la capacidad de moverse sin ayuda.

Medidas antropométricas: Se considera a la antropometría como la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano con el fin de establecer diferencias entre individuos, grupos, razas, etc.

Procesabilidad: es la capacidad de un material de ser procesado.

MDF: un aglomerado elaborado con fibras de madera (que previamente se han desfibrado y eliminado la lignina que poseían) aglutinadas con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor, en seco, hasta alcanzar una densidad media.

Mecanizado: es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

Poliestireno (PS): es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Existen cuatro tipos principales: el PS cristal, que es transparente, rígido y quebradizo; el poliestireno de alto impacto, resistente y opaco, el poliestireno expandido, muy ligero, y el poliestireno extrusionado, similar al expandido pero más denso e impermeable. Las aplicaciones principales del PS choque y el PS cristal son la fabricación de envases mediante extrusión-termo formado, y de objetos diversos mediante moldeo por inyección. Las formas expandidas y extruida se emplean principalmente como aislantes térmicos en construcción.

Termo formado: es un proceso que consiste en dar forma a una lámina plástica por medio de calor (120°C a 180°C) y vacío (600 a 760mmHg) utilizando un molde o matriz (madera, resina epóxica o aluminio). Un exceso de temperatura puede "fundir" la lámina y la falta de calor o una mala calidad de vacío incurrirán en una pieza defectuosa y sin detalles definidos.

Soldadura TIG: (*Tungsten Inert Gas*), se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio (Wth, ThO₂, % de

torio entre 0,8 y 3,2) (muy cancerígeno), Cerio (nombre del electrodo WCe20, composición del polvo CeO₂ siendo entre el 1 y el 2% del electrodo, resto W), W1a15-La₂O₃, entre el 1 y el 2% del electrodo, o zirconio (WZr3, Zro₂, con porcentajes del 0,15% al 0,9%) en porcentajes no superiores a un 2%.

IMAR: empresa dedicada al corte y dobles de laminas y perfilería en generan.

Ubicada en la avenida oriental tel. 262 9182.

RESUMEN

El aumento en el promedio de la expectativa de vida hace necesario el desarrollo de nuevos productos para adultos mayores con el fin de mejorar su calidad de vida y otorgarles una mayor seguridad, confort y confianza para realizar sus actividades diarias. En el caso de este proyecto se pretende presentar una solución, la cual consiste en el desarrollo de un sistema de descanso para la ducha (silla), a partir del rediseño de una silla desarrollada anteriormente, facilitándole el procedimiento de tomar una ducha, dadas las necesidades que se detectaron en la investigación de mercado.

Se aplicó una metodología de diseño y desarrollo de productos, según los conocimientos adquiridos por los autores en el pregrado de ingeniería de diseño de producto, que se define en 5 etapas: planeación, desarrollo de concepto, diseño a nivel sistema, diseño de detalle, pruebas y refinamiento.

INTRODUCCIÓN

El diseño y desarrollo de productos para adultos mayores en el sector de la salud se debe mejorar y se le debe dar una mayor relevancia debido al envejecimiento de la población tanto a nivel nacional como internacional. Se deben incrementar los esfuerzos, ya que el sector salud es muy amplio y el número de empresas dedicadas a satisfacer estas necesidades es muy bajo.

Con la intención de aportar tanto en el sector salud como a los adultos mayores, se presenta el siguiente proyecto de grado basado en el desarrollo de un sistema de un descanso para la ducha mediante el soporte y la aplicación de las herramientas adquiridas durante carrera de ingeniería de diseño de producto en la universidad EAFIT.

1. PLANEACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Se tomaron como antecedentes las investigaciones realizadas en las asignaturas proyecto 7 y proyecto 8 de la carrera ingeniería de diseño de producto según el pensum del año 2004, estas investigaciones fueron realizadas en los años 2008 y 2009 por los siguientes integrantes: Luis David Palacio, Sebastián Sánchez, Manuela Gallo y Verónica Barrientos. **(Ver anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)**

1.1.1 Estado del entorno

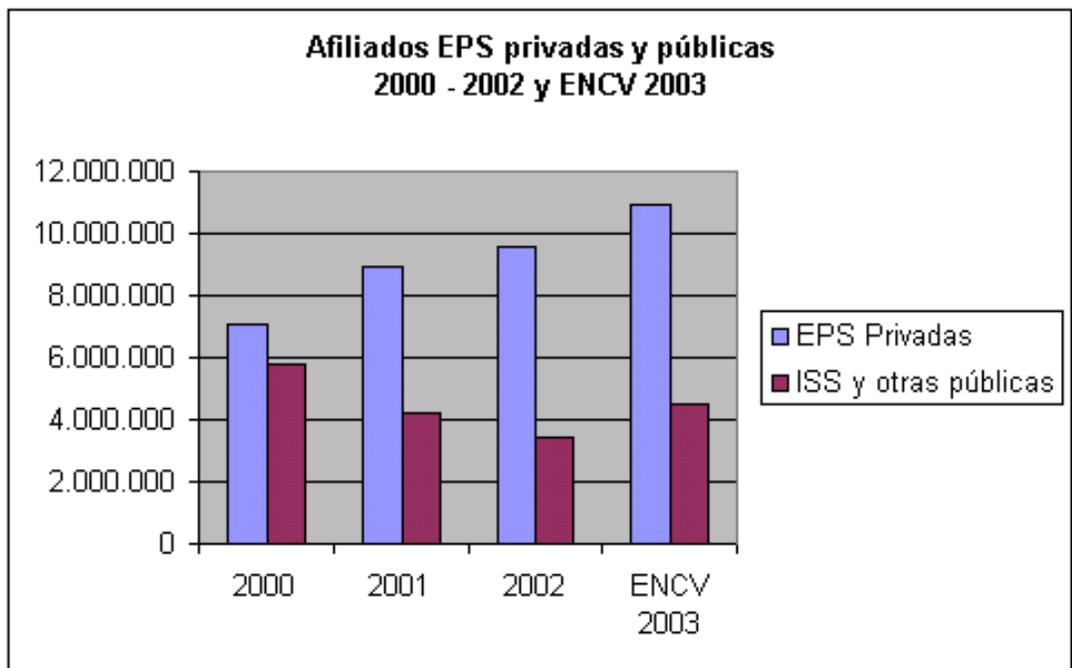
El producto desarrollado en este proyecto pertenece al sector salud, ya que está orientado a mejorar la calidad de vida de los adultos mayores y a los hospitales y clínicas. El sector salud en Colombia es regulado por el gobierno nacional bajo el ministerio de la protección social, este sistema de salud está reglamentado por la ley 100, expedida en 1993, a continuación se presentaran algunos datos e información recopilada con el propósito de analizar este sector y estudiar cómo se encuentra en la actualidad, además de esto se analizara el sector o segmento de los adultos mayores a nivel global, nacional y local.

El sector salud en Colombia está conformado principalmente por las instituciones prestadoras de salud (IPS) y las entidades promotoras de salud (EPS).

Las Instituciones prestadoras de salud (IPS) son los hospitales, clínicas, laboratorios, consultorios, etc. que prestan el servicio de salud. Pueden ser

públicas o privadas. Para efectos de clasificación en niveles de complejidad y de atención se caracterizan según el tipo de servicios que habiliten y acreditan, es decir su capacidad instalada, tecnología y personal y según los procedimientos e intervenciones que están en capacidad de realizar.

En Colombia existen actualmente 30 entidades promotoras de salud (E.P.S.) y 14 empresas de medicina pre pagada, entre las instituciones prestadoras de servicios (I.P.S.), existen aproximadamente 250 clínicas, 146 hospitales y otros 26 centros de salud, entre estos: fundaciones, instituciones, unidades entre otros, estos son de III nivel generales y especializadas y II nivel hospitalarias.¹



Gráfica 1. Afiliados EPS privadas y públicas.

Fuente: www.saludcolombia.com/actual/salud74/noticia74.htm

¹ <http://www.saludcolombia.com/actual/instituc/insteps.htm>

Según un estudio del Ministerio de la Protección Social, de las IPS re portantes, el 84,3% corresponden al primer nivel de atención, el 13,4% al segundo nivel y el 2,3% al tercer nivel de atención según sus características.²

Colombia para el año 2000 se encontraba en el puesto 41 de 191 países, por su desempeño general del sistema de salud según un informe de la Organización Mundial de la Salud.

En Colombia además de las I.P.S. existen 309 instituciones geriátricas (ancianatos) dedicadas al cuidado de la tercera edad, a pesar de esto no existen empresas a nivel nacional dedicadas exclusivamente al desarrollo o comercialización de productos geriátricos dirigidos hacia este mercado de los adultos mayores.³

Según los estados financieros de las I.P.S. públicas y privadas, en el año 2005 los ingresos totales en millones de pesos fueron de 20.010.922, y los gastos totales fueron de 19.836.246, dejando una diferencias entre ingresos y gastos de 174.676 millones de pesos

La revista internacional América Economía acaba de publicar en su edición de septiembre del 2010 el ranking de los mejores hospitales y clínicas de América Latina, entre los cuales figuran 8 instituciones colombianas.

En el segundo estudio sobre calidad hospitalaria en Latinoamérica, la primer institución colombiana que aparece es la Fundación Santa fe que se ubicó en el cuarto lugar, seguida por la Fundación Valle de Lili de Cali (7), el Hospital San

²[www.wikipedia.org/wiki/Sistemade_salud_en_Colombia#Institucionesprestadoras desalud](http://www.wikipedia.org/wiki/Sistemade_salud_en_Colombia#Institucionesprestadoras_desalud)

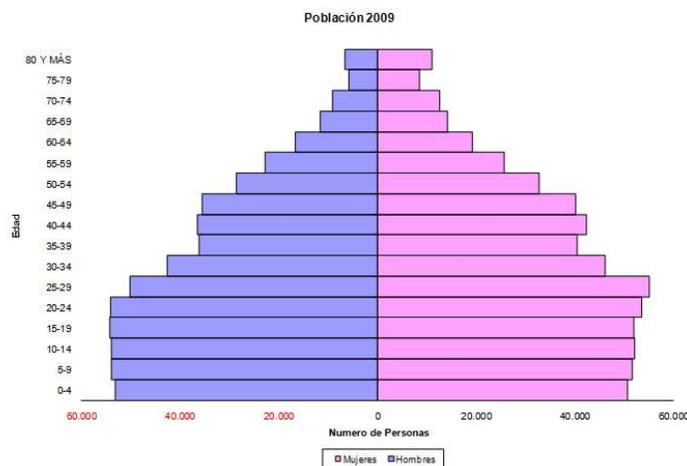
³www.paginasamarillas.com/ancianatos/colombia/2_2.aspx

Vicente de Paul de Medellín (18), Hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín (20), Hospital Universitario San Ignacio de Bogotá (21), Hospital General de Medellín (22), Clínica de la Américas de Medellín (30) y la Clínica León XIII de Medellín (32). Colombia es el país que más instituciones tiene en el ranking.⁴

Análisis de edades.

Colombia es uno de los países de América Latina con transformaciones más intensas en su estructura poblacional, como consecuencia del acelerado proceso de transición demográfica.

En efecto, la población mayor de 60 años pasó de 1.04 millones de personas en 1970, que representaban el 5% de la población total, a 2.16 millones de personas en 1993, 6.2% de la población total. El total de mayores de 60 años en el año 2000 se ha calculado en 2.6 millones, representando el 6.9% de la población total y para el año 2010 equivaldrían al 8.7% de la misma (3.7 millones)⁵.



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE

Grafica 2. Población por edades y sexo 2009 Colombia.

⁴ <http://www.achc.org.co/>

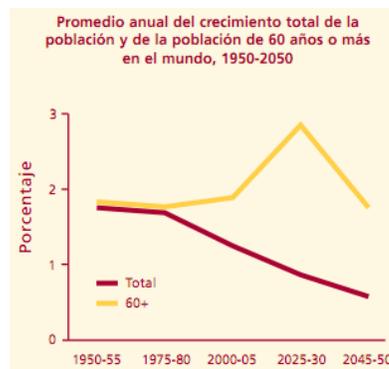
⁵ www.rgs.gov.co/img_upload/a6760b33a0b37cbd6231b2518c38c335/Legislaci_n_sobre_envejecimiento_y_vejez.pdf

La población mayor de 65 años es del 5,5% (hombres 1.072.644, mujeres 1.410.881) esto da un total de 2.483.525 (2008 est.). Las proyecciones muestran que esta cifra tiende a aumentar considerablemente en los próximos años debido a los avances en la medicina que han aumentado los promedios de vida de las personas y la tasa de natalidad a disminuido.⁶

El hábitat en este nuevo siglo, según expertos, será una superestructura apegada más que nunca, a los cuidados de quienes cada vez pasaran más tiempo en sus hogares⁷.

El envejecimiento de la población será, en el comienzo de este nuevo siglo, uno de los mayores desafíos para la sociedad. Pero encierra también un enorme potencial que a menudo se desvalora por la errónea creencia de que las personas mayores no tienen nada que aportar.

La tercera edad es uno de los mercados que mayor crecimiento está presentando, se pronostica que para el 2050 la mayoría de la población mundial serán personas mayores de 50 años, cerca de 2000 millones de personas serán mayores de 60 años, y aproximadamente 379 millones serán mayores de 80 años.

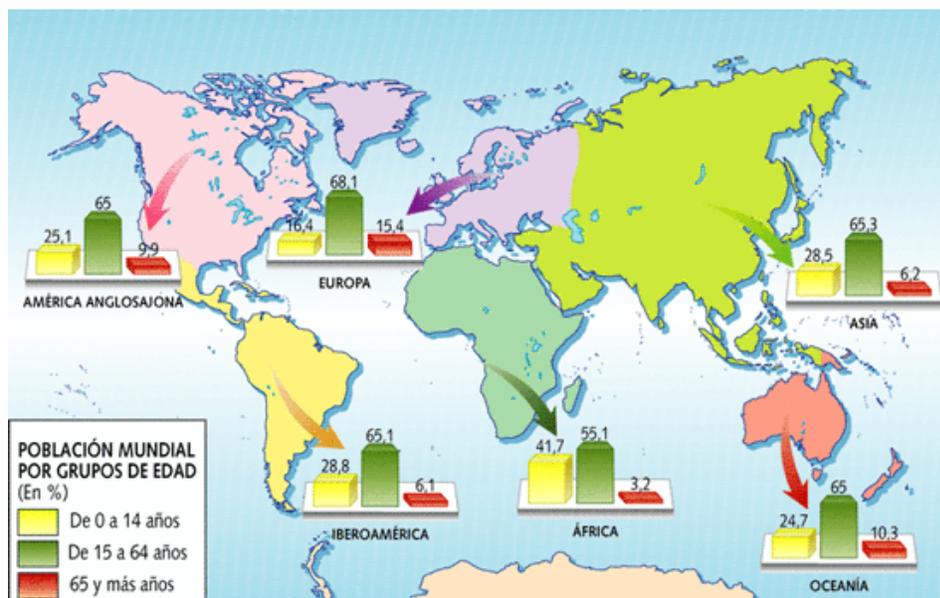


Grafica 3. Promedio anual del crecimiento total de la población en el mundo 1950-2050.

⁶ www.indexmundi.com/es/colombia/distribucion_por_edad.html

⁷ www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/Meoria%20proyecto%20POLA.pdf

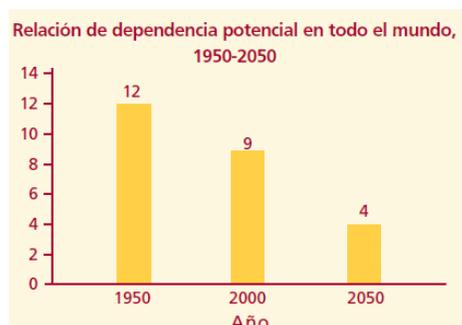
Fuente: www.un.org/spanish/envejecimiento/newpresskit/hechos.pdf



Grafica 4. Población mundial por grupos de edad.

Fuente: www.uy.kalipedia.com/ecologia/tema/estructura-composicion-demografica.html?x=20070417klpgeogra_56.Kes

Las situaciones de dependencia, problema histórico de determinados grupos de ciudadanos, adquieren actualmente una gran importancia derivada del impacto del envejecimiento de la población y el aumento del volumen de personas muy mayores. Se define como la necesidad de apoyo personal y/o instrumental para realizar actos básicos o vitales de la vida cotidiana.

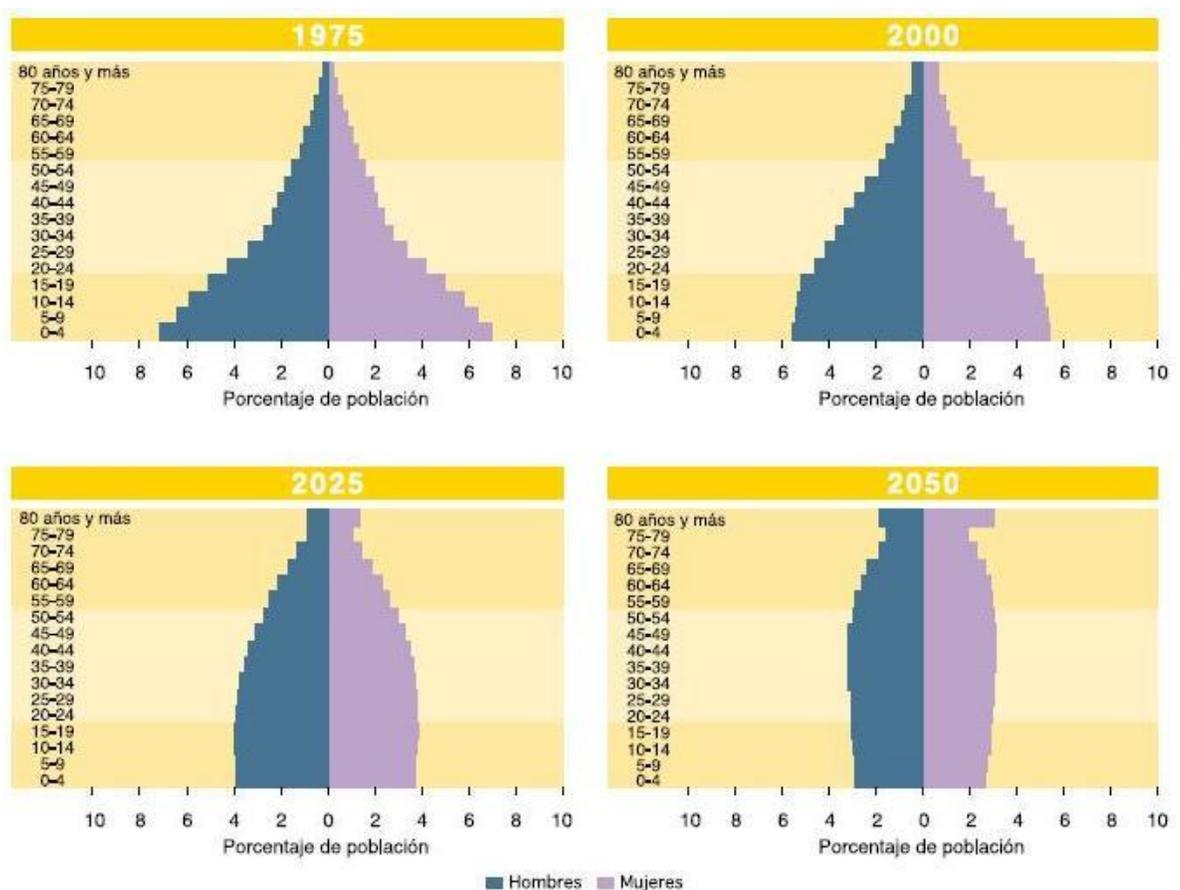


Grafica 5. Relación dependencia potencial mundial 1950-2050.

Fuente: www.un.org/spanish/envejecimiento/newpresskit/hechos.pdf

El envejecimiento de la población mundial se considera como una de las características definitorias del presente siglo XXI. Se creía que las personas viejas sólo aumentaban en los países desarrollados, pero hoy sabemos que el envejecimiento poblacional es un hecho mundial que ocurre, a distintos ritmos, en países desarrollados y en desarrollo. Estos últimos deben hacer frente a los desafíos de un envejecimiento poblacional cada vez más rápido, en medio de desventajas socio-económicas y de profundas desigualdades e inequidades sociales.

Fuente: www.gerontologia.org/portal/information/showInformation.php?idinfo=1568



Grafica 6. % Población mundial por edades y sexo

Fuente: www.gerontologia.org/portal/information/showInformation.php?idinfo=1568

Según proyecciones de población por genero sacada de www.medellin.gov.co (**ver anexo 19: Población por edades simples proyectada junio 2006**), la cantidad de hombres y mujeres en Medellín mayores de 65 años en el 2006 era de aproximadamente **162.528**.

Para el 2050 se estima un gran aumento de la población mayor de 60 años. Si se proporcionan productos innovadores, podremos ayudar a las personas de edad a mantener su independencia el mayor tiempo posible.

1.1.2 Identificación de la necesidad

Los adultos mayores son particularmente vulnerables a los accidentes en los baños. Las caídas son el problema más común y la persona se lastima mucho como resultado de lo que se puede considerar como una caída pequeña, ya que sus huesos son más frágiles y se pueden romper con más facilidad, ha esto se le suma el desgaste de las articulaciones, el cual les impide pasar largos periodos de tiempo parados.

El equilibrio es también un problema y cuando el adulto mayor se cae casi nunca se puede parar, además de que tendrá miedo que le vuelva a pasar, por lo que tal vez se la pase sentado o se vaya a acostar.

Las estadísticas muestran que los cuartos de baño pueden ser la habitación más peligrosa de la casa. 70% de los accidentes domésticos se producen en el cuarto

de baño. La combinación de superficies húmedas y lisas hace de tomar un baño o ducha, una propuesta arriesgada.⁸

Los Resbalones y las caídas representan más de 20.000 muertes al año en América del Norte, es decir, 55 personas por día. Esta es la segunda causa de muerte accidental y de discapacidad después de los accidentes de automóvil. Más del 75% de las muertes por caídas y deslizamiento les ocurrió a personas de 65 años de edad o más⁹.

Con sus superficies resbaladizas y formas, el cuarto de baño promedio es una invitación abierta a caídas o accidentes. Las estadísticas también muestran que dos de cada cinco accidentes domésticos se producen en el cuarto de baño¹⁰.

Por esto es necesario devolverle la confianza, y por supuesto, tratar de hacer todo lo que sea posible para asegurar que la persona pueda tomar un baño a salvo y con confianza.

Además de todo lo dicho anteriormente, los adultos mayores y muchas de las (IPS) en Colombia están utilizando sillas de plástico comunes y corrientes en las duchas, esto se debe principalmente a los altos precios de las sillas que son diseñadas especialmente para estas condiciones (**ver anexo 18: precios productos similares**).

• ⁸ www.articlesbase.com/disabilities-articles/bath-safety-preventing-slip-and-fall-accidents-in-the-bathroom-564878.html

• ⁹ www.articlesbase.com/disabilities-articles/bath-safety-preventing-slip-and-fall-accidents-in-the-bathroom-564878.html

• ¹⁰ www.articlesbase.com/disabilities-articles/bath-safety-preventing-slip-and-fall-accidents-in-the-bathroom-564878.html

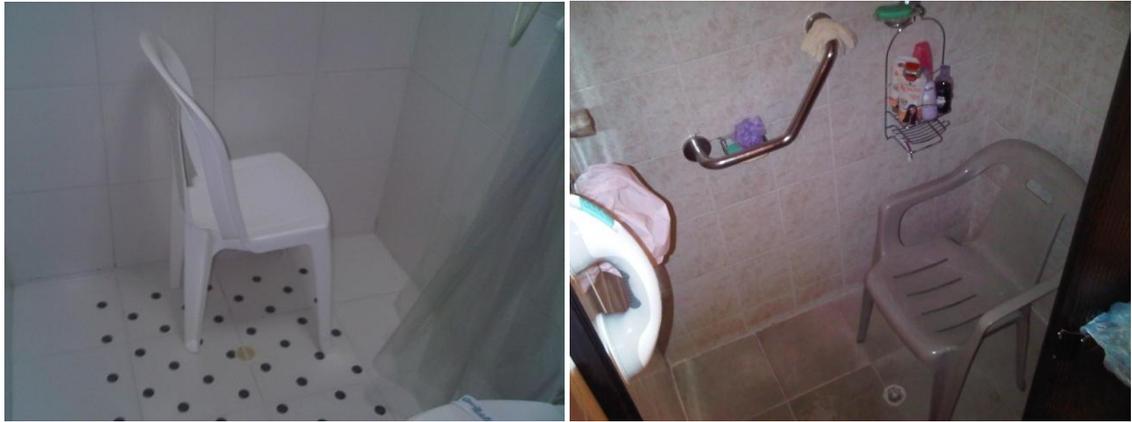


Imagen 1. Sillas plásticas en duchas

Fuente: Elaboración propia.

Surge entonces la oportunidad y necesidad de desarrollar un producto que ofrezca el desarrollo de una solución tecnológica e innovadora de un sistema de descanso en la ducha (silla de ducha) accesible para los adultos mayores, buscando mejorar las condiciones del usuario, con la posibilidad de trabajar en conjunto con los diferentes centros de salud.

1.1.3 Estado del arte (ver anexo 6)

1.1.4 Competencia (ver anexo 8)

En la actualidad en Colombia aun no hay empresas desarrolladoras de sillas de ducha o productos dirigidos a la tercera edad, todos estos son importados de Europa o Estados Unidos, llegando con precios muy altos debido a la importación del producto y a los altos costos de mano de obra donde se fabrican (**ver anexo 18: precios productos similares**).

A continuación se presentaran algunos de los desarrolladores más importantes a nivel internacional y algunos de los productores y comercializadores de productos sustitutos a nivel nacional.

1.1.4.1 Competencia indirecta

Empresas desarrolladoras y comercializadoras de sillas plásticas en Colombia.



Imagen 2. Empresas desarrolladoras y comercializadoras de sillas plásticas en Colombia.

Empresas comercializadoras de sillas plásticas en Colombia.



Imagen 3. Empresas comercializadoras de sillas plásticas en Colombia.

1.1.4.2 Competencia directa

Empresas comercializadoras de sillas para la ducha en Colombia.



Imagen 4. Empresas comercializadoras de sillas para la ducha en Colombia.

Empresas desarrolladoras de sillas para la ducha (INTERNACIONAL).





Imagen 5. Empresas desarrolladoras de sillas para la ducha (INTERNACIONAL).

1.1.5 PDS (ver anexo 3)

1.2 ANALISIS ESTRATÉGICO

1.2.1 Misión

SAM es una empresa dedicada al diseño, desarrollo y comercialización de productos dirigidos a personas de la tercera edad, pensando siempre en mejorar su calidad de vida mediante la innovación con valor y el estudio y análisis de sus necesidades deseos y demandas, permitiendo así que el corazón de nuestros clientes permanezca con nosotros antes, durante y después de la experiencia de utilizar nuestros productos, inicialmente “SD-1”. Ofreciendo una alta calidad y un excelente servicios de instalación y ayuda técnica.

1.2.2 Visión

Para el 2020 “SAM” será una marca reconocida y líder en el diseño, desarrollo y comercialización de productos dirigidos a la tercera edad a nivel nacional. Los clientes encontrarán puntos de venta en las principales ciudades del país, logrando ser reconocida por su excelente servicio y calidad de sus productos.

1.2.3 Objetivos

Para el 2016 estar entre las 10 empresas líderes en el mercado y una marca reconocida a nivel mundial, en el diseño, desarrollo y comercialización de productos dirigidos a la tercera edad.

1.2.4 Planes

Se planea la expansión de la planta y la empresa dependiendo de la aceptación en el mercado.

También se planea la diversificación en los productos, mediante un plan de negocio y la investigación.

1.2.5 Política de calidad

La calidad en los productos y servicios será un compromiso de todas las personas que trabajen en la organización, cada una de estas aportará sus conocimientos en la satisfacción de las necesidades del cliente. Por lo tanto, el cumplimiento de los requisitos relacionados con los productos y la continúa mejora en ellos será un constante compromiso.

1.2.6 Política de devolución

La empresa contara con una política de devolución si el producto presenta alguna falla o defecto, se devolverá el 100% del dinero.

1.2.7 Matriz DOFA

Fortalezas

- Experiencia en la fabricación de prototipos.
- Pocos competidores en el mercado.
- Ayudas del gobierno por ser un proyecto de tipo innovador.
- Mercado poco explorado (diseño y desarrollo de productos dirigidos a adultos mayores).
- Crecimiento de la población de la tercera edad (envejecimiento de la población), debido a factores explicados anteriormente.
- El precio de los productos existentes en otros mercados como USA y Europa son muy costosos debido a los altos costos de mano de obra, impidiendo que las personas puedan adquirir este producto.
- Conocimiento en diseño de productos e investigación y desarrollo.

Debilidades:

- Poca oferta de recurso humano altamente calificado.
- Disponibilidad financiera.
- Altos costos en maquinaria.
- Poca experiencia a nivel laboral.

Amenazas:

- Nuevos competidores en el mercado debido al auge y al éxito que puede ocasionar este proyecto en un mercado que ha sido poco explorado en Colombia (diseño y desarrollo de productos dirigidos a adultos mayores).
- Productos sustitutos en el mercado como sillas de plástico.
- Posibles crisis económicas.

Oportunidades:

- Exportación del producto debido a su gran aceptación en el mercado nacional.
- Diversificación del portafolio de productos.
- Legislaciones que promuevan el uso de estos productos en instituciones tanto privadas como públicas.
- Tratados políticos como el (TLC), que permitan la exportación del producto con bajos aranceles.

1.3 ANÁLISIS DEL ENTORNO Y SECTORIAL (ver anexo 20)

1.4 JUSTIFICACIÓN

El deterioro en la fuerza y en capacidad motriz hacen que necesitemos productos que nos ayuden a realizar nuestras actividades cotidianas, entre estas esta el aseo personal que es una de las más peligrosas debido a la gran cantidad de accidentes que pueden ocurrir debido a las condiciones presentes en los baños, es por esto que el desarrollo de un sistema de descanso para la ducha (silla de ducha) se hace necesario, ya que ninguno de los productos analizados existentes en el mercado cumplen con todos los requerimientos o requisitos detectados al interpretar las necesidades en el PDS, por lo tanto surge la necesidad de un producto que satisfaga tales necesidades.

Este sistema tendría como fin: disminuir los accidentes que les ocurren a los adultos mayores y demás personas con alguna discapacidad en la ducha, brindar comodidad, confort, seguridad y confianza mediante un producto ergonómico y funcional, evitar la fatiga producida en las articulaciones debido al estar largos periodos de tiempo de pie, facilitar el aseo de personas que tienen movilidad reducida y a su vez a terceros que deben realizar el aseo de los adultos mayores y otras personas con discapacidades..

Hoy en día la mayoría de instituciones prestadoras de salud y ancianatos utilizan sillas genéricas de plástico que no están diseñadas para cumplir con las necesidades detectadas en la investigación, esto se debe principalmente a la parte económica, y es un acto irresponsable por parte de estas instituciones ya que se les está negando a los pacientes comodidad, seguridad y confianza solo por ahorrar dinero.

Con este producto se beneficiarían desde el usuario, enfermeras, familiares, hasta hospitales, clínicas y demás centros de salud.

Al analizar productos sustitutos y los realizados para esta actividad, se encontró que ninguno cuenta con todas de las siguientes características: plegable, que permita el aseo por parte de terceros, apoyabrazos, ergonómico y superficies antideslizantes.

1.5 USUARIO

El usuario principal al que está dirigido este producto son los adultos mayores, hombres y mujeres de 70 años en adelante, por lo general este tipo de usuario sufre de movilidad reducida y puede necesitar ayudas técnicas durante el baño que le garantice una mayor seguridad y estabilidad.

Al aumentar la edad los reflejos disminuyen y los riesgos de caídas se incrementan considerablemente, este usuario es una persona que necesita seguridad y comodidad, ya que está en una parte de su vida donde su rutina diaria consiste principalmente en descansar, y lo que busca es no complicarse la vida, buscando así, elementos que le ayuden a realizar las tareas cotidianas de forma cómoda, sencilla y segura.

Los adultos mayores de 70 años, en general son personas que no son muy activas, debido al desgaste en sus articulaciones, por esto les resulta difícil estar parados durante largos periodos, necesitando así en algunos casos ayudas como bastones, debido a esto, este usuario tiene un estilo de vida muy característico, que consiste en aprovechar todo el tiempo libre que tiene, por lo general en actividades que no demandan mucho esfuerzo físico, actividades como: jugar cartas, parques, leer, hacer crucigramas, arreglar cosas, tejer, ver televisión, etc.

Este usuario es una persona que busca constantemente la comodidad, goza de una gran experiencia, la cual le da muchos conocimientos de la vida en general, siendo así muy objetivo a la hora de tomar decisiones, por esto la mayoría de adultos mayores, son personas de mente cerrada, que temen probar cosas nuevas, porque piensan que si algo funciona bien para ellos ¿porqué cambiarlo?, esto es muy algo muy característico en todos, y los vuelve “tercos y obstinados”, resultándoles difícil aceptar que en algunos casos no tienen la razón, y creyendo así que como ellos hacen las cosas es la mejor forma.

Se concluye así que por lo general son personas, pensativas que reflexionan constantemente, son tercas, obstinadas, emotivas, fieles a las marcas y pasivas.

Cabe resaltar que este sistema funcionaría también para cualquier tipo de personas que por cualquier motivo no puedan bañarse parados y que tengan la movilidad reducida, entre ellos están las personas con alguna enfermedad, dolencia o discapacidad que les impida estar parados en la ducha, además de esto deben cumplir con una medidas específicas ya que el producto no está diseñado para niños ni para personas con sobrepeso.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de descanso en la ducha que garantice la seguridad y comodidad del usuario mediante la aplicación de las diferentes herramientas propias de la ingeniería y el diseño, teniendo en cuenta el consumidor final y los procesos de producción industrial colombianos.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar la silla desarrollada en proyecto 8 para sus correspondientes modificaciones y correcciones.
- Realizar análisis DFA del producto a rediseñar.
- Plantear, analizar y resolver los problemas de ingeniería y diseño presentes en el desarrollo del concepto, para dar cumplimiento a los requerimientos de diseño de producto planteados mediante el uso de herramientas como: sistemas CAD/CAM/CAE.
- Reevaluar para DFA el nuevo producto.
- Desarrollo de la ingeniería detallada del concepto definitivo, bajo el apoyo del PDS.
- Realizar planos de ingeniería.
- Fabricación del modelo funcional.

1.7 ALCANCE

Modelo funcional.

1.8 CRONOGRAMA (ver anexo 22)

2. DESARROLLO DEL CONCEPTO

El desarrollo del concepto parte de una silla desarrollada en las asignaturas proyecto 7 y proyecto 8 en los años 2008 y 2009, en la carrera ingeniería de diseño de productos en la universidad EAFIT, en estas asignaturas se debía desarrollar un producto dirigido al sector salud y con base a una charla del señor Juan David Escobar, se decidió que los productos a escoger para analizarlos deberían ser productos geriátricos, ya que según la charla, la población de personas adultas aumentaría según las proyecciones hechas por personas especializadas.

Una vez definido el tipo de productos a analizar se realizó un estudio para saber cuál de los productos analizados era el más viable para desarrollar, aquí se analizaron aspectos técnicos, del mercado y asociados al producto como la trazabilidad, la repetitividad, metrología, acceso a materiales y suministros, clasificación tecnológica según su factor de riesgo, procesos de certificación y protocolos involucrados, la infraestructura industrial necesaria para la producción en serie de las partes, entidades que podrían apoyar el desarrollo del producto, precio de los productos, compras promedio de los clientes, periodos de reposición, Características, atributos o beneficios clave del producto, entre otros.

Después de realizar el análisis anterior se encontró que las sillas de ducha y los sistemas de aseo eran los más viables para desarrollar en el proyecto. Ya definido el producto se empezó con una investigación cuyo objetivo era la realización del (PDS) especificaciones de diseño de producto, aquí se utilizaron principalmente entrevistas en profundidad a usuarios y expertos y análisis de datos secundarios. Una vez terminada la investigación y el (PDS) se realizaron propuestas de diseño que fueron evaluadas según una matriz evaluativa, de aquí salió la propuesta escogida para su rediseño.

Para el desarrollo de la silla en proyecto 7 y proyecto 8 se utilizaron metodologías expuestas por los siguientes autores:

- PUGH, Stuart (1991) "Total Design". Addison Wesley, Harlow (UK).
- BAXTER, Mike. Product Design. Chapman & Hall: London.1995.p 308
- CROSS, Nigel, Métodos de Diseño, México D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V., Grupo Noriega Editores, 2003. 190 p.
- EISSEN, Koos; STEUR, Roselien, "SKETCHING : DRAWING TECHNIQUES FOR PRODUCT DESIGNERS". Amsterdam: Bis publishers. 2007.
- ULRICH, Kart T. y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos. EU: McGraw Hill, 2004. Tercera Edición. 366 p.
- PALH & BEITZ, "Engineering Design: a systematic approach". Berlín: Springer: 1990.p.530

2.1 ANÁLISIS ALTERNATIVA PROYECTO 8 Y CORRECCIONES

Para el siguiente análisis se tomó como referente una silla de ducha desarrollada en la asignatura proyecto 8 en el primer semestre del año 2009, aquí después de realizar el prototipo de ensayarlo y probarlo se encontraron varias fallas las cuales se tomaran en cuenta para el rediseño de ésta.

De esta forma el desarrollo del concepto consiste en el rediseño de la silla anterior, conservando las características principales que obedecen a los requisitos en el PDS, pero corrigiendo los defectos encontrados en ella después de su fabricación.

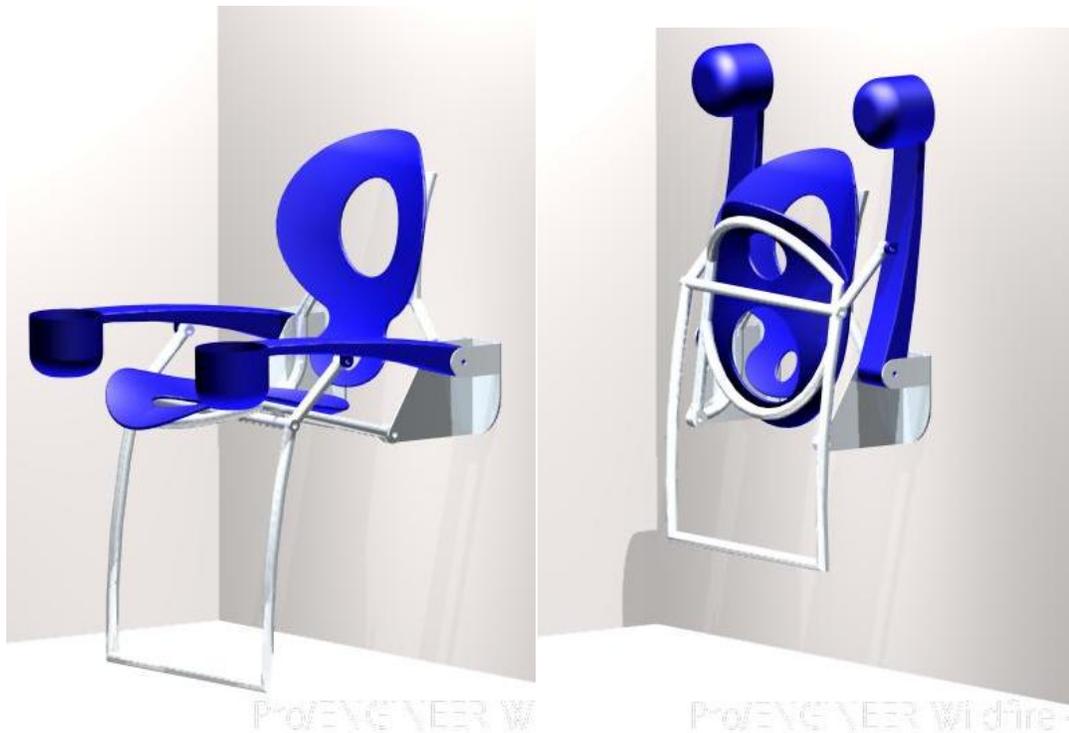


Imagen 6. Modelación silla asignatura proyecto 8.

A continuación se muestran las principales modificaciones realizadas según los hallazgos principales y el estudio de las medidas antropométricas al analizar la modelación y probar el prototipo:

Dentro de estos cambio los más importantes fueron las medidas ya que la que tenía el producto inicial no correspondían con las medidas antropométricas del colombiano promedio, para realizar estos cambia se realizo una investigación de los diferentes tipos de sillas en el mercado colombiano donde se saco un promedio de las diferentes medidas estándares ya que en Colombia no se posee información de este tipo.

- La distancia entre el piso y el asiento fue modificada según medidas antropométricas del usuario promedio colombiano.

(Ver anexo 10: medidas sillas).

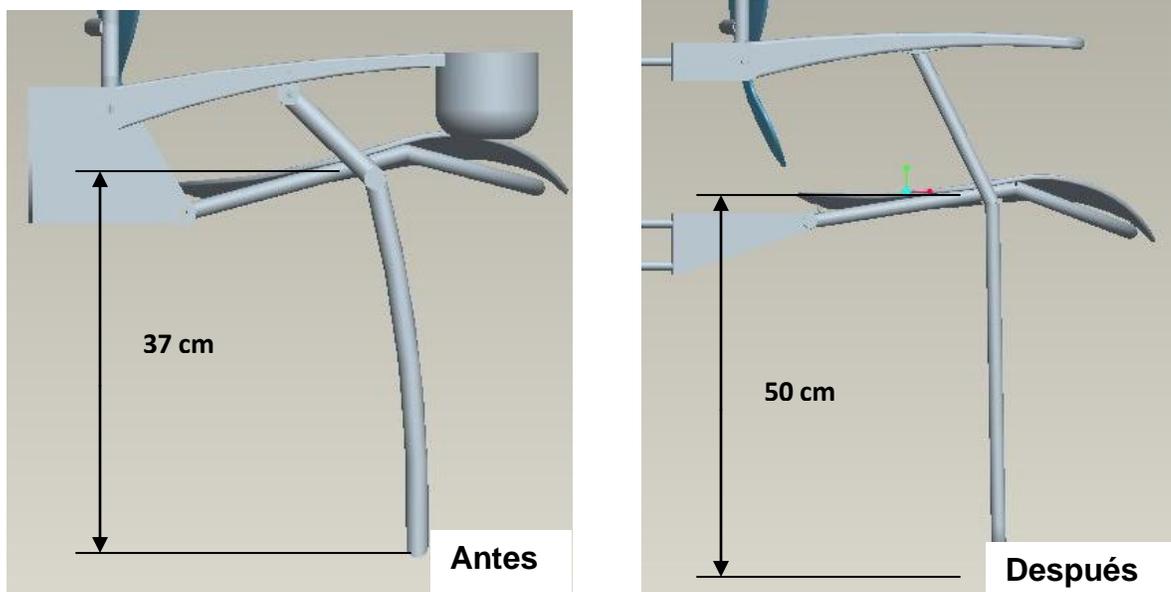


Imagen 7. Modificación 1 modelación proyecto 8.

- La distancia entre el apoyabrazos y el asiento fue modificada según medidas antropométricas del usuario promedio colombianos.
(Ver anexo 10: medidas sillas).

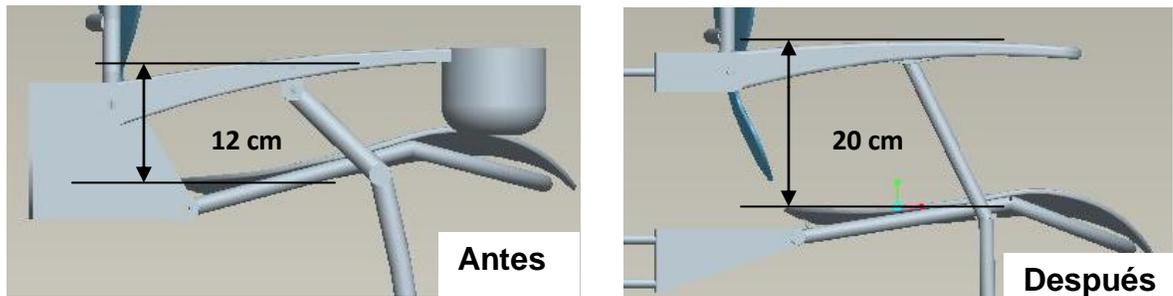


Imagen 8. Modificación 2 modelación proyecto 8.

- Se incorporó una conexión de vital importancia ya que en la anterior no estaba, la cual causaba que la silla se deslizará.

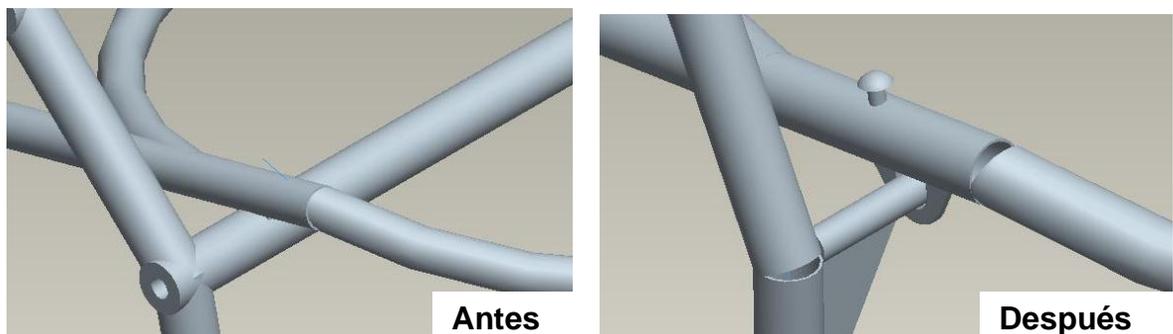


Imagen 9. Modificación 3 modelación proyecto 8.

- Los compartimientos para el jabón y el shampoo eran poco funcionales ya que al plegar la silla estos se caían.

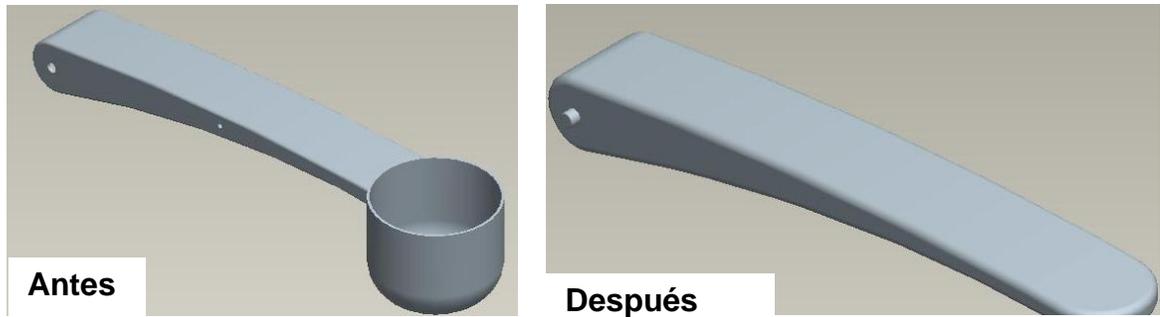


Imagen 10. Modificación 4 modelación proyecto 8.

- La conexión entre el apoyabrazos y la estructura se cambió.

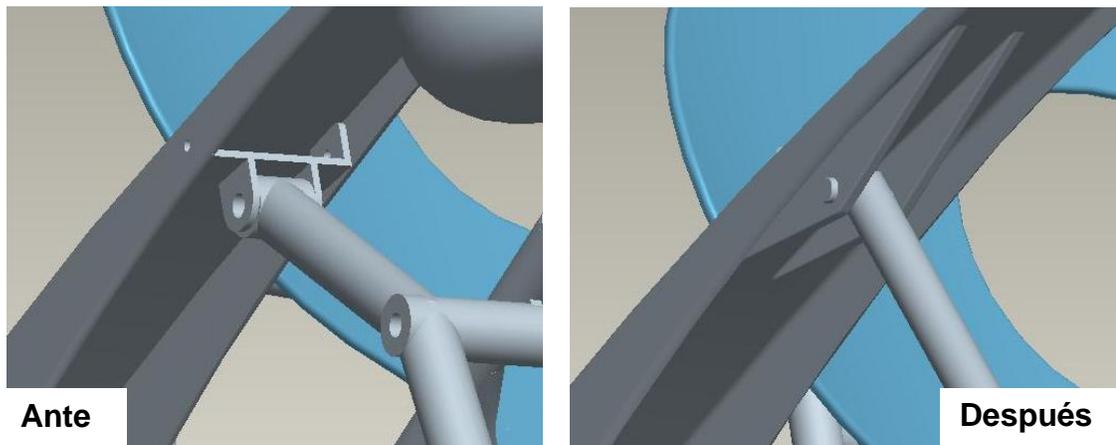


Imagen 11. Modificación 5 modelación proyecto 8

- Se incorporaron en la modelación todos los elementos faltantes tales como tornillos y roscas.

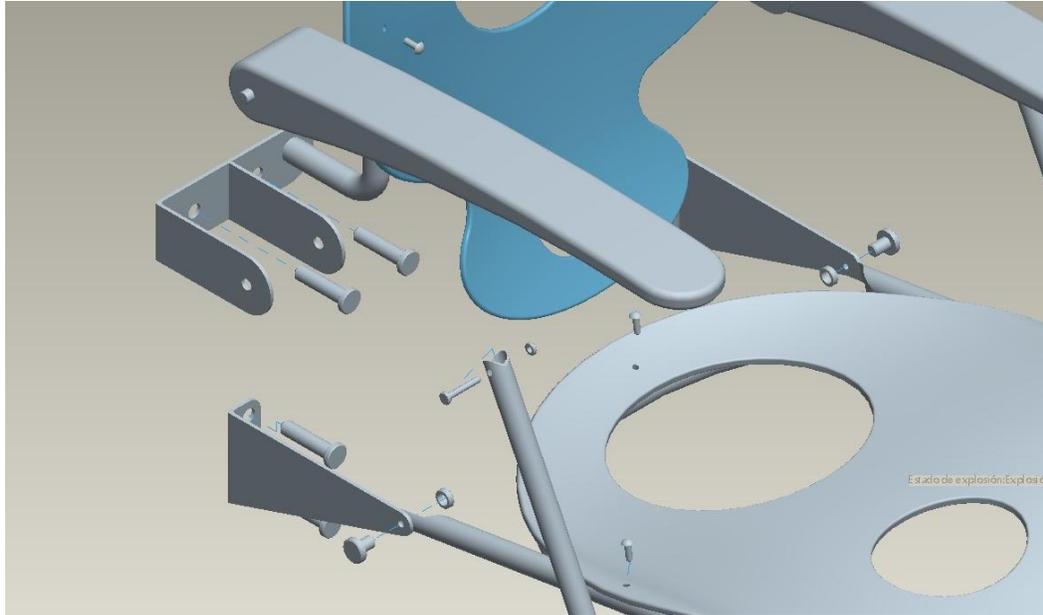


Imagen 12. Modificación 6 modelación proyecto 8

Nota: todas las imágenes expuestas anteriormente en el numeral 2.1 son de elaboración propia.

2.2 PROPUESTA A REDISEÑAR

La propuesta a rediseñar contiene las correcciones y modificaciones mencionadas anteriormente, a esta se le hará un análisis de (DFA) diseño para el ensamble para su rediseño.

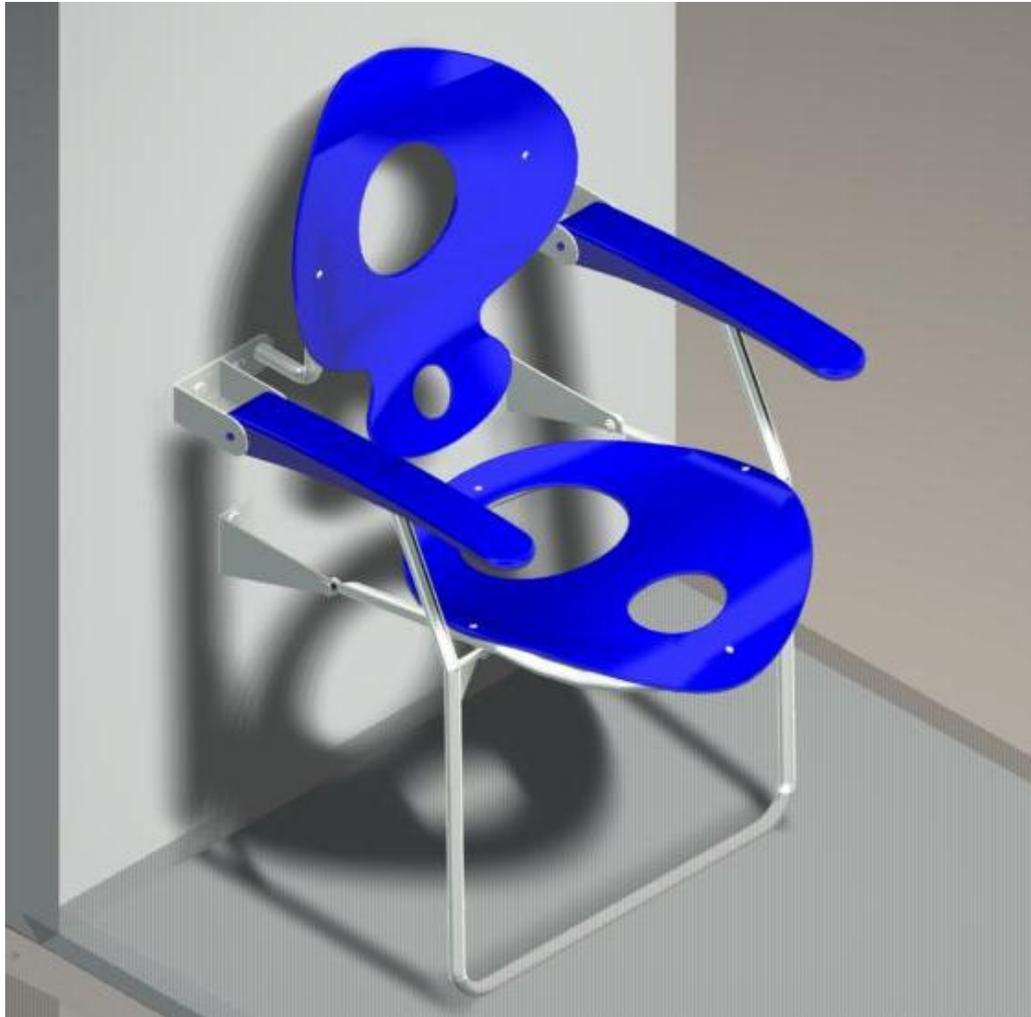


Imagen 13. Silla con modificaciones a rediseñar.

Fuente: elaboración propia.

2.3 REDISEÑO DEL PRODUCTO

Para este proceso se utilizó un software especial en rediseño de productos llamado “design for assembly” de Boothroyd Dewhurst, con el objetivo de reducir costos y tiempos de ensamble, al igual que el número de piezas y de procesos.

Este programa da indicaciones específicas sobre cuales piezas, ensambles o sub ensambles se deben revisar para considerar su rediseño, y debido a la extensión de piezas recomendadas solo se mostrara un ejemplo y las demás deberán ser vistas en los anexos indicados.

2.3.2 Recomendaciones para la silla de ducha a rediseñar

Para este análisis se definió la producción de 10.000 piezas ya que esta es la cantidad óptima por recomendaciones y costos para el proceso de inyección de plásticos.

- Se recomendó considerar el rediseño de las partes y sub ensambles para eliminar o reducir la dificultad de manejo como es el enredó entre piezas o su tamaño reducido para su agarre. **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 5 tabla 2).**

The individual assembly items listed below nest or tangle severely and/or are flexible. Consider redesign of the items to eliminate or reduce their handling difficulties.

Parent assembly	Name	Part number	Quantity	Time savings, s	Percentage reduction
SILLA DUCHA	ENSAMBLE SUPERIOR	002	1	4,00	0,04
ENSAMBLE SUPERIOR	SOPORTE SUPERIOR	003	1	3,80	0,04
SOPORTE SUPERIOR	ESTRUCTURA TUBULAR ESPALDAR	004	1	4,00	0,04
	SOPORTE PARED SUPERIOR	005	2	7,30	0,08
Totals				19,10	0,21

Tabla 1. Piezas recomendadas para revisar

- El programa recomendó revisar todas las piezas, sub ensamblés y procesos que puedan causar dificultades ergonómicas para el trabajador de ensamble, como lo son problemas de espalda y fatiga por la posición del cuerpo. **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 6).**
- Considerar el rediseño de las partes y sub ensamblés para eliminar o reducir la dificultad de manejo que causan los elementos que son voluminosos, difíciles de manejar, agarrar, controlar o que requieren 2 manos o 2 personas para controlar, llevar y manipular **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 5 tabla 3).**

- Rediseñar el ensamble lo más que sea posible para permitir el adecuado acceso y una visión sin restricciones para el desplazamiento o inserción de las piezas necesarias **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 4 tabla 1)**.
- Diseñar características de localización en las partes de acoplamiento del ensamble para eliminar la necesidad de sostener las piezas y sub ensambles durante el proceso de ensamble. **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 2 tabla 1)**.
- Agregar al ensamble y a las partes características como chaflanes y guías para que se alineen ellas mismas **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 2-3)**.
- Reducir el número de partes en el ensamble combinándolas con otras o eliminándolas. Al combinar las partes esto podría eliminar piezas como sujetadores y operaciones como soldadura, esto resulta en una reducción del tiempo mucho mayor **(ver piezas en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 1 tabla 1)**.
- Reducir al máximo la soldadura **(ver operaciones en anexo 12: recomendaciones para rediseño original pág. 1 tabla 2)**.

En general se recomienda reducir y simplificar las piezas y ensambles lo más que sea posible.

2.4 ANALISIS DE ERGONOMÍA

Este análisis se realizará con el fin de mejorar y asegurar la comodidad del usuario en el producto, ya que en la silla anterior no se realizó ningún estudio de este tipo, para esto se estudiaron diferentes imágenes con el propósito de definir las formas correctas en una silla con propiedades ergonómicas y así poder trasladarlas a la silla mediante el uso de superficies en PRO-E.

A continuación se muestran las diferentes imágenes con su respectivo análisis.

- En esta imagen se muestra la forma adecuada que debe llevar la columna para una correcta posición.

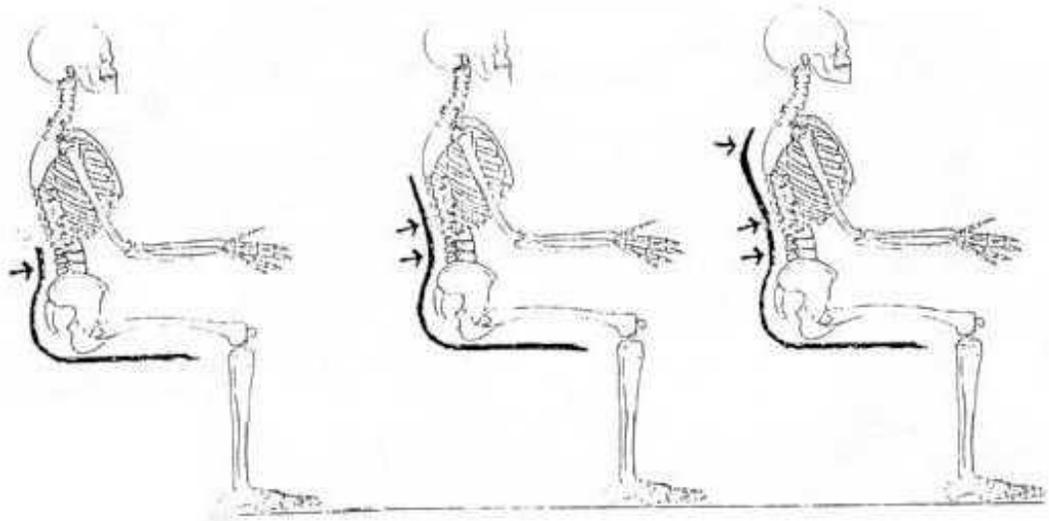
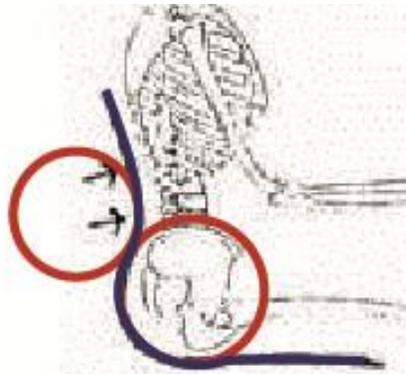


Imagen 14. Posición correcta de la columna estando sentado.

Fuente: www.estrucplan.com.ar

- Después de analizar la imagen anterior, está se escaló a escala 1:1 en un programa de diseño (Corel draw) teniendo en cuenta las medidas de el colombiano promedio, con el fin de definir las medidas en la geometrización de la forma y así traspasarlas al modelo.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Imagen 15. Geometrización.

- Para el asiento se analizó la siguiente imagen, ya que se concluyo que esta tiene la forma indica para sentarse de forma correcta. Dando al usuario promedio una gran comodidad.



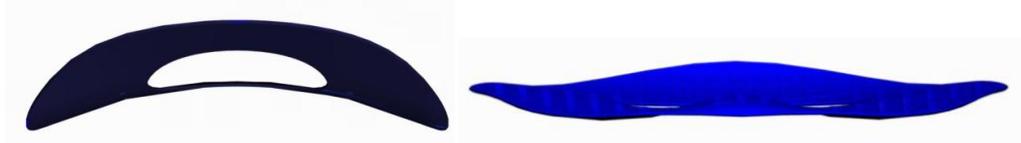
Fuente: www.estrucplan.com.ar



Fuente: Elaboración propia

Imagen 16. Geometrización asiento.

- El espaldar y el asiento son cóncavos además de tener un perfil que se adapta a la correcta posición que debe llevar la columna, esto se puede observar también el anexo: medidas silla, y garantiza una mejor adaptación del cuerpo a la silla.



Vista superior espaldar

vista frontal asiento

Imagen 17. Ergonomía espaldar y asiento.

Fuente: elaboración propia

- Para las medidas finales de la silla se analizaron diferentes imágenes (**ver anexo 10: medidas sillas**) esto con el fin de tener una idea de las medidas generales en una silla.

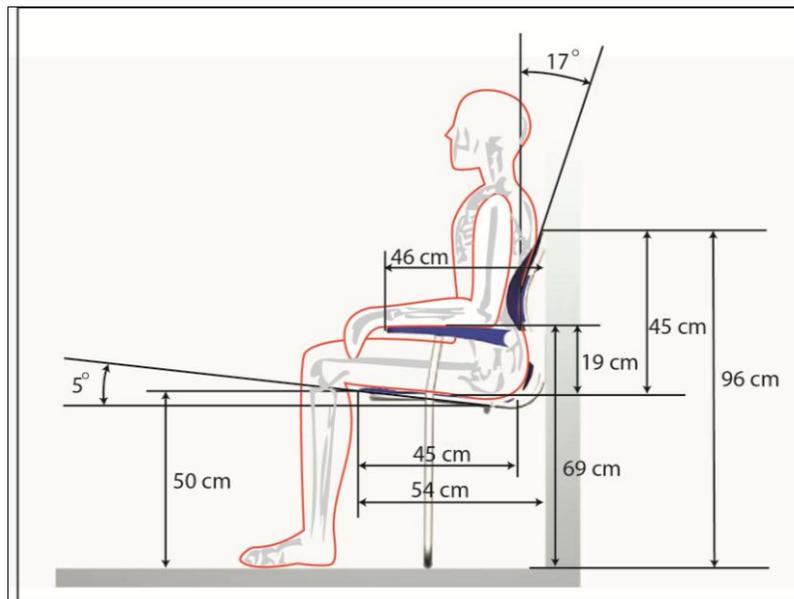


Imagen 18. Medidas generales.

Fuente: elaboración propia

- Además de esto se tomaron medidas en una silla real con características ergonómicas para compararlas con las anteriores y así poder validar las medidas **(ver anexo 11: medidas silla real)**.

2.5 PROPUESTA FINAL REDISEÑADA

La propuesta final es el resultado de las modificaciones realizadas después de analizar la silla desarrollada en proyecto 8, de los datos arrojados por el programa de diseño para el ensamble y del estudio de ergonomía.

También se agregaron nuevas características como superficies antideslizantes en el asiento y en los apoyabrazos, venas de refuerzo en el espaldar y el asiento con el fin de evitar el movimiento en las uniones y así disminuir el desgaste y la posible ruptura de las piezas plásticas.

A continuación se muestra la silla rediseñada.

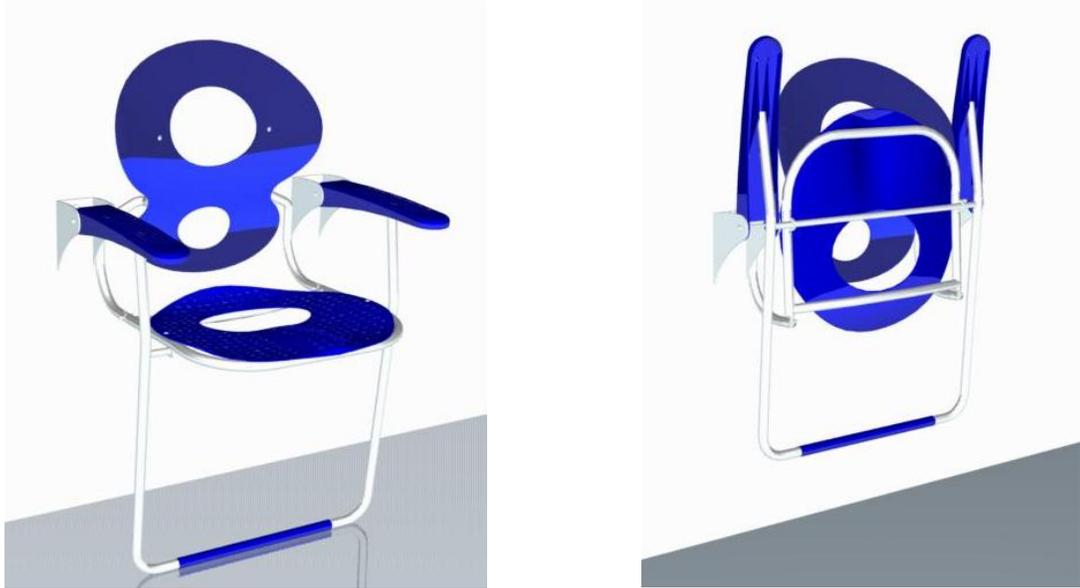
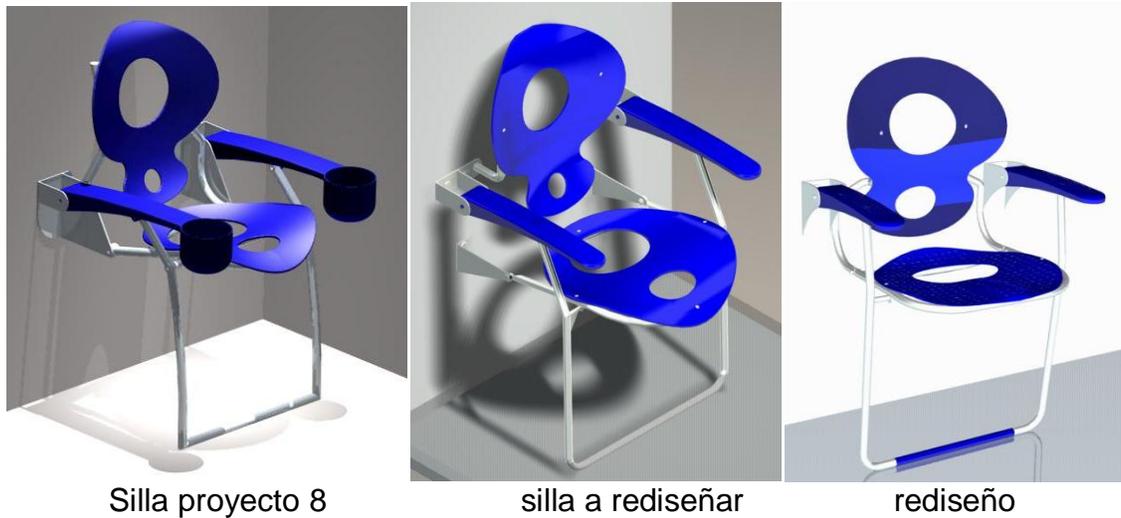


Imagen 19. Modelación silla rediseñada.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la evolución desde la alternativa de proyecto 8 hasta el rediseño.



Silla proyecto 8

silla a rediseñar

rediseño

Imagen 20. Evolución silla.

Fuente: Elaboración propia

2.4.1 Análisis de diseño para el ensamble propuesta final, programa (DFA) (ver anexo 10: recomendaciones para rediseño)

Este análisis se hizo con el fin de poder comparar los datos con el análisis de (DFA) de la silla a rediseñar.

- El programa recomendó revisar todas las piezas, sub ensambles y procesos que puedan causar dificultades ergonómicas para el trabajador de ensamble **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 5-6).**
- Se recomendó considerar el rediseño de las partes y sub ensambles para eliminar o reducir la dificultad de manejo **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 4 tabla 2).**
- Considerar el rediseño de las partes y sub ensambles para eliminar o reducir la dificultad de manejo que causan los elementos que son voluminosos, difíciles de manejar, agarrar, controlar o que requieren 2 manos o 2 personas para controlar, llevar y manipular **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 4 tabla 3).**
- Rediseñar el ensamble lo más que sea posible para permitir el adecuado acceso y una visión sin restricciones para el desplazamiento o inserción de las piezas necesarias **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 3 tabla 1).**
- Diseñar características de localización en las partes de acoplamiento del ensamble para eliminar la necesidad de sostener las piezas y sub ensambles durante el proceso de ensamble **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 1 tabla 3).**

- Agregar al ensamble y a las partes características como chaflanes y guías para que se alineen ellas mismas **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 2)**.
- Reducir el número de partes en el ensamble combinándolas con otras o eliminándolas. Al combinar las partes esto podría eliminar piezas como sujetadores y operaciones como soldadura, esto resulta en una reducción del tiempo mucho mayor **(ver piezas en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 1 tabla 1)**.
- Reducir al máximo la soldadura **(ver operaciones en anexo 13: recomendaciones para rediseño pág. 1 tabla 2)**.

2.5 CONCLUSIONES COMPARATIVAS (DFA) (Ver anexos 14 y 15)

La silla desarrollada en proyecto 8 tenía 56 piezas en total, se redujo a 44 después de unos ajustes y modificaciones necesarios para su posterior análisis de DFA, una vez terminados estos ajustes se aplicó el análisis de DFA.

- en total la silla pasó de tener 56 piezas en proyecto 8, a 31 piezas una vez terminado el rediseño, una reducción del 44.64%.

Las cifras siguientes son al comparar la propuesta con ajustes y modificaciones (silla a rediseñar) y el rediseño final.

- Se redujo el número de partes en un 29.54%, de 44 a 31, un total de 13 partes.
- Los sub ensambles se redujeron un 50%, de 10 a 5, un total de 5 sub ensambles.
- Las operaciones estándares redujeron en un 40%, de 15 a 6, un total de 9 operaciones.

Para 10.000 piezas.

TRM: \$ 1.800

Tiempo total de ensamble.

- El tiempo total de la mano de obra en el ensamble para la silla sin rediseñar es de 9005.78 segundos.
- El tiempo total de la mano de obra en el ensamble para la silla rediseñada es de 2433.73 segundos.
- El tiempo total de la mano de obra en el ensamble se redujo en un 72.97%, de 9005.78 segundos a 2433.73 segundos, de 150 minutos a 40.5 minutos.

Nota: Estos tiempos no son reales, son comparativos o de referencia

Costos.

- El costo total de la mano de obra en el ensamble para la silla sin rediseñar es de \$ 21.242,83.
- El costo total de la mano de obra en el ensamble para la silla rediseñada es de \$ 6.450,95.
- El costo total de la mano de obra en el ensamble se redujo en un 69.63%, de \$ 21.242,83 a \$ 6.450,95.

- La reducción del costo total de la mano de obra en el ensamble fue de \$14.791,88.
- El costo de las operaciones en la silla sin rediseñar es de \$ 25.722,75
- El costo de las operaciones en la silla rediseñada es de \$ 5.052,99
- El costo de las operaciones se redujo en un 80.35%, de \$ 25.722,75 a \$ 5.052,99.
- El costo total por producto sin incluir el mecanizado de las piezas (solo el ensamble y la soldadura) de la silla sin rediseñar es de \$ 46.965,59.
- El costo total por producto sin incluir el mecanizado de las piezas (solo el ensamble y la soldadura) para la silla rediseñada es de \$11.503,94
- El costo total de ensamble por producto sin incluir el mecanizado de las piezas se redujo en un 75.50%, de \$ 46.965,59 a \$ 11.503,94.

Nota: los valores dados no son reales, son de referencia.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La silla SD-1 de la marca SAM es una silla de ducha diseñada para los adultos mayores, ofreciéndole comodidad y seguridad.

Con un completo diseño la silla SD-1 de SAM se caracteriza por:

1. Posee superficies ergonómicas en el asiento y el espaldar ofreciendo mayor comodidad.

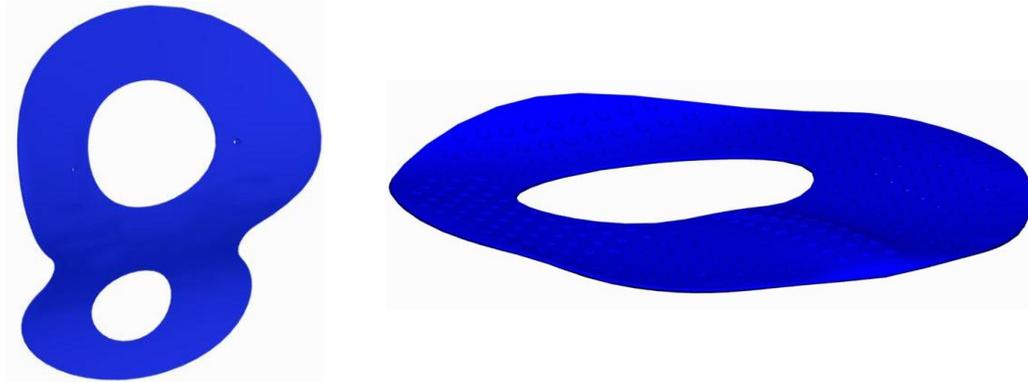


Imagen 21. Asiento y espaldar.

Fuente: Elaboración propia

2. Posee superficies antideslizantes en el asiento y el apoyabrazos brindando mayor seguridad.

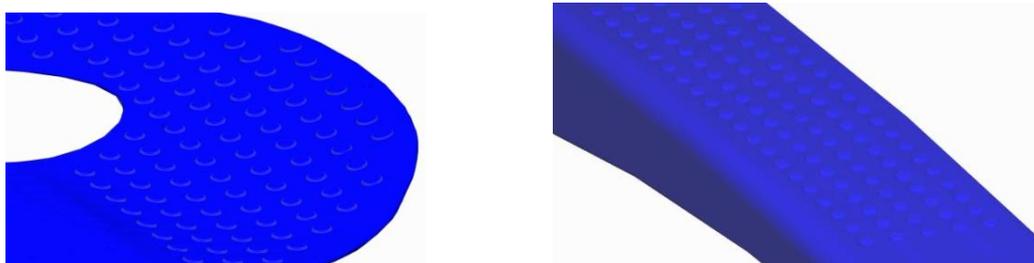


Imagen 22. Superficies antideslizantes.

Fuente: Elaboración propia

3. Es totalmente plegable facilitando así el acceso de quienes no utilicen el producto.

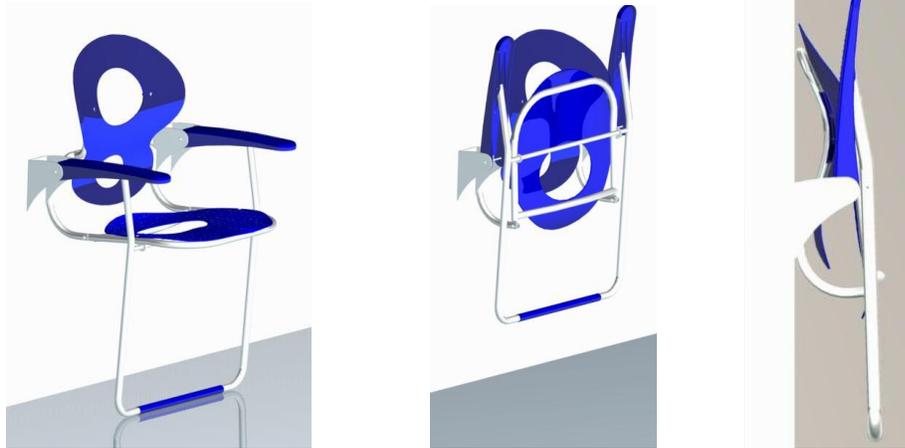


Imagen 23. Silla plegada.

Fuente: Elaboración propia

4. Sus apoyabrazos facilitan el sentarse y pararse brindando seguridad y comodidad.



Imagen 24. Apoyabrazos.

Fuente: Elaboración propia

5. Posee un agujero que permiten el aseo genital por parte de terceros.

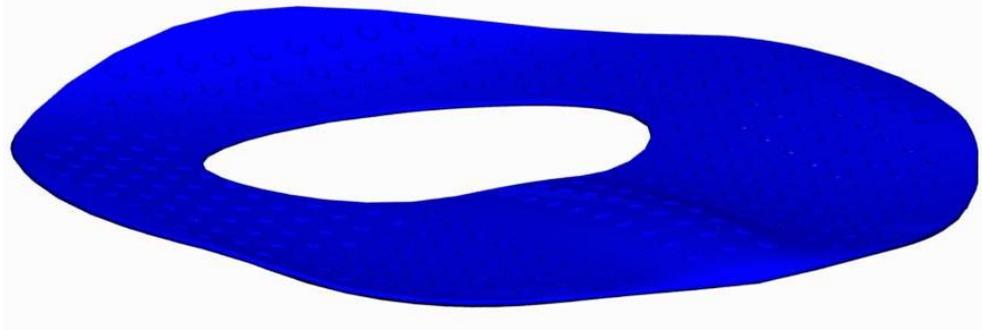


Imagen 25. Agujero asiento.

Fuente: Elaboración propia

2.8 MATERIALES

Para la selección de los materiales se realizó una comparación entre polietileno de alta densidad, poliestireno y ABS. Donde se llegó a la conclusión de utilizar polietileno de alta densidad por que las características de este eran más apropiadas para este producto, se consultó con un experto en materiales, quien después de haberle explicado el proyecto y las condiciones a las que iba a estar expuesto el producto, estuvo de acuerdo con esta selección para el desarrollo de las piezas plásticas.

Para la estructura se realizó una comparación entre aluminio, acero inoxidable y acero 1020.

Para ambas comparaciones se realizó una ponderación donde 5 era la calificación más alta y 1 la más baja.

Piezas plásticas.

características	ABS	PS	PEHD
Resistencia impacto	4	2	4
Resistencia químicos	3	3	3
costo	2	4	5
total	9	9	12

Tabla 2. Matriz evaluativa piezas plásticas

Fuente: elaboración propia

Piezas metálicas.

características	aluminio	Acero inox	Acero 1020
peso	4	3	1
resistencia al oxido	4	5	2
costo	3	1	4
total	11	9	7

Tabla 3. Matriz evaluativa piezas metálicas

Fuente: elaboración propia

Características del polietileno de alta densidad.

El polietileno de alta densidad es un polímero que se caracteriza por:

- Excelente resistencia térmica y química.
- Muy buena resistencia al impacto.
- Es sólido, incoloro, translúcido, casi opaco.
- Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformado empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión. Es flexible, aún a bajas temperaturas.
- Es tenaz.
- Es más rígido que el polietileno de baja densidad.
- Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
- Es muy ligero.
- Su densidad es igual o menor a 0.952 g/cm³.
- No es atacado por los ácidos, resistente al agua a 100°C y a la mayoría de los disolventes ordinario.

Fuente: www.ficunfv.com/articulos/46-articulos/216-polietileno-de-alta-densidad-hdpe

ALUMINIO ALEACIÓN MAGNESIO SILICIO 6063

Productos

Barras - Tubos - Perfiles - Alambre

Aplicaciones y usos típicos

Esta aleación debido a su gran facilidad de extrusión, obtiene características mecánicas adecuadas, un correcto aspecto de superficie y buen coloreado. Al anodizarse tiene múltiples aplicaciones.

El aluminio aleación magnesio silicio 6063 se utiliza en perfiles de carpintería metálica, manillas, pomos, herrajes, sillas de terraza, campo y playa.

De uso general donde se busque una aplicación decorativa.

Propiedades Mecánicas

ESTADO	Carga de rotura Rm N/mm2	Límite elástico Rp 0.2 N/mm2	Alargamiento 5,65 V So	Resistencia de la Cizalladura N/mm2	Dureza	
					Brinell(HB)	Vickers
T4	150	90	22	-	42	-
T5	220	170	14	140	65	-

Propiedades Físicas

Módulo elástico N/mm2	Peso específico gms/cm3	Temperatura de fusión °C	Coefficiente de dilatac. lineal (20°-100°) 10-6/°C	Conductividad térmica w/m °C	Resistencia eléctrica Micro Ohm cm.	Conduct. eléctrica % IACS	
69.000	2,70	580-650	23´5	170	3´6	-	0´86

Tabla 4. Propiedades mecánicas aluminio aleación magnesio silicio 6063.

Fuente: www.broncesval.com/catalogo/index.asp?categoria=1&producto=10

2.9 COLORES

Se escogió azul en el producto ya que este es el color más adecuado según sus funciones, contexto y su usuario, a continuación se presenta el significado y lo que transmite este color.

- El azul es el color del cielo y del mar, por lo que se suele asociar con la estabilidad y la profundidad.
- Representa la lealtad, la confianza, la sabiduría, la inteligencia, la fe, la verdad y el cielo eterno.
- Se le considera un color beneficioso tanto para el cuerpo como para la mente. Retarda el metabolismo y produce un efecto relajante. Es un color fuertemente ligado a la tranquilidad y la calma.
- En heráldica el azul simboliza la sinceridad y la piedad.
- Es muy adecuado para presentar productos relacionados con la limpieza (personal, hogar o industrial), y todo aquello relacionado directamente con:
- Es adecuado para promocionar productos de alta tecnología o de alta precisión.
- Al contrario de los colores emocionalmente calientes como rojo, naranja y amarillo, el azul es un color frío ligado a la inteligencia y la consciencia.
- El azul es un color típicamente masculino, muy bien aceptado por los hombres, por lo que en general será un buen color para asociar a productos para estos.
- Sin embargo se debe evitar para productos alimenticios y relacionados con la cocina en general, porque es un supresor del apetito.

Fuente: www.webusable.com/coloursMean.htm

2.10 IMAGEN CORPORATIVA

2.10.1 Selección del nombre de la marca

Con el propósito que el nombre contribuya con el éxito de la empresa, se tuvo en cuenta sus beneficios, el mercado meta y la experiencia del usuario con el producto.

Los siguientes puntos exponen las razones por las cuales se llegó al nombre *SAM*, además demuestra su validez y la conveniencia de su utilización:

1. Sugiere algo de los beneficios y las cualidades de la empresa. Ya que la función principal de los productos que allí se ofrecen es que el usuario puedan identificar que estos productos están diseñados para él.
2. Es fácil de pronunciar, reconocer y sobre todo recordar. Es sonoro y se queda en la mente de los consumidores lo cual es ideal en la etapa de introducción al mercado.

2.10.2 Logotipo y logo símbolo

Para el desarrollo del logotipo se escogió como referente formal las tortugas, ya que ese animal es símbolo de longevidad y sabiduría, términos muy relacionados con el usuario, además de esto también se tendrá en cuenta el contexto, el tipo de proyecto y el sector al que pertenece. A continuación se hará una síntesis formal a partir de algunas imágenes recopiladas.



www.shutterstock.com · 16230649



www.shutterstock.com · 51665794



www.shutterstock.com · 73955347



www.shutterstock.com · 64912264



www.shutterstock.com · 210169



www.shutterstock.com · 65077177



www.shutterstock.com · 7124245



www.shutterstock.com · 15835255



www.shutterstock.com · 15911746



www.shutterstock.com · 69208228

Imagen 26. Imágenes para la realización de la síntesis formal.

2.10.3 Síntesis formal

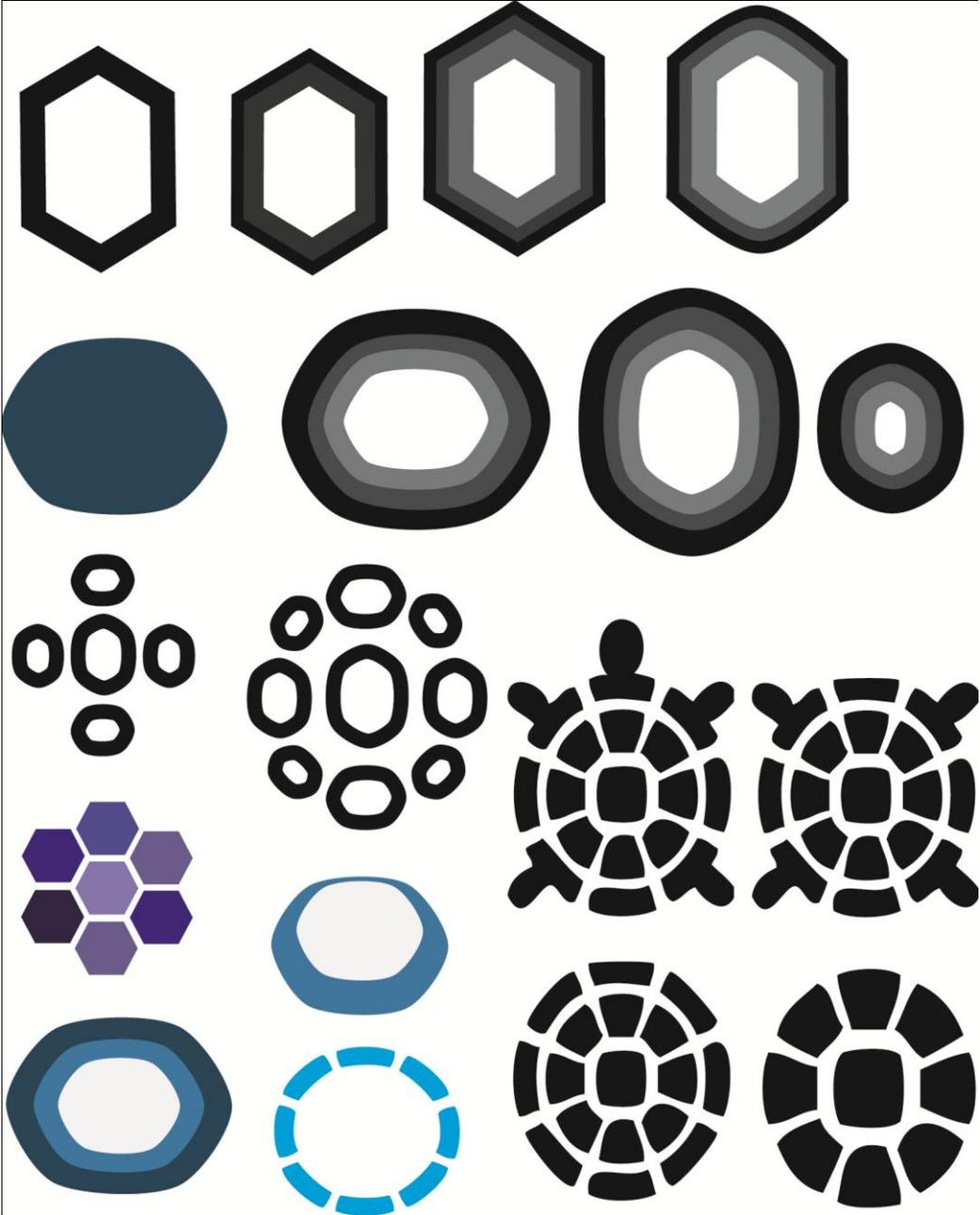


Imagen 27. Síntesis formal.



Imagen 28. Logotipo y logo símbolo.

2.10.4 Slogan

Soluciones para adultos mayores.

3. DISEÑO DE DETALLE

3.1 MODELACIÓN 3D (la fuente de las imágenes son de elaboración propia)

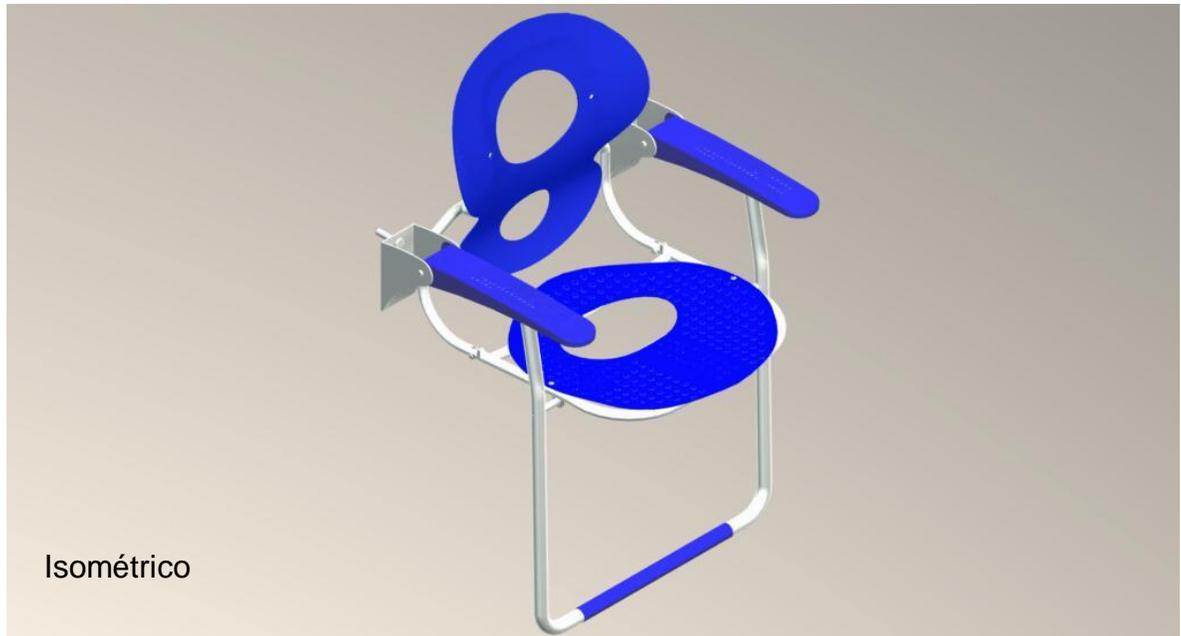


Imagen 29. Modelación 3d (isométrico).

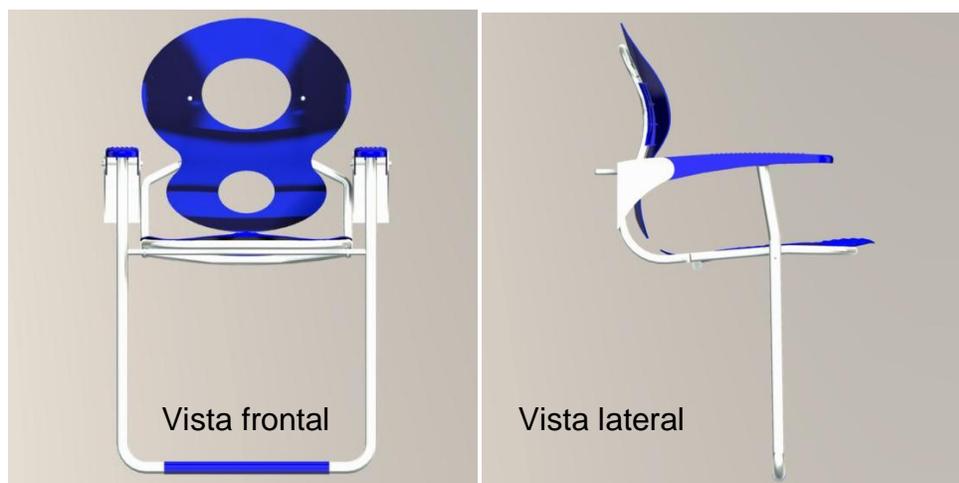


Imagen 30. Vista frontal y lateral modelación 3d.

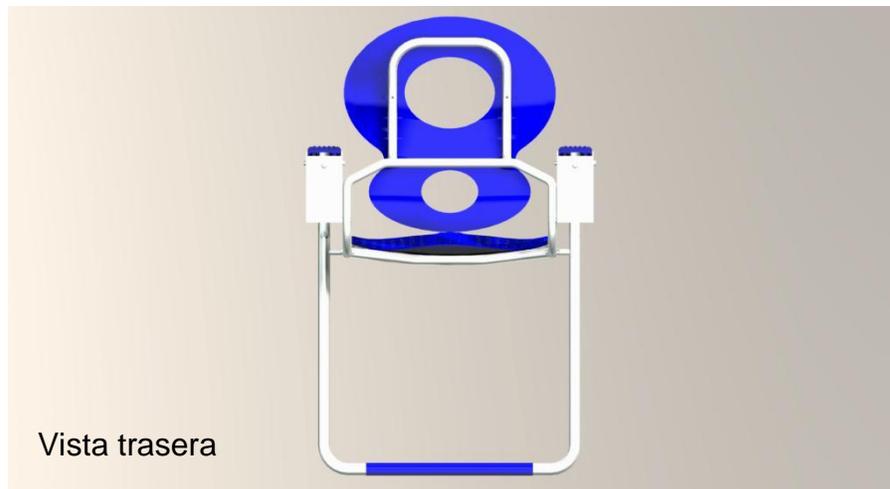
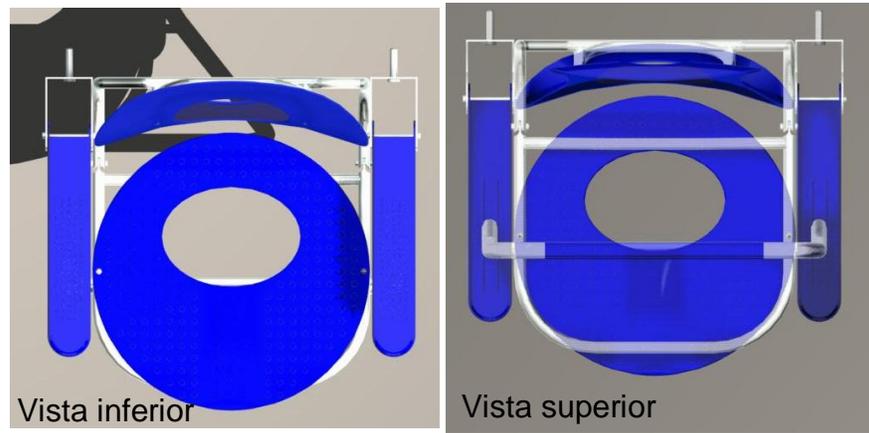
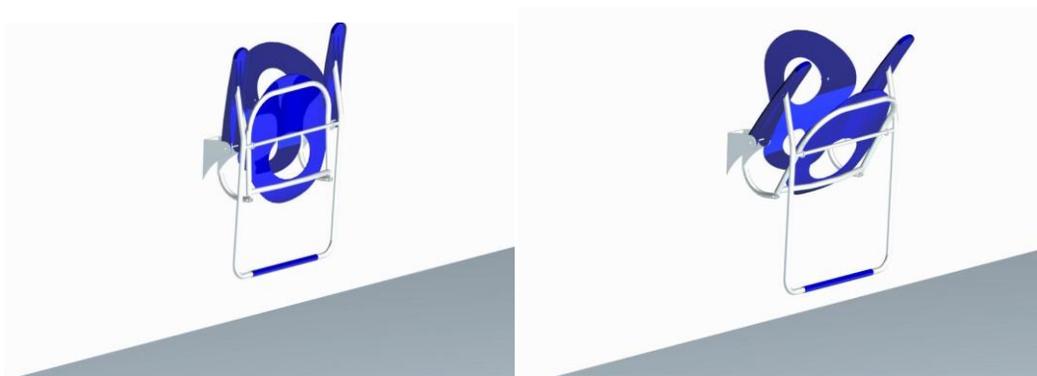


Imagen 31. Vista inferior, superior y trasera modelación 3d.



3.2 ANÁLISIS ELEMENTOS FINITOS

3.2.1 Planteamiento del problema

Se desea por el método de elementos finitos analizar diferentes calibres para el chasis de la silla ducha, y de este análisis obtener los resultados necesarios para decidir cuál es el mejor calibre que cumpla con los requisitos de diseño de la silla ducha.

3.2.2 Tipo de elementos

Se trabaja con elementos tipo viga (en ANSYS: structural mass – beam – 2 node 188).

3.2.3 Propiedades del material

Se trabaja con aleación de aluminio tipo 6xxx, Los principales elementos aleantes de este grupo son magnesio y silicio. Con unas condiciones de tratamiento térmico T6 alcanza una resistencia a la tracción de 42 kpsi (290 MPa) y es utilizada para perfiles y estructuras en general. El cual es un material estructural, lineal, elástico e isotrópico. Sus propiedades son:

- Densidad: 2.69 gr/cm³
- Resistencia a la fluencia: 180 Mpa
- Coeficiente de Poisson: 0.33
- Modulo de elasticidad: 68300 Mpa

3.2.4 Condiciones de frontera

El estudio de este chasis tiene como objetivo hallar cual es el calibre que cumplen con las características de diseño que debe cumplir la estructura para un correcto funcionamiento y garantizarle seguridad al usuario. Las características que se esperan hallar son:

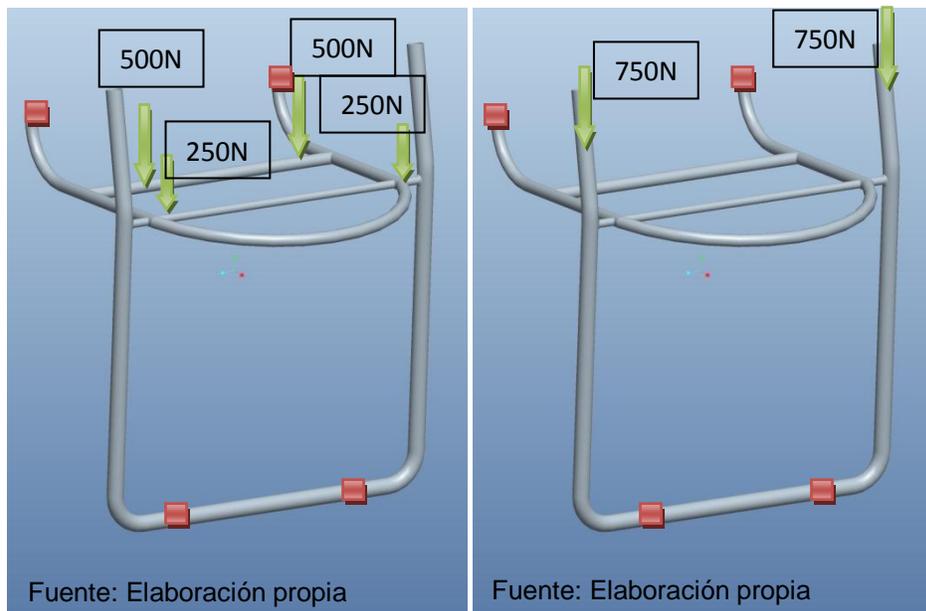
- Un factor de seguridad mayor que 3 para evitar cualquier tipo de accidente.
- Una deformación t total menor de 1mm para asegurar que el chasis no sufre una deformación critica que puede comprometer su seguridad y generar nuevos esfuerzos que reduzcan el factor de seguridad del chasis.

3.2.5 Aplicación de las cargas

El chasis de la silla ducha está sometido a una carga que es el peso de un usuario de 150Kg (1500N).

Esta carga se aplicara de dos formas.

- La primera es distribuida en el asiento para ver cómo se comporta el chasis mientras la persona está sentada.
- La segunda está dividida en los apoya brazos para ver el comportamiento del chasis cuando la persona se sienta o se para de la silla.



CARGAS ASIENTO

CARGA APOYA BRAZOS

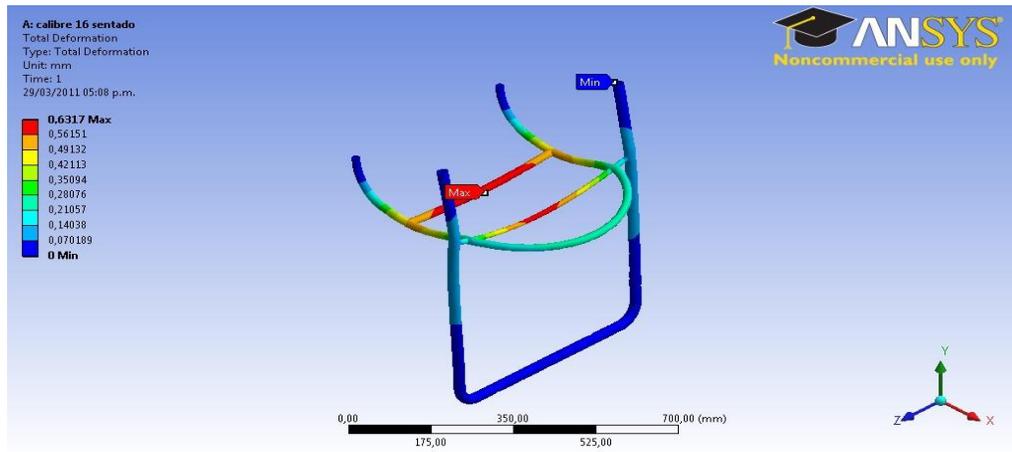
■ Restricciones de movimiento

Imagen 33. Cargas y restricciones de movimiento.

3.2.6 Análisis de esfuerzos y deformaciones

3.2.6.1 Análisis de deformación total para calibre 16 (1.5mm)

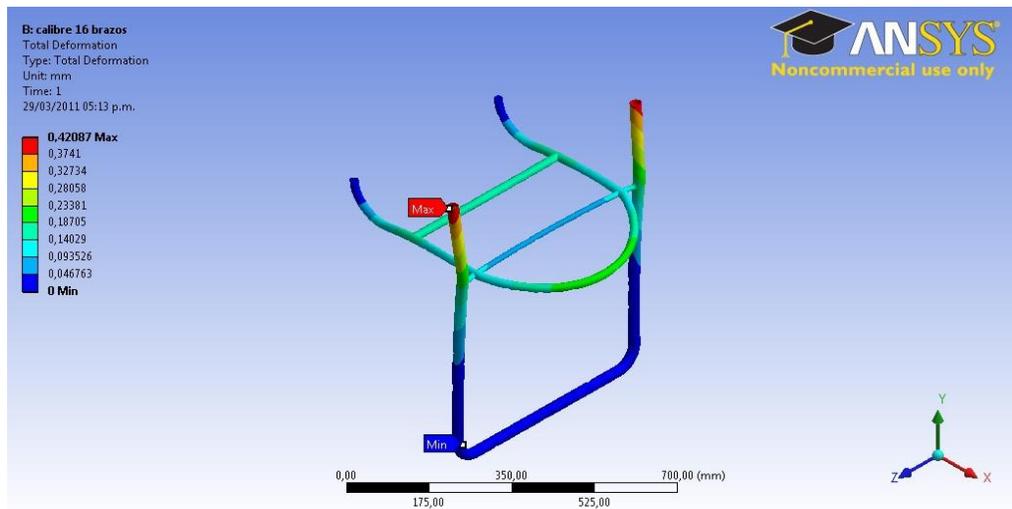
- Fuerzas en el asiento.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 34. Deformación con fuerzas en el asiento calibre 16.

- Fuerzas en los apoya brazos.

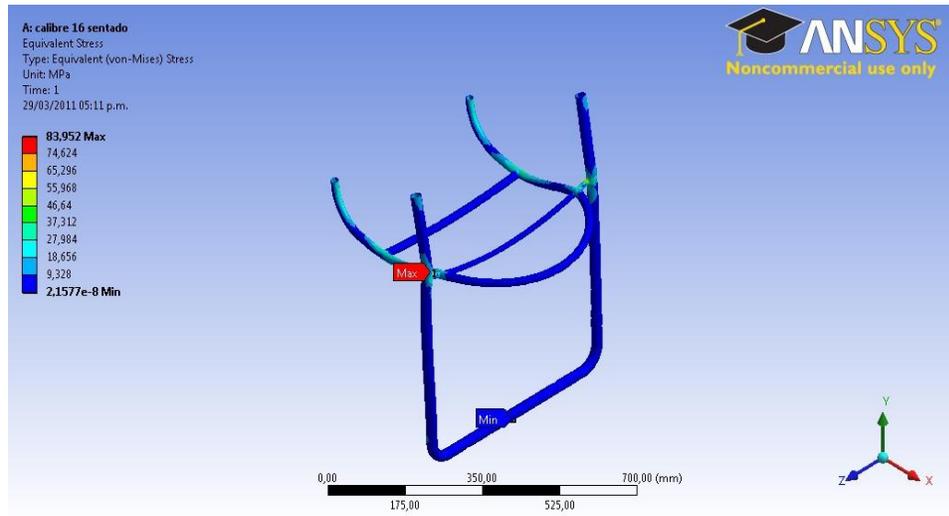


Fuente: Elaboración propia

Imagen 35. Deformación fuerzas en los apoyabrazos calibre 16.

3.2.6.2 Análisis de esfuerzo de von-mises calibre 16 (1.5mm)

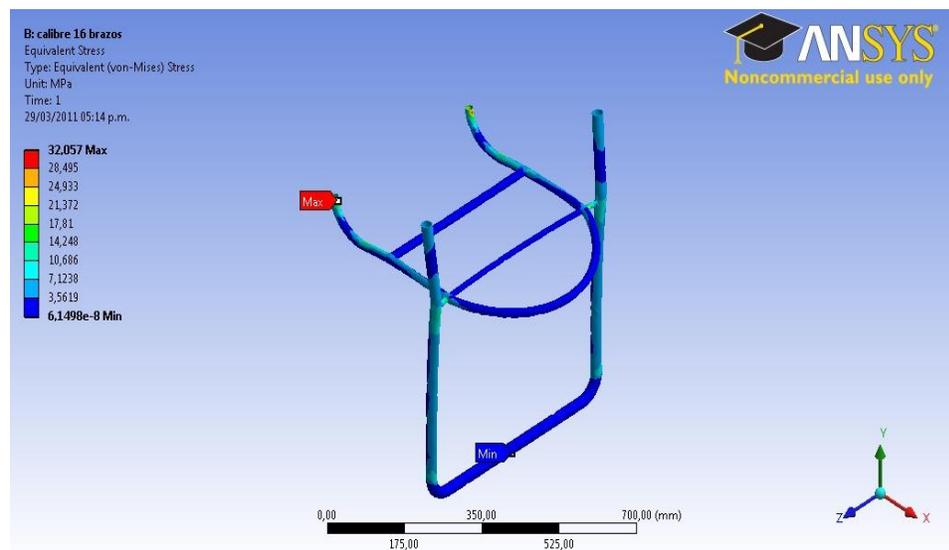
- Fuerzas en el asiento.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 36. Esfuerzo von-mises con fuerzas en el asiento calibre 16.

- Fuerzas en los apoya brazos.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 37. Esfuerzo von-mises con fuerzas en los apoyabrazos calibre 16.

3.2.6.3 Análisis de deformación total calibre 18 (1.2mm)

- Fuerzas en el asiento.

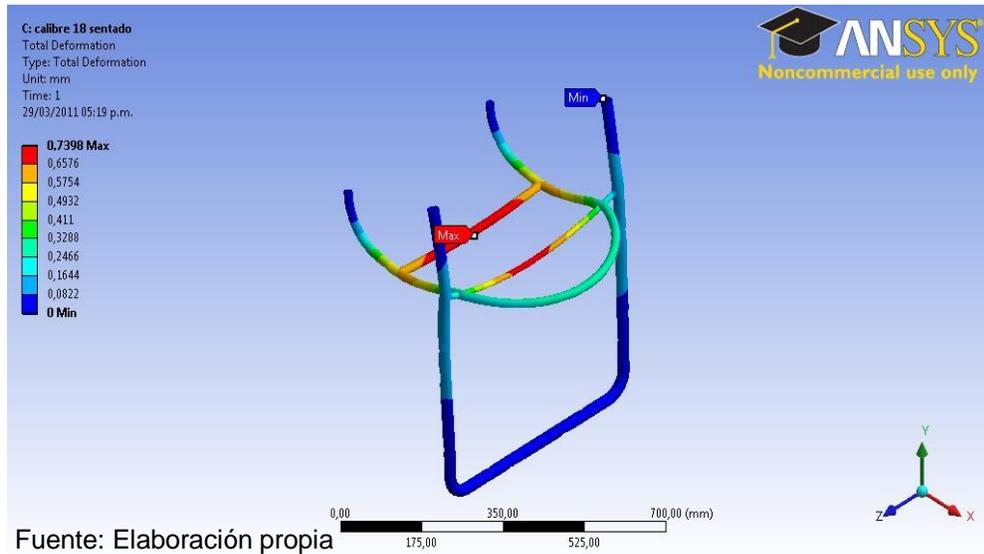


Imagen 38. Deformación con fuerzas en el asiento calibre 18.

- Fuerzas en los apoya brazos.

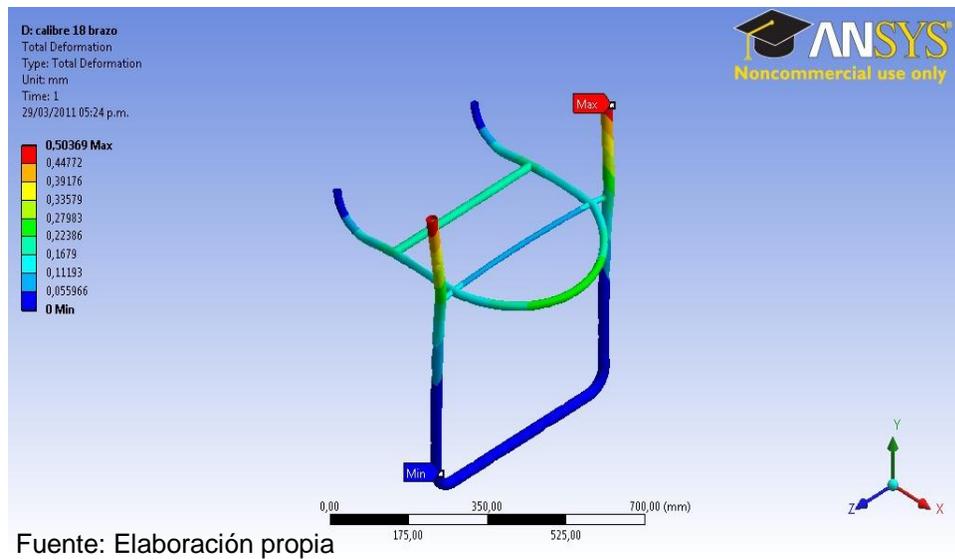
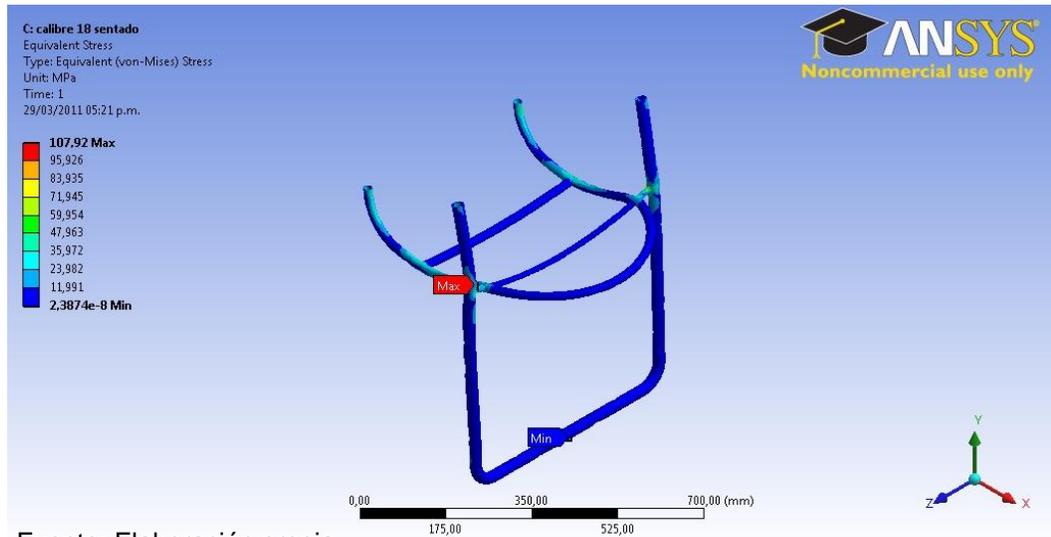


Imagen 39. Deformación con fuerzas en los apoya brazos calibre 18.

3.2.6.4 Análisis de esfuerzo de von-mises calibre 18 (1.2mm)

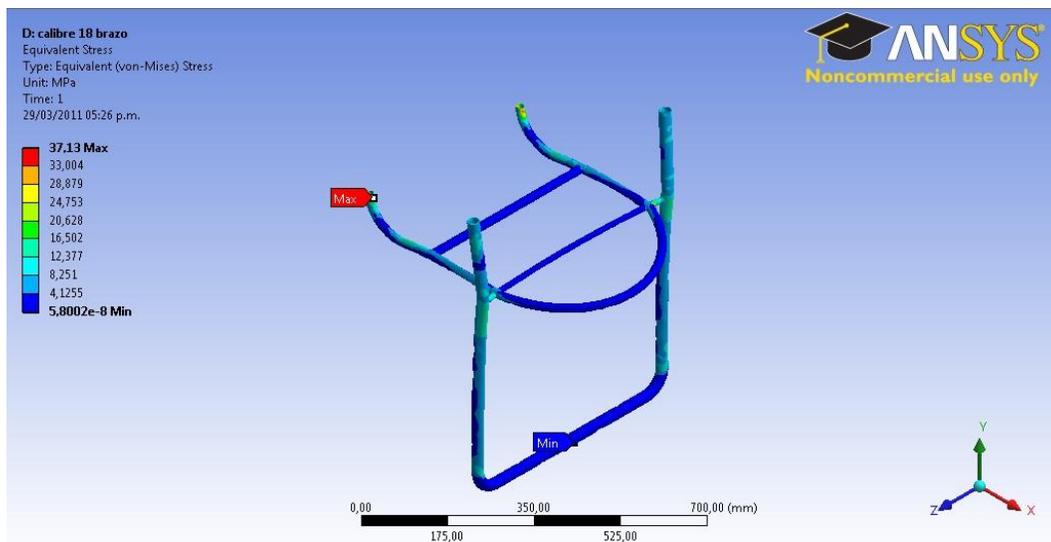
- Fuerzas en el asiento.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 40. Esfuerzo von-mises con fuerzas en el asiento calibre 18.

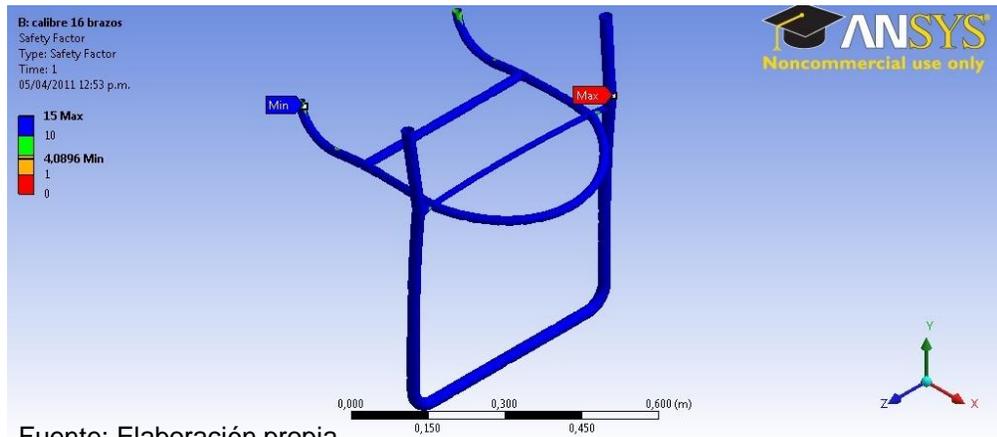
- Fuerzas en los apoya brazos.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 41. Esfuerzo von-mises con fuerzas en los apoyabrazos calibre 18.

- Factor de seguridad.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 42. Factor de seguridad calibre 18.

3.2.6.5 Comparación de resultados en ambos calibres en el asiento

Calibre	σ Max (Mpa)	δ (mm)	Volumen (mm ³)	Peso (Kg)	Perfil	\varnothing (mm)	t (mm)
16	84	0.63	624478.3	1.68	O	19.04	1.5
18	108	0.73	574973.5	1.55	O	19.04	1.2

Tabla 5. Comparación de resultados en ambos calibres en el asiento.

3.2.6.7 Comparación de resultados de ambos calibres en los apoya brazos

Calibre	σ Max (Mpa)	δ (mm)	Volumen (mm ³)	Peso (Kg)	Perfil	\varnothing (mm)	t (mm)
16	32.05	0.4	624478.3	1.68	O	19.04	1.5
18	37.13	0.5	574973.5	1.55	O	19.04	1.2

Tabla 6. Comparación de resultados de ambos calibres en los apoya brazos.

3.2.7 Conclusiones

Para el desarrollo de la silla de ducha teniendo en cuenta los resultados del análisis de elementos seleccionamos la tubería mecánica circular de aluminio 6063 T5 en $\frac{3}{4}$ de pulgada calibre 18 ya que con este se minimizan costos en la materia prima y se el peso total de la estructura del producto disminuye en un 13%.

Ambos calibres cumplen ampliamente todas las necesidades estructurales de el producto por este nos basamos en costos y peso para la selección del calibre de la tubería.

Analizando los resultados del factor de seguridad en el punto más crítico de la estructura es de 4 por lo cual vemos que es diseño si no sobre pasa las cargas establecidas previamente para este diseño.

Por cuestiones de diseño basándonos en las encuestas y entrevistas realizadas a los adultos mayores y personas con conocimiento del tema se decidió cambiar el diámetro de la tubería de la pata de la silla con el fin de brindarle mayor seguridad al usuario. La tubería se le aumento el diámetro a una pulgada.

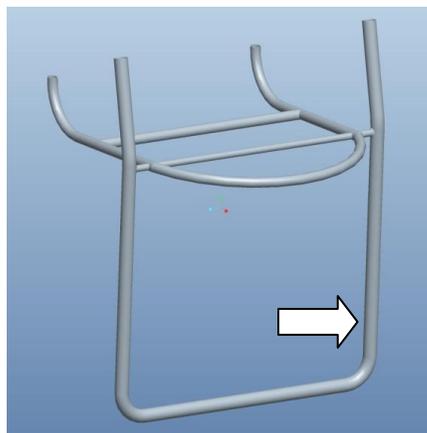
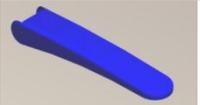


Imagen 43. Estructura silla.

Fuente: Elaboración propia

3.3 PLANOS DE INGENIERÍA (ver anexo 21)

3.4 PROCESOS Y MATERIALES

pieza	cantidad	Procesos	material
 asiento	1	Inyección ≥ 10.000 piezas roto moldeo < 10.000 piezas	PEHD
 espaldar	1	Inyección ≥ 10.000 piezas roto moldeo < 10.000 piezas	PEHD
 apoyabrazos	2	Inyección ≥ 10.000 piezas roto moldeo < 10.000 piezas	PEHD
 soporte pared	2	Corte plasma o laser Dobles	AL 6063 T5
 Tubo espaldar 1	1	Dobles Rolado corte Boca pescado	AL 6063 T5
 Tubo espaldar 2	1	Dobles Rolado Taladrado Boca pescado	AL 6063 T5

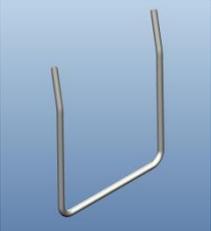
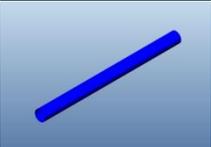
Tubo espaldar 2		corte	
 Tubo asiento 1	1	Dobles Rolado Taladrado Esmerilado Corte prensado	AL 6063 T5
 Tubo asiento 2	1	Rolado Boca pescado	AL 6063 T5
 placa guía	2	Corte laser o plasma	AL 6063 T5
 pierna	1	Dobles Rolado Taladrado Boca pescado Corte	AL 6063 T5
 Guía asiento	1	Corte Boca pescado	AL 6063 T5
 Caucho antideslizante	1	Extrusión	Caucho

Tabla 7. Procesos y materiales.

3.5 MANUALES

MANUAL DE USUARIO

1 Una vez este instalada la silla en la ducha.



2 Sientese y parece utilizando los apoyabrazos



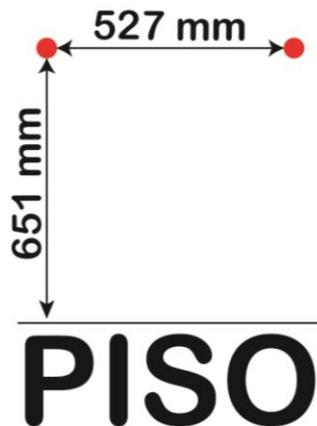
3 Pliegue y despliegue la silla de la siguiente forma



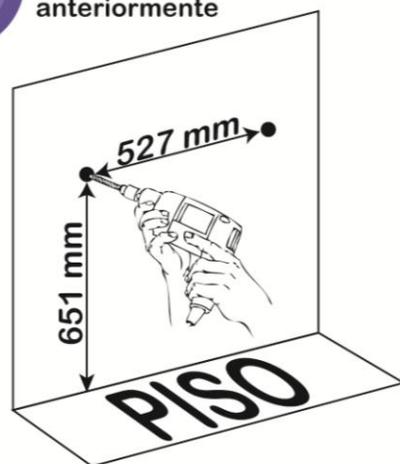
Grafica 7. Manual de usuario.

MANUAL DE INSTALACION

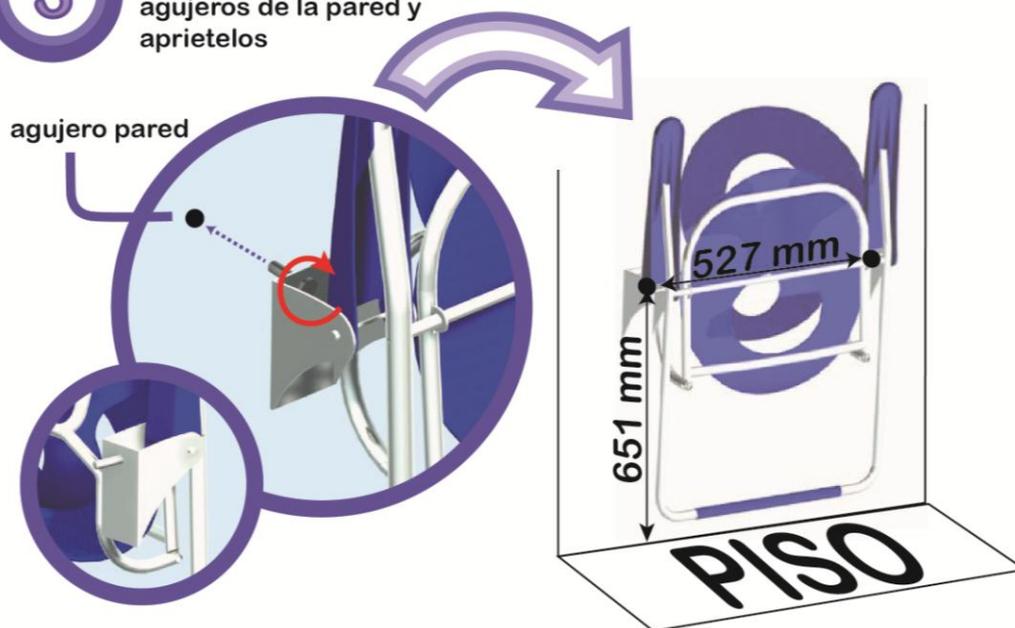
1 marque en la pared donde desea ubicar la silla los siguientes puntos



2 Taladre los puntos marcados anteriormente



3 inserte los tornillos en la silla y alinee los con los agujeros de la pared y apriete los



Grafica 8. Manual de instalación.

3.6 CONSTRUCCIÓN MODELO FUNCIONAL

Para la construcción del prototipo se utilizaron diferentes técnicas y tecnologías aprendidas y utilizadas durante la carrera, a continuación se mostraran los diferentes procesos mediante los cuales se fabrico el modelo funcional.

3.6.1 Construcción estructura

Para la tubería de la silla se utilizo la maquina dobladora de tubos de la universidad EAFIT y una maquina artesanal en la empresa IMAR.



Dobladora universidad EAFIT

Dobladora IMAR

Imagen 44. Dobladora universidad EAFIT y empresa IMAR.

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 45. Doblado de tubería.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Apoya brazos

Los apoyabrazos se fabricaron en madera poniendo una de las vistas en un bloque de madera y cortando la silueta.



Imagen 46. Fabricación apoyabrazos.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3 Ensamble estructura

Para el ensamble de la estructura se utilizó soldadura TIG.



Imagen 47. Estructura ensamblada.

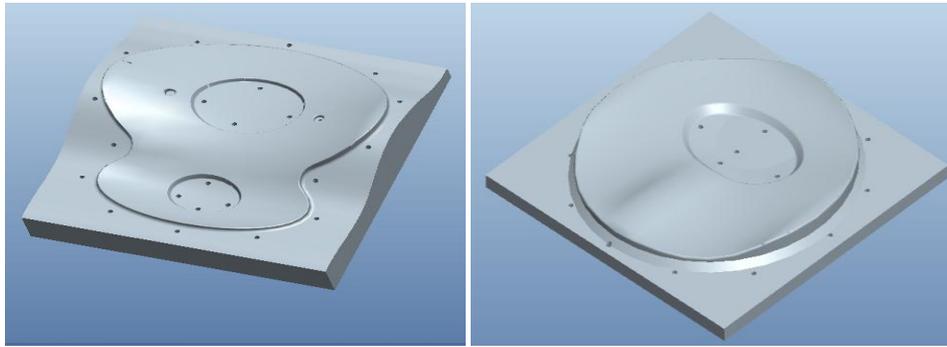
Fuente: Elaboración propia.

3.6.4 Asiento y espaldar

Para el asiento y el espaldar se utilizó la máquina de control numérico de la universidad y una máquina de termo formado en la empresa OG ACRILICOS.

Desarrollo de los moldes para termo formado del modelo funcional.

Para la realización de los moldes para termo formado del espaldar y el asiento fue necesario sacar los machos de ambas piezas teniendo en cuenta las diferentes características con las que debe contar un molde para este proceso.



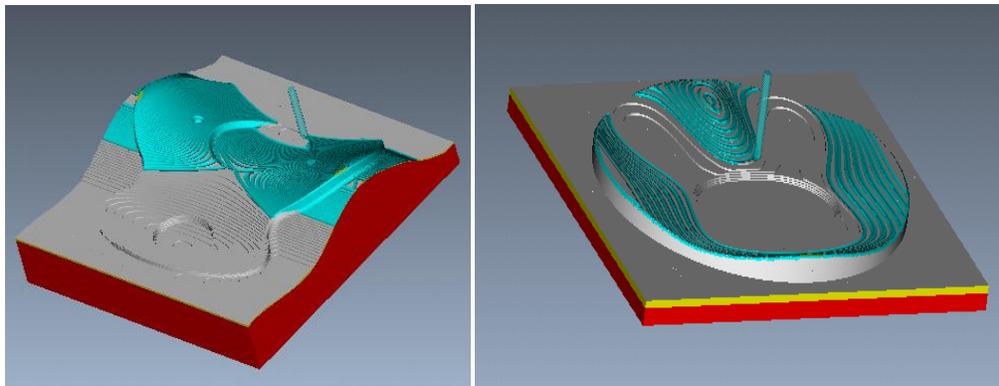
MACHO ESPALDAR

MACHO ASIENTO

Imagen 48. Modelación de moldes para mecanizado.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar ambos moldes cuentan con ángulos de desmolde y perforaciones de succión de aire.



SIMULACION ESPALDAR

SIMULACION ASIENTO

Imagen 49. Simulación mecanizado.

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron los códigos necesarios para la realización de los mecanizados, después de esto ya se paso a la construcción de los bloque en MDF aglomerando varias tablas de 3cm de espesor para obtener la altura deseada.



Imagen 50. Bloque MDF.

Fuente: Elaboración propia

3.6.4.1 Fotos proceso de mecanizado

El mecanizado de cada una de las piezas tiene una duración teórica de 7 horas. Para este se utilizaron dos herramientas.

- 1 fresa plana de 20mm y una fresa redonda de 12mm.

Mecanizado espaldar.



DESBASTE

ACABADO

Imagen 51. Mecanizado espaldar.

Fuente: Elaboración propia.

Mecanizado asiento.



DESABASTE

ACABADO

Imagen 52. Mecanizado asiento.

Fuente: Elaboración propia.

Resultado final



Espaldar

asiento

Imagen 53. Piezas mecanizadas.

Fuente: Elaboración propia.

Para el termo formado fue necesario realizar agujeros en los moldes con el fin de permitir la succión del aire.



Imagen 54. Realización de agujeros en los moldes.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.4.2 Termo formado

Este proceso fue necesario realizarlo en una empresa especializada en el tema debido al tamaño de las piezas.

Este proceso de termo formada fue realizado en OG ACRILICOS ya que en esta empresa cuentan la maquinaria necesaria para termo formar este tipo de piezas.

El material utilizado para este fue poliestireno (PS) de 3.75mm de espesor y color blanco.



Imagen 55. Maquina termo formadora OG ACRILICOS.

Fuente: Elaboración propia.



Asiento termo formado

Espaldar termo formado

Imagen 56. Piezas termo formadas.

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 57. Corte y pulido de las piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Piezas finales



Imagen 58. Piezas finales (asiento y espaldar).

Fuente: Elaboración propia.

3.6.5 Pintura

La pintura se realizo en el taller de pinturas de la universidad EAFIT.



Imagen 59. Pintura de las piezas.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.6 Imágenes modelo funcional



Imagen 60. Modelo funcional.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.7 Propiedades modelo funcional

El modelo funcional fue fabricado con los siguientes materiales:

Estructura: Tubería en acero.

Asiento y espaldar: Poliestireno (PS).

Apoyabrazos: Madera.

Peso: 5 kg.



Fuente: Elaboración propia.

4. PRUEBAS Y REFINAMIENTO

Para las pruebas y el refinamiento se instaló la silla en una pared sin haberla pintado, para así poder hacer las correcciones y los refinamientos necesarios, a continuación se muestran algunas imágenes de este proceso.



Imagen 61. Pruebas.

Fuente: Elaboración propia.



Imagen 62. Prueba apoyabrazos.

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber probado la silla, se encontró que la ergonomía del producto estaba bien, al estar sentado las medidas concordaban con la modelación, esta resistió adecuadamente el peso del usuario y funciona correctamente según lo esperado, la única corrección que se debió realizar después de probarla, fue que al estar completamente plegada esta quedaba un poco salida y no concordaba con la modelación, así que se analizó cual medida estaba mala y después se corrigió, con esta modificación se resolvió el inconveniente y se procedió a su acabado final.

5. CONCLUSIONES

- Con base en la evaluación del proyecto presentado en P8 se determinó que el desarrollo de este a un nivel superior estaba justificado.
- Los análisis desarrollados en el primer modelo y del haber re-analizado desde el diseño para el ensamble DFA permitieron mejorar significativamente el producto que se presenta en este proyecto.
- La herramienta DFA para el rediseño de productos es supremamente efectiva, permitió reducir el número de piezas desde su creación en proyecto 8 hasta su rediseño en proyecto de grado en un 44.64%, pasando de tener 56 piezas a 31 piezas.
- La metodología propuesta por Boothroyd Dewhurst, demostró su efectividad en el rediseño de productos, dando recomendaciones puntuales y específicas que sirvieron como apoyo y fueron utilizadas al rediseñar el producto.
- Con este trabajo se comprueba que la metodología propuesta por los autores Ulrich y Eppinger se acomoda de manera efectiva en el desarrollo de este tipo de productos, obteniendo así una propuesta innovadora y mejorada.
- En el proyecto se utilizaron diferentes software de diseño, tales como WORKBENCH, PRO E y “DESIGN FOR ASSEMBLY” de BOOTHROYD DEWHURST, esto demuestra la importancia de estos programas en el

diseño de productos ya que se ahorra una cantidad enorme de tiempo y dinero en prototipos obteniéndose piezas de calidad con mejores geometrías y menor consumo de material.

6. RECOMENDACIONES

- Para un óptimo resultado en la fabricación del producto se recomienda el uso de maquinaria CNC para la realización de todos los dobleces del producto.
- Realizar un estudio de costos de manufactura a nivel nacional e internacional para conocer el valor exacto del producto y mirar su viabilidad económica.
- Realizar un completo estudio de mercado para definir con certeza el tipo de proceso a utilizar en la fabricación del espaldar y el asiento
- Tener en cuenta las capacidades de las empresas donde se va a realizar la fabricación del producto.
- Utilizar toda la información recopilada para la realización de un plan de negocios a futuro.
- Utilizar plantillas durante el proceso de soldadura.
- Se recomienda realizar un análisis detallado de elementos finitos para todas las partes plásticas, ya que debido a lo extenso de este análisis no se realizó en el proyecto.

7. BIBLIOGRAFIA

- PUGH, Stuart (1991) "Total Design". Addison Wesley, Harlow (UK).
- BAXTER, Mike. Product Design. Chapman & Hall: London.1995.p 308
- CROSS, Nigel, Métodos de Diseño, México D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V., Grupo Noriega Editores, 2003. 190 p.
- EISSEN, Koos; STEUR, Roselien, "SKETCHING : DRAWING TECHNIQUES FOR PRODUCT DESIGNERS". Amsterdam: Bis publishers. 2007.
- ULRICH, Kart T. y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos. EU: McGraw Hill, 2004. Tercera Edición. 366 p.
- PALH & BEITZ, "Engineering Design: a systematic approach". Berlín: Springer: 1990.p.530
- Ergonomía:
 - DUL, Jan y WEERDMEEESTER, Bernard. "Ergonomics for Begginers a quick reference guide", CRC Press Taylor Francis Group, 2008, Tercera edición, p.147

Paginas web.

- www.saludcolombia.com/actual/salud74/noticia74.htm
- www.wikipedia.org/wiki/Sistemade_salud_en_Colombia#Institucionesprestadorasdesalud
- www.paginasamarillas.com/ancianatos/colombia/2_2.aspx
- www.achc.org.co
- www.rgs.gov.co/img_upload/a6760b33a0b37cbd6231b2518c38c335/Legislacion_sobre_envejecimiento_y_vejez.pdf
- www.indexmundi.com/es/colombia/distribucion_por_edad.html

- www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/Meoria%20proyecto%20POLA.pdf
- www.un.org/spanish/envejecimiento/newpresskit/hechos.pdf
- www.uy.kalipedia.com/ecologia/tema/estructura-composicion-demografica.html?x=20070417klpgeogra_56.Kes
- www.un.org/spanish/envejecimiento/newpresskit/hechos.pdf
- www.gerontologia.org/portal/information/showInformation.php?idinfo=1568
- www.gerontologia.org/portal/information/showInformation.php?idinfo=1568
- www.articlesbase.com/disabilities-articles/bath-safety-preventing-slip-and-fall-accidents-in-the-bathroom-564878.html
- www.articlesbase.com/disabilities-articles/bath-safety-preventing-slip-and-fall-accidents-in-the-bathroom-564878.html
- www.articlesbase.com/disabilities-articles/bath-safety-preventing-slip-and-fall-accidents-in-the-bathroom-564878.html
- www.estrucplan.com.ar
- www.broncesval.com/catalogo/index.asp?categoria=1&producto=10
- www.webusable.com/coloursMean.htm