

Universidad Internacional del Ecuador



Escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz

**Proyecto De Titulación Para La Obtención Del Título De Ingeniero En Mecánica
Automotriz**

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ASIENTO ERGONÓMICO PARA VEHÍCULOS
DE TRANSPORTE ESCOLAR DE NIÑOS DE 6 A 12 AÑOS**

JEAN CARLOS ALCIVAR ESPINEL

LUIS FERNANDO CAMINO VALVERDE

Director: Ing. Edgar Vera Puebla MSc

Guayaquil, Diciembre 2020

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

Ing. Edgar Vera Puebla

CERTIFICA

Que el trabajo de **“Diseño de un prototipo de asiento ergonómico para vehículos de transporte escolar de niños de 6 a 12 años”** realizado por los estudiantes: JEAN CARLOS ALCIVAR ESPINEL Y LUIS FERNANDO CAMINO VALVERDE ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes. Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza a los señores: JEAN CARLOS ALCIVAR ESPINEL Y LUIS FERNANDO CAMINO VALVERDE que lo entreguen a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Diciembre del 2020

Ing. Edgar Vera Puebla

Docente de cátedra

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ****CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, JEAN CARLOS ALCIVAR ESPINEL Y LUIS FERNANDO CAMINO VALVERDE, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

JEANCARLOSLACIVARESPINEL

C.I: 0705318970

LUIS FERNANDO CAMINO VALVERDE

CI: 0704734383

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres sin ellos hubiera sido imposible, fueron un apoyo incondicional para mí, sus consejos, enseñanzas y la fuerza que me brindaron lograron que mis metas se cumplieran y así lograr concluir mi carrera profesional.

DEDICATORIA

En este momento de mi vida, donde me encuentro finalizando mi vida estudiantil y comenzando mi vida profesional; valoro inmensamente el sacrificio que hicieron mis padres en apoyarme para poder ser hoy un hombre de bien y profesional.

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional, de manera especial a mis padres Sr. Luis Fernando Camino Pérez y Sra. Mónica Eugenia Valverde Jarrín, porque es gracias a ellos y por ellos que hoy estoy alcanzando una de las metas más importantes en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por el esfuerzo y sobre todo su apoyo durante en este largo proceso de lograr culminar mi carrera universitaria sin ellos hubiera sido casi imposible conseguirla, por otra parte, quisiera agradecer a la universidad y a todos los profesores que formaron parte fundamental en este proceso y de manera muy especial a mi tutor que gracias a sus consejos y enseñanza pude alcanzar la meta. Muchas gracias a todos.

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, agradezco a Dios, porque él me ha sido mi guía y fortaleza para avanzar; agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador por haberme acogido en sus aulas y forjado un profesional. Agradezco a mis profesores, gracias a su impulso y guía tenemos ahora las mejores enseñanzas para demostrar en el mundo laboral.

Agradezco a mis compañeros de aula, a mis amigos, a Jean Carlos Alcívar ya que juntos nos hemos propuesto este objetivo, a mis familiares con su apoyo incondicional y sus consejos, y sobre todo agradezco a mi familia, mis tres hermanas y mis amados padres porque son ellos mi incentivo para ser un hombre profesional y mejor día a día.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO	i
CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
Resumen.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1 Preliminares Y Antecedentes.....	2
1.1 Tema De Investigación.....	2
1.2 Planteamiento Y Formulación Del Problema	2
1.2.1 Planteamiento.....	2
1.2.2 Formulación Del Problema	3
1.3 Sistematización Del Problema	3
1.4 Objetivos De La Investigación.....	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Justificación y Delimitación de la investigación.....	4
1.5.1 Justificación teórica.....	4
1.5.2 Justificación Metodológica.....	5
1.5.3 Justificación Práctica	5
1.5.4 Delimitación Temporal	5
1.5.5 Delimitación Geográfica.....	6
1.5.6 Delimitación Del Contenido	6
CAPÍTULO II.....	7
2 Marco Contextual De La Investigación	7

2.1	Introducción	7
2.2	Historia Del Asiento	8
2.3	Componentes Y Materiales	9
2.3.1	Asientos.....	9
2.3.2	Materiales	10
2.4	Diferencias Entre Asiento, Silla Y Butaca.....	12
2.5	Ergonomía: Definición, Historia, Tipos	14
2.5.1	Definición.....	14
2.5.2	Historia	14
2.5.3	Tipos	18
2.6	Factores De Riesgo Ergonómicos.....	21
2.6.1	Factores De Riesgo Derivados A La Postura.....	21
2.6.2	Recomendaciones De Postura Para El Diseño De La Silla	21
2.7	Dimensiones de una furgoneta escolar	24
2.8	Normativas	25
2.8.1	Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 041:2013.....	26
2.8.2	Definiciones.....	27
CAPÍTULO III		30
3	Análisis De Datos Obtenidos En Niños De 6 A 12 Años	30
3.1	Determinación De Las Muestras	30
3.2	Determinación De Las Variables Anatómicas, Antropométricas Y Biomecánicas	31
3.2.1	Variables Anatómicas	31
3.2.2	Variables antropométricas.....	36
3.2.3	Variables Biomecánicas	44
3.3	Formulario para la recolección de información.....	45
3.4	Recolección y Procesamiento de datos.....	47
3.4.1	Análisis De Gráficas De Dispersión	54
3.5	Análisis Económico Del Asiento	75

CAPÍTULO IV	77
4 Diseño Y Simulación Del Prototipo	77
4.1 Diseño Del Prototipo De Asiento Ergonómico	77
4.1.1 Estructura Interna	77
4.1.2 Estructura Externa	82
4.1.3 Selección De Los Materiales.....	85
4.2 Análisis de resultados en el prototipo	87
4.2.1 Diagrama de tensiones de VON-MISSES.....	87
4.2.2 Diagrama de resistencia y elasticidad.....	88
4.3 Tipos de Cargas.....	88
4.3.1 Cargas Y Esfuerzos A Considerarse, En El Diseño De Prototipo.	89
4.3.2 Diagrama de cargas.....	90
4.3.3 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector:	91
4.3.4 Pernos De Sujeción De Soportes De Asiento	92
4.3.5 Tuercas y Arandelas.....	92
4.3.6 Distancias Mínimas Al Borde Y Espaciamientos Mínimos De Los Pernos. ..	93
4.4 Simulación de cargas, esfuerzos y deformaciones en software de puntos finitos.	94
4.4.1 Simulación De Cargas Y Esfuerzos De La Estructura.....	95
4.5 Conclusiones.....	99
4.6 Recomendaciones	100
4.7 Bibliografía.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolucion del asiento	9
Figura 2. Engranaje de poliacetal	11
Figura 3. Resposabrazos de polipropileno	11
Figura 4. Estructura metálica	11
Figura 5. Tela Foamizada	12
Figura 6. Dimensiones de asientos	22
Figura 7. Dimensiones de separacion entre asiento	22
Figura 8. Dimensiones de una furgoneta	25
Figura 9. Altura poplítea de aseintos en furgonetas	26
Figura 10. Distancia nalga poplítea de aseintos en furgoneta.....	26
Figura 11. Percentiles antropométricos de individuos reales	31
Figura 12. Medidas antropométricas	38
Figura 13. Antropómetro	40
Figura 14. Estadiómetro	41
Figura 15. Báscula y sus partes	42
Figura 16. Cinta métrica antropométrica	42
Figura 17. Medidas según la norma VDV 234	43
Figura 18. Medidas mínimas para asiento según norma VDV 234	43
Figura 19. Análisis del comportamiento Tensión-deformación.....	45
Figura 20. Ancho de hombros	49
Figura 21. Altura lumbar	49
Figura 22. Separación de codos.....	50
Figura 23. Separación de caderas	50
Figura 24. Distancia nalga-poplíteo	51
Figura 25. Distancia nalga-rodilla	51
Figura 26. Altura poplítea	52
Figura 27. Peso.....	52
Figura 28. Atura	53
Figura 29. Atura de codos en reposo	53
Figura 30. Gráfica de dispersión de la altura	55

Figura 31. Gráfica de dispersión del peso	57
Figura 32. Gráfica de dispersión de la altura poplítea	59
Figura 33. Gráfica de dispersión del ancho de hombros	61
Figura 34. Gráfica de dispersión altura de codos en reposo	63
Figura 35. Gráfica de dispersión altura sentado	65
Figura 36. Gráfica de dispersión de la altura lumbar	67
Figura 37. Gráfica de dispersión separación de codos	69
Figura 38. Gráfica de dispersión separación entre caderas	71
Figura 39. Gráfica de dispersión nalga-poplíteo	73
Figura 40. Gráfica de dispersión nalga-rodilla	75
Figura 41. Estructura de la base	77
Figura 42. Placa de union	78
Figura 43. Ejes y andgulos de la base	79
Figura 44. Espaldar del asiento	79
Figura 45. Ejes y angulos del respaldar	81
Figura 46. Placa de anclaje	81
Figura 47. Medidas del respaldar	82
Figura 48. Vista lateral del respaldar y apoyacabezas	83
Figura 49. Vista frontal de la base	83
Figura 50. Vista inferior de la base	84
Figura 51. Vista lateral del conjunto de asiento	84
Figura 52. Medidas del conjunto de asiento	85
Figura 53. Espuma biscoelástica	85
Figura 54. Simulación de VON-MISSES	87
Figura 55. Simulación de resistencia y elasticidad	88
Figura 56. Diagrama de Cargas	90
Figura 57. Diagrama de cargas y reacciones	91
Figura 58. Diagrama de Cortante y Momento Flector Máximo	91
Figura 59. Distancias mínimas de agujeros para pernos	93
Figura 60. Distancias para agujeros de pernos	93
Figura 61. Mallado del asiento	94
Figura 62. Mallado	94
Figura 63. Simulación de desplazamiento	95

Figura 64. Simulación de fuerzas en X	96
Figura 65. Simulación de fuerzas en Y.....	96
Figura 66. Simulación de fuerzas en Z.....	97
Figura 67. Tensión normal máxima	97
Figura 68. Tensión normal mínima.....	98
Figura 69. Tensión axial	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencia entre asiento, silla y butaca.	13
Tabla 2. Actividades y grados de inclinación, asociados al espaldar	23
Tabla 3. Dimensiones principales de una furgoneta escolar	24
Tabla 4. Clasificación y descripción de las normativas aplicables	27
Tabla 5. Datos antropométricos según la edad	48
Tabla 6. Datos antropométricos según la edad	48
Tabla 7. Medidas de altura según la edad.	54
Tabla 8. Medidas del peso según la edad.....	56
Tabla 9. Medidas de altura poplítea según la edad.....	58
Tabla 10. Medidas del ancho de hombros según la edad.	60
Tabla 11. Medidas de la altura de codos en reposo según la edad.	62
Tabla 12. Medidas de altura sentado según la edad.	64
Tabla 13. Medidas de altura lumbar según la edad.	66
Tabla 14. Medidas de separación de codos según la edad.....	68
Tabla 15. Medidas de separación entre caderas según la edad.	70
Tabla 16. Medidas de la distancia nalga-poplíteo según la edad.	72
Tabla 17. Medidas de la distancia nalga-rodilla según la edad.....	74
Tabla 18. Medidas de la estructura base del asiento	78
Tabla 19. Medidas de la estructura del espaldar	80
Tabla 20. Peso y talla promedio de usuarios.....	89
Tabla 21. Datos carga muerta.....	89
Tabla 22. Resumen de resultados estáticos.....	100

ANEXOS

Anexo A. Plano de la estructura del asiento	103
Anexo B. Estructura de la base del asiento.....	104
Anexo C. Estructura de la base del asiento.....	105
Anexo D. Estructura del respaldar	106
Anexo E. Estructura del respaldar	107
Anexo F. Estructura en conjunto.....	108
Anexo G. Plano del asiento - vista isometrica	109

TEMA: DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ASIENTO ERGONÓMICO PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR DE NIÑOS DE 6 A 12 AÑOS.

Resumen

El presente trabajo de Tesis de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico Automotriz, está conformado por cuatro capítulos en los cuáles se van desarrollando de manera secuencial cada uno de los temas necesarios para poder Diseñar un Prototipo de Asiento Ergonómico, para vehículos de transporte escolar de niños de 6 a 12 años de edad.

Los aspectos considerados son:

- En capítulo I y II, se realiza un diagnóstico de la situación actual en cuánto a los problemas derivados de un diseño incorrecto de los asientos y de la mala postura de los ocupantes de los vehículos de transporte escolar, específicamente los niños de edades comprendidas entre los 6 y los 12 años durante los períodos de viaje, en la ciudad de Machala.
- En el Capítulo III, se realiza una recopilación de la información, por medio de encuestas y/o tablas diseñadas para ser aplicadas a los estudiantes de las respectivas escuelas, en donde se puedan determinar claramente cuáles son los parámetros, postura, materiales y otros aspectos a ser considerados para el Diseño del Prototipo de Asiento Ergonómico, motivo del presente trabajo de investigación.
- En el Capítulo IV, se abordan todos los aspectos técnicos, ergonómicos a ser considerados para el Diseño del Prototipo de Asiento.

Palabras clave: Asiento ergonómico, programas de simulación, Ergonomía, diseño, seguridad.

CAPÍTULO I

1 Preliminares Y Antecedentes

1.1 Tema De Investigación

Diseño de un prototipo de asiento ergonómico para vehículos de transporte escolar en niños de 6 a 12 años

1.2 Planteamiento Y Formulación Del Problema

1.2.1 Planteamiento

Hoy en día los niños se constituyen en el segmento de la población que presenta mayor vulnerabilidad en el momento de un accidente de tránsito, debido a sus características anatómicas, antropométricas y biomecánicas.

Cada vez son más los padres que recurren al transporte escolar para el traslado de sus hijos a la escuela. Sin embargo, elegir un transporte ideal para ellos, es una de las decisiones más difíciles que se debe afrontar debido a las diversas opciones y al gran número de requerimientos que debe tener la unidad móvil.

La norma INEN 041 establece ciertos requisitos que deben cumplir los vehículos utilizados para transporte escolar con la finalidad de garantizar la seguridad de las personas que hacen uso de este medio de transporte y la protección del medio ambiente.

Entre ellas se encuentra los asientos de pasajeros deben cumplir los siguientes requisitos:

- Profundidad mínima 400 mm,
- ángulo entre el espaldar y la base del asiento 100 – 105 grados,
- ángulo de inclinación de la base del asiento 2 – 6 grados etc.

Pero en aquella norma no se diferencia la edad, estatura y peso de niños lo cual es un aspecto importante para ser tomado en cuenta.

En este caso un asiento ergonómico enfocado a la niñez sería de gran ayuda tomando en cuenta el peso y estatura de los niños, lo cual va a mejorar su postura y evitaría lesiones graves en caso de accidentes.

Por ello es necesario contar con asientos diseñados para niños de 6 a 12 años que representen comodidad y seguridad a la hora de ser trasladados a las diferentes instituciones educativas o a su respectivo hogar.

1.2.2 Formulación Del Problema

¿Se podrá diseñar un prototipo de asiento ergonómico destinados a vehículos de transporte escolar de niños de 6 a 12 años?

1.3 Sistematización Del Problema

¿Cuál es la influencia del desarrollo de este trabajo en el bienestar de los niños?

¿Cuáles son las normativas a las cuales se rigen los vehículos escolares en Ecuador?

¿Qué factores son los más influyentes a considerar para el desarrollo del trabajo?

¿Cómo se desarrollará el plan de análisis y diseño del sistema a instalar, mediante las pruebas respectivas?

¿Qué tan efectiva resultaría la implementación de asientos ergonómicos en buses escolares para la prevención de lesiones en los niños

1.4 Objetivos De La Investigación

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un prototipo de asiento ergonómico para vehículos de transporte escolar de niños de 6 a 12 años.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar la recopilación de la información bibliográfica necesaria, relacionada con el proyecto de investigación.

- Definir las consideraciones técnicas, anatómicas, antropométricas y biomecánicas, necesarias para el correcto diseño de un prototipo de asiento ergonómico.
- Realizar la simulación de esfuerzos del asiento mediante la utilización un software de elementos finitos.

1.5 Justificación y Delimitación de la investigación

1.5.1 Justificación teórica

Es muy común ver a los niños viajar en distintos medios de transporte, aunque los mismos no están diseñados para este fin.

La salud y la seguridad de los niños es un tema que propicia un nuevo estudio dentro de la Ingeniería y específicamente en la rama del Diseño Mecánico Automotriz para la construcción de un nuevo producto, que satisfaga las expectativas para las que fue diseñado.

La norma INEN 041 establece ciertos requisitos que deben cumplir los vehículos utilizados para transporte escolar con la finalidad de garantizar la seguridad de las personas que hacen uso de este medio de transporte y la protección del medio ambiente.

Los vehículos para transporte escolar se clasifican de la siguiente manera:

- Furgoneta
- Minibús
- Bus

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, los asientos de pasajeros deben cumplir los siguientes requisitos:

- Profundidad mínima 400 mm
- Angulo entre el espaldar y la base del asiento 100 – 105 grados
- Angulo de inclinación de la base del asiento 2 – 6 grados

Pero la norma no establece las dimensiones de los asientos de acuerdo a la estatura y peso de los niños ya que la misma es muy variada y se ve afectada en la postura al momento de sentarse, por lo que se ve afectado la seguridad, la comodidad, el confort de los niños.

Dentro de las actividades que realizan los niños/as, algunas se realizan de pie o sentado, en este estudio se va tratar exclusivamente en la situación en que los niños se encuentran sentados haciendo uso del transporte escolar.

Se debe comprender como el correcto diseño ergonómico de los asientos de un medio de transporte influyen en la salud de las personas a mediano plazo como dolor de las rodillas o espalda que se pueden convertir en daños irreversibles con el tiempo.

En base a lo anterior se debería contar con un asiento que se adapte a las necesidades del cuerpo de la niñez tomando como requisitos su peso y su estatura.

El nuevo asiento le dará mayor comodidad y seguridad durante su traslado a las diferentes unidades educativas del país.

1.5.2 Justificación Metodológica

Definir todos los parámetros y consideraciones técnicas necesarias para realizar el correcto diseño de un prototipo de asiento ergonómico para niños de 6 a 12 años, siguiendo un proceso ordenado y sistemático en relación a los datos de toma de dimensiones promedio y basado en estudios similares para la definición de materiales eficaces que demuestren la efectividad y confiabilidad del asiento.

1.5.3 Justificación Práctica

La presente propuesta de investigación se realiza porque es necesario mejorar la seguridad pasiva en los vehículos escolares brindando un mayor confort en los usuarios.

1.5.4 Delimitación Temporal

El trabajo se desarrollará entre los meses de noviembre del 2019 y febrero del 2020.

1.5.5 Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, UIDE, extensión Guayaquil.

1.5.6 Delimitación Del Contenido

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base y demás documentación, en donde se trate acerca de asientos ergonómicos para vehículos escolares.

CAPÍTULO II

2 Marco Contextual De La Investigación

2.1 Introducción

Si bien es cierto en los últimos años la seguridad de las personas dentro de un automotor se ha vuelto de vital importancia, sin embargo; el diseño de asientos especiales para niños de acuerdo a sus edades ha evolucionado y se ha convertido en una necesidad imprescindible. (Carglass.blog, 2019)

Según datos actuales, 1.3 millones de personas mueren al año por accidentes de tránsito, ocupando así el noveno lugar como causa de muerte en el mundo.

El grupo comprendido entre 5 a 14 años ocupan el segundo lugar de muerte por daños por accidentes de tránsito a nivel mundial. (Carglass.blog, 2019)

América Latina tiene la tasa de mortalidad más alta debido a los traumatismos ocasionados por accidentes de tránsito, siendo del 46%, la razón más grave es no haber utilizado un asiento de auto apropiado.

Teniendo el factor de crecimiento de accidentes de tránsito del 87% para el 2020, la evolución en el diseño y construcción de sillas ergonómicas y seguras de acuerdo a las edades y la utilización de estas es indispensable, ya que estaríamos protegiendo al infante en caso de un accidente vial en un 75% de la muerte y un 90% de lesiones graves. (Verkia, 2007)

Es importante que el vehículo cuente con espacios adecuados entre cada asiento y el pasadizo. Asimismo, debe de existir un espacio asignado para el transporte de mochilas, loncheras u otros accesorios que podrían llevar los menores. (Verkia, 2007)

El asiento es un componente de gran importancia en la industria automotriz ya que afecta la seguridad de los ocupantes de un vehículo. En el Ecuador las ventas acumuladas hasta el mes de diciembre del año 2014 ascienden a 120 015 unidades, las cuales debieron haber cumplido protocolos de ensayo que avalen a cada uno de sus componentes. (Aillon, 2011)

Los fabricantes de asientos de vehículo están innovando diariamente y tratan de formular diseños y definir materiales y procesos que ayuden a cumplir con las exigencias del usuario. (IRAM-AITA, 1973)

Los asientos han ido mejorando tanto en su uso como en su fabricación para responder a las necesidades del usuario. La demanda de asientos en la época actual hace referencia a necesidades como son la seguridad, coeficientes de amortiguación altos, prestaciones elevadas y, por supuesto, la seguridad pasiva. (Corral et al., 2008)

2.2 Historia Del Asiento

Para el comienzo de la historia automotriz el asiento de los autos era sencillamente un banco o tabla de madera totalmente recta que no brindaba ningún tipo de comodidad a los conductores u ocupantes del mismo, pero una vez fueron avanzando en diseño los creadores se daban cuenta que era el elemento más importante en la interacción del hombre con la máquina, es por ello que fueron mejorándolos poco a poco. Comenzando primeramente por darles formas más cómodas, luego agregándole partes acolchadas y por ultimo siendo un elemento digno de investigación para así lograr que cada ocupante del automóvil tenga una excelente experiencia sobre el mismo. (Stefano, 2018)

En los primeros tiempos del automovilismo, el tipo y la disposición de los asientos no diferían mucho de los que se utilizaban en las carrozas de caballos. Hasta tal punto ocurría esto, que al principio de este siglo en los vehículos tipo coupé se llegaba a la distinción entre colocación externa del conductor respecto a los pasajeros. Sin embargo, pronto prevalecieron las consideraciones funcionales, a consecuencia de las prestaciones que el automóvil podía proporcionar superando a la carroza de los caballos. Puede decirse que la disposición y configuración de los asientos se han ido adaptando a la evolución de la forma de la carrocería, a los caprichos de la moda o al gusto de los fanáticos más atrevidos (Díaz, 2010). En la figura 1 se muestran uno de los primeros modelos en ser utilizados en modelos coupé.

Figura 1.

Evolución del asiento



Nota: Adaptado de evolución del asiento, por Díaz, 2010

También en lo referente a su forma, el asiento se halla en continua evolución: de la típica banqueta se pasó a la forma de asiento individual, de óptima contención lateral, para recobrar en los años cincuenta una nueva forma de asiento, para 3 plazas (delante o atrás). En época reciente se ha producido un cierto retorno al asiento simple delantero, no solo por razones de confort, sino también por razones de seguridad y funcionalidad. (Díaz, 2010)

2.3 Componentes Y Materiales

2.3.1 Asientos

Son elementos destinados a la comodidad y seguridad, además permite unir al conductor y sus ocupantes con el vehículo de forma directa. Su evolución, en los últimos años, ha sido muy significativa; pasando de ser un elemento simple en funcionamiento y estructura a elementos sofisticados donde la ergonomía y protección a los ocupantes en caso de impacto es primordial (siempre en combinación con el cinturón de seguridad del piloto), así convirtiéndose en el conjunto de seguridad pasiva del habitáculo. (NAVARRO, 2010)

La silla; debe utilizar espuma de alta densidad para una mejor transpiración; esta espuma debe hacersele mantenimiento cada tres años. El forro debe ser de tela cruda de color claro para evitar más calor.

2.3.2 *Materiales*

Los materiales utilizados para la construcción y/o fabricación son fundamentalmente materiales con un buen coeficiente de deformabilidad. Debemos tener en cuenta siempre que los asientos de auto no solo deben retener al ocupante de manera adecuada y confortable, sino que también es necesario que absorban toda la energía del impacto posible. (Aillon, 2011)

Estas características deben ser tomadas en cuenta para no generar dudas a la hora de elegir un sistema de retención, pensar que lo que a simple vista pareciera “blando” y/o “endebles” en la realidad de un ensayo dinámico (Impacto, accidente, etc.) esta “debilidad aparente” se transforma en absorción de energía y en que el ocupante del asiento sufra los menores daños posibles. Recordar siempre que cuando más deforma el continente menos daños para el contenido, en términos generales. (Aillon, 2011)

A continuación de manera general los materiales más utilizados en la fabricación de asientos:

a) Plásticos

- Polipropileno (PP); en algunos casos presentan aditivos con otras materias complementarias para conseguir las características necesarias en cada uno de los casos como se muestra en la figura 3 en u reposabrazos.
- Poliestireno expandido (EPS)
- Nylon (PA); Aditivado con Fibra de vidrio y en algunos casos también con elastómeros.
- Policarbonato (PC)
- Poliacetal (POM) un ejemplo de muchos lo podemos observar en la figura 2.

Figura 2.

Engranajes de poliacetal



Nota: Adaptado de Engranajes de poliacetal, por HyN Empaquetaduras e importaciones,2020,
(<https://www.hynempaquetaduras.com/producto/resina-acetal-2/>)

Figura 3.

Reposabrazos polipropileno



Nota: Adaptado de Reposabrazos de polipropileno,2020, Knaufindustries
(<https://knaufautomotive.com/es/products>)

b) Metales

- Aleación de acero
- Aleación de aluminio

Figura 4.

Estructura metálica



Nota: Adaptado de Estructura metálica, por Joan Canals, 2015.

c) Tejidos

- Polyester
- Foams
- Celulosas

Figura 5.

Tela Foamizada



Nota: Adaptado de Tela foamizada, por Telasparatapizar (<https://telasparatapizar.com/tela-techo-coche/1842-tela-techo-coche-gris-medio.html>)

La estructura base del asiento se la fábrica típicamente en acero AISI 1018. Esto se debe a sus excelentes características mecánicas a cargas no muy severas, con un alto grado de tenacidad. (Aillon, 2011)

El anclaje de los asientos se lo realiza mediante pernos hacia la carrocería del vehículo. El anclaje soporta toda la carga muerta (elementos propios) y la carga viva (peso del usuario) sin deformarse ni presentar fallas en su estructura. Los pernos de anclaje están constantemente sometidos a esfuerzos de tracción y de corte. (Corral et al., 2008)

2.4 Diferencias Entre Asiento, Silla Y Butaca

En la tabla 1 se muestran las diferencias que existente entre un asiento, silla y butaca.

Tabla 1

Diferencia entre asiento, silla y butaca.

DENOMINACION:	CONCEPTOS, DIFERENCIAS, EJEMPLOS.
<p>1.- Asiento</p>	<p>Por asiento, se pueden entender diferentes conceptos:</p> <p>Asiento: mueble para sentarse, por ejemplo, silla o sillón.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Asiento eyectable, dispositivo de algunos aviones para expulsar al piloto en caso de peligro. ○ Asiento eyectable cero-cero, tipo de asiento eyectable que puede ser usado con seguridad a cualquier altitud y velocidad. ○ Asiento peligroso, uno de los asientos de la Mesa Redonda.
<p>2.- Silla</p>	<p>La silla es un mueble que suele tener un respaldo, generalmente cuenta con tres o cuatro apoyos y su finalidad es la de servir de asiento a una persona.</p> <p>Las sillas pueden estar elaboradas con diferentes materiales: madera, hierro, forja, plástico o una combinación de varios de ellos.</p> <p>Según su diseño, las sillas pueden ser clásicas, rústicas, modernas, de oficina, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Las que son anchas, con respaldo algo alto, con brazos y balancín se denominan sillones. ○ Las que también cuentan con brazos, pero son estrechas se denominan butacas, como las de comedor o de teatro. ○ Las que son muy cómodas, con brazos y respaldo bajo se denominan poltronas o sofá.
<p>3.- Butaca</p>	<p>Asiento mayor que una silla, con brazos y un respaldo algo inclinado hacia atrás; suele ser mullido.</p> <p>Asiento que ocupa un espectador en un local público, especialmente en un teatro o en un cine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ se sentó en la butaca central de la platea del teatro. ○ las butacas para el concierto del domingo son muy caras.

2.5 Ergonomía: Definición, Historia, Tipos

2.5.1 Definición

La palabra ERGONOMÍA se deriva de las palabras griegas "ergos", que significa trabajo, y "nomos", leyes; por lo que literalmente significa "leyes del trabajo" y podemos decir que es la actividad de carácter multidisciplinaria encargada de la conducta y las actividades, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos, a las características, limitaciones y necesidades, buscando optimizar su eficacia, seguridad y confort. (Monografías, s.f.)

En la actualidad, se puede definir la ergonomía:

Según la Asociación Internacional de Ergonomía: La ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades físicas y mentales de la persona.

Según la Asociación Española de Ergonomía, la ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinario aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar.

2.5.2 Historia

La historia de la ergonomía inicia en los años 40, cuando emerge como disciplina científica. Surgió al comprender que no todos los beneficios de los equipos técnicos serían posibles si las personas eran incapaces de entender el potencial completo del uso de dichos equipos. (Robles, s.f.)

La ergonomía básica ha existido desde que los primeros ancestros del hombre moderno comenzaron a crear unas herramientas primitivas para facilitar las tareas.

Después de la Revolución Industrial, las máquinas y los equipos de las fábricas comenzaron a ser construidos con consideraciones de diseño, a las que hoy nos referiríamos

como características ergonómicas. La ergonomía en el sentido moderno comenzó a popularizarse durante la Segunda Guerra Mundial. Los equipos militares, la maquinaria y las armas específicamente los aviones se hicieron mucho más complejos. (Robles, s.f.)

Después de las innovaciones de la Segunda Guerra Mundial la ergonomía continuó floreciendo, ya que sus principios se empezaron a aplicar a tecnologías más modernas. La ciencia de la ergonomía moderna incluye el trabajo de ingenieros industriales, médicos ocupacionales y muchos otros campos. Casi cada aspecto de la vida moderna incluye un nivel de diseño ergonómico. (Robles, s.f.)

- **La ergonomía en la Antigüedad**

La importancia de un buen diseño entre los humanos y las herramientas fue notada muy temprano en el desarrollo de la especie. La historia de la ergonomía data de la época de los primeros humanos. (Robles, s.f.)

El *austrolopithecus prometheus* seleccionó piedras útiles como herramientas e hizo cucharas de huesos de antílope, en un claro intento de crear y seleccionar objetos para hacer que las tareas se hicieran más fáciles. Se ha encontrado evidencia arqueológica de herramientas, equipos para la caza y otros implementos en dinastías egipcias y en la antigua Grecia. Estas herramientas eran elaboradas por el hombre e ilustraban principios ergonómicos bastante sofisticados para su época. (Robles, s.f.)

- **La ergonomía en el Siglo XX**

Wojciech Jastrzebowski creó el mundo de la ergonomía, en 1857, en una narrativa filosófica “basada en las verdades de la ciencia naturaleza”. Los primeros conceptos para ayudar a las trabajadoras a operar más productivamente fueron publicados a mediados de 1900.

A mediados de 1900, la producción de la industria era ampliamente dependiente del poder humano y los conceptos ergonómicos eran desarrollados para mejorar la eficiencia del trabajador.

La administración científica, un método que mejora la eficiencia del trabajador al mejorar el proceso de trabajo, se volvió popular.

Con la revolución industrial, las máquinas como la hiladora Jenny (una máquina que produce hilos para hacer tela) y los trenes de laminación (un método de planchar minerales en láminas delgadas), fueron desarrollados para mejorar los procesos de trabajo. Ésta es la misma motivación detrás de la mayoría de los aspectos de la ergonomía. Frederick W. Taylor era un pionero en este acercamiento y evaluaba trabajos para determinar la mejor manera en la que podían ser realizados. (Robles, s.f.)

En Bethlehem Steel, Taylor incrementó dramáticamente la producción de los trabajadores y los sueldos en unas tareas de paleo, al combinar la pala con el tipo de material que estaba siendo movido (cenizas, minerales o carbón). (Robles, s.f.)

Frank y Lilian Gilbert hicieron que los trabajos fueran más eficientes y menos fatigantes a través del análisis del movimiento y las herramientas estandarizadas, materiales y el proceso de trabajo. Al aplicar este proceso, el número de movimientos al colocar los ladrillos se redujo de 18 a 4,5, permitiendo que se incrementara el ritmo de su colocación de 120 a 350 ladrillos por hora. La mayoría de los diseños de esta época eran creados para incrementar la velocidad y la eficiencia de la producción, en vez de crear comodidad de uso para los trabajadores involucrados. (Robles, s.f.)

- **La ergonomía en la Segunda Guerra Mundial**

Se considera a la Segunda Guerra Mundial como el principio real del estudio de la ergonomía. La Segunda Guerra Mundial dio pie al gran interés en la interacción entre el humano y la máquina, dado que la eficiencia del equipo militar sofisticado (como los aviones) podía estar comprometida por el mal diseño o un diseño confuso. (Robles, s.f.)

Los conceptos de diseño de máquinas apropiadas para el tamaño del soldado y los botones de control lo suficientemente entendibles y lógicos, evolucionaron.

Los psicólogos experimentales estudiaron los accidentes aéreos y llegaron a la conclusión de que muchos de los accidentes ocurrían debido a conceptos de diseños pobres o ilógicos que no tomaban en cuenta el cuerpo humano. Éste fue el comienzo del estudio de las capacidades humanas propio de la ergonomía. (Robles, s.f.)

Las características cognitivas humanas se empezaron a tomar en cuenta para el diseño de las máquinas. Así es como la ciencia de los factores humanos se ha desarrollado en el contexto de la psicología aplicada. (Robles, s.f.)

- **La ergonomía Moderna**

Actualmente, este campo científico no sólo provee diseños cómodos y seguros, tales como aquellos que previenen los errores humanos y aquellos que se encuentran en productos de uso común; también se expande a las áreas de medicina, herramientas de guerra, aviación, tráfico, sistemas de tráfico e instalaciones públicas. (Riera, s.f.)

A partir de 1960, la disciplina se extendió a los equipos de computadora, seguida por el estudio del software para las computadoras en los 70. Más adelante, incorporó el uso del Internet y la automatización de la tecnología de adaptación, a partir del año 2000. En Estados Unidos, los investigadores se concentraron en las ciencias de comportamientos, tales como la psicología experimental y la tecnología. Por su lado, el énfasis en Europa ha sido la fisiología humana. (Riera, s.f.)

Hoy en día, la ciencia de la ergonomía es una combinación de varias disciplinas, incluyendo la psicología, la ingeniería y la fisiología. Cuando se habla de ergonomía ya no se refiere a los problemas y quejas físicas. (Riera, s.f.)

La ergonomía actual se ha convertido en un campo muy amplio que busca algo más que la prevención de los problemas de salud. Su foco actual es la interrogante de cómo se puede alinear al ser humano con la ejecución de sus tareas. Si esto se realiza de manera correcta, se pueden tener muchas ganancias de tiempo y niveles de productividad más altos (Riera, s.f.)

2.5.3 Tipos

- **Ergonomía Temporal**

Encargada del estudio del bienestar del trabajador evaluando los tiempos de trabajo, las pausas, el tiempo de reposo, así como, la duración de la jornada, los turnos, los horarios de trabajo y los descansos durante una jornada de trabajo.

Su objetivo es optimizar la mecanización del trabajo para evitar problemas de fatiga física y mental en los trabajadores.

- **Ergonomía cognitiva**

Analiza la interacción entre el humano y las máquinas. Este tipo de ergonomía también considera algunos aspectos como la carga de trabajo mental, el proceso de toma de decisiones.

La interacción humana – computadora, el stress laboral y el desarrollo de programas de capacitación. Tiene una gran aplicación en la evaluación y el diseño de un software, materiales didácticos y tableros de control.

- **Ergonomía ambiental**

Estudia las condiciones físicas que acompañan al trabajador cuando realiza su tarea. Tiene en cuenta cosas como el nivel de la iluminación, vibraciones, nivel del ambiente térmico y el nivel de ruido. Su finalidad es gestionar y obtener condiciones de trabajo adecuadas y confortables.

- **Ergonomía de necesidades específicas**

Se enfoca en el desarrollo y diseño de los equipos para personas que tengan alguna discapacidad física. También para el personal infantil y escolar o el diseño de algunos ambientes autónomos. Por lo tanto, son diseños que se realizan para una situación única y un usuario en específico, cada uno tiene características diferentes.

- **Ergonomía biomecánica**

Se centra en el estudio del cuerpo humano, desde diferentes puntos de vista, principalmente desde la llamada mecánica clásica y la biología. También se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría y la antropología.

Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo. Diseñan tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo de sufrir daños o lesiones.

- **Ergonomía de diseño y evaluación**

Contribuye a reducir el esfuerzo y el estrés innecesario en los trabajadores. Dicha reducción produce un incremento significativo en la seguridad, eficiencia y sobre todo en la productividad.

- **Ergonomía preventiva**

Entre sus principales actividades se pueden encontrar, el estudio y análisis de las condiciones de la seguridad, confort laboral y la salud. Trabaja en estrecha relación con las disciplinas que se encargan de la higiene y seguridad en las áreas de trabajo.

Por lo tanto, contribuye directamente con la optimización de otras especialidades de la ergonomía, como la biomecánica y fisiología, ya que se basan en estudios previos relacionados con el esfuerzo y la fatiga muscular.

- **Ergonomía Correctiva**

También se denomina Ergonomía Interventiva, actúa sobre problemas concretos que surgen en el curso del proceso de trabajo. Podemos definirla como la ergonomía “a posteriori”, es decir la que se dedica a solucionar problemas existentes.

Consiste en utilizar las técnicas ergonómicas para corregir los errores de diseño de los puestos de trabajo que han dado lugar a accidentes, lesiones o quejas de los trabajadores. Esta

desempeña un papel muy importante en la obtención de los resultados positivos en el factor de actividad.

- **Macroergonomía**

Podríamos decir que es el diseño del sistema global de la organización. Comienza definiendo los objetivos globales del sistema total de la Organización, luego continua con la definición de funciones y objetivos de cada uno de los sistemas, subsistemas y posteriormente la especificación de los objetivos de cada uno de los trabajos, con un correcto diseño de los puestos, adaptados al trabajador.

- **Antropometría**

Esta área se encarga de brindarle fundamentos a la ergonomía, mediante el análisis del cuerpo humano y las medidas del mismo. Todos estos datos antropométricos son empleados para diseñar las áreas de trabajo, herramientas, equipos de seguridad y protección personal.

- **Ergonomía Física o Química**

Esta ergonomía considera aspectos relacionados con las características anatómicas, fisiológicas, antropométricas y biomecánicas del ser humano. Se consideran algunos aspectos tales como posturas de trabajo, presencia de sobre esfuerzo, manejo manual de materiales de trabajo, movimientos repetitivos, lesiones de músculos, evaluación y diseño de puestos de trabajo cuidando en todo momento la seguridad y salud en el trabajo.

- **Ergonomía Organizacional**

Este tipo de ergonomía se encarga de la optimización de sistemas del tipo socio – técnico, donde se considera aspectos relacionados a las estructuras organizacionales, incluyendo sus políticas y los procesos que desarrollan. Además, los factores que analizan son, psicosociales, los relacionados a la comunicación, gerencia de recursos humanos, diseño de actividades, diseño de horas laborables, así como el trabajo en turnos.

2.6 Factores De Riesgo Ergonómicos

2.6.1 Factores De Riesgo Derivados A La Postura

Sénior, en su libro Control de las Lesiones Osteomusculares, afirma que la postura se puede convertir en factor de riesgo debido a:

- **Posturas prolongadas;** cuando se mantiene una misma posición así sea correcta durante dos horas o más. Es inadecuada porque supone el esfuerzo muscular continuo de grupos de músculos posturales, sin permitir alternancia, provocando fatiga estructural. (Sénior, 2008)
- **Posturas forzadas extremas o por fuera de los ángulos de confort;** los ángulos de confort son aquellos en que las articulaciones, por la posición, presentan mayor eficiencia biomecánica. Cuando la postura está por fuera de estos ángulos se aumenta la carga física estática y el consumo energético apareciendo la fatiga. (Sénior, 2008)

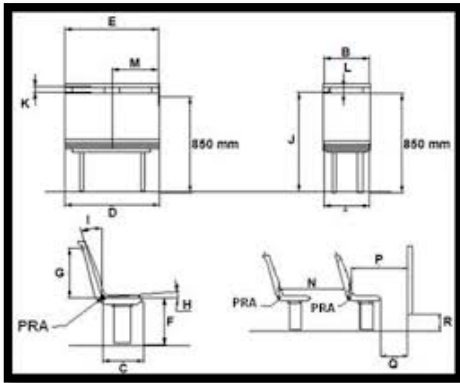
2.6.2 Recomendaciones De Postura Para El Diseño De La Silla

Con el fin de controlar los componentes estáticos en la postura de sentado y evitar la fatiga, es necesario tener en cuenta los siguientes requisitos:

- **Altura del asiento**

Es la distancia existente entre la parte superior de la superficie del asiento y el suelo. La altura adecuada si la silla es fija deberá coincidir con la distancia entre el hueco poplíteo y talón, distancia tomada verticalmente desde el suelo hasta el hueco poplíteo, teniendo en cuenta que la persona esté bien sentada apoyando los pies en el piso, restándole 2 centímetros de tal manera que el peso de las piernas no comprima los tejidos del muslo ni restrinja la circulación sanguínea. Se debe tener en cuenta 2 centímetros de los tacones de zapatos (Anderson, 2010).

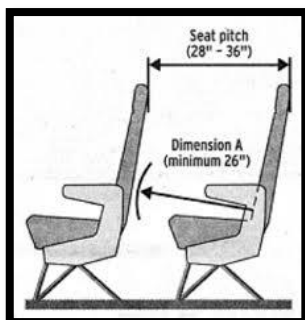
En la figura 6 se muestran las dimensiones de asientos según la norma INNEN.

Figura 6.*Dimensiones de asientos*

Nota: Adaptado de Dimensiones de asientos, por Reyes, Rosales, Guzmán y Báez, 2017.

- **Profundidad del asiento**

Es la distancia entre los bordes anterior y posterior del asiento. Debe coincidir con la longitud entre los glúteos y el hueco poplíteo menos 3 centímetros. Si la profundidad es excesiva, el borde anterior del asiento puede comprimir la zona poplíteo, interrumpiendo la circulación sanguínea, en la figura 7 se muestra la distancia entre asientos. La mayoría de los usuarios para evitar esta situación se desplazan hacia delante con lo cual la espalda queda sin soporte. Si, por el contrario, la profundidad es escasa, da un apoyo insuficiente y provoca sensación de inestabilidad por la tendencia del cuerpo de irse hacia delante. Lo ideal entonces es que la profundidad, al igual que la altura del asiento, sea graduable. (Anderson, 2010)

Figura 7.*Dimensiones de separación entre asientos*

Nota: Adaptada de Dimensiones de separación entre asientos, Schifter y López, 2002.

- **Espaldar de la silla;**

Debe ofrecer a la espalda un soporte. El espaldar bajo soporta solo la región lumbar y debería tener 4 centímetros, postero-anterior para un mejor apoyo; el espaldar medio se extiende hasta la mitad de la región torácica o a nivel de los hombros y el espaldar alto apoyacabeza, soporta también la cabeza y el cuello. Entre más alto sea el espaldar, mayor estabilidad le ofrece a la persona (Anderson, 2010). En la tabla 2 se muestra los grados de inclinación que debería tener el espaldar del asiento según el tipo de actividad.

Tabla 2

Actividades y grados de inclinación, asociados al espaldar

Tipo de actividad	Grados de inclinación
Descansar	115 grados
Escuchar conferencias	105 grados
Conducir	100 grados
Prestar atención a los mecanismos de una maquina	90 grados
Labor que exige ligera inclinación del tronco hacia adelante	80 grados

La forma del espaldar tiene como finalidad acoplarse de la mejor manera posible al perfil de la columna vertebral, tratando de conservar sus curvas, en especial la lordosis lumbar, ya que de esta manera se reduce la presión intradiscal en cualquier ángulo de inclinación; sin embargo, el espaldar no debe forzar el mantenimiento de la lordosis lumbar o aumentar la curva, ya que esta situación puede ser peor. Estudios realizados encontraron que el soporte lumbar de 4 centímetros por delante del plano del espaldar permite conseguir una lordosis lumbar muy similar a la de la posición bípeda. (Anderson, 2010)

La silla debe contar con espacio entre el asiento y el espaldar no mayor de 10 centímetros para acomodar los glúteos del usuario y evitar que tenga que deslizarse hacia delante. De esta manera se permite al espaldar cumplir con su función de soporte. El espaldar, al igual que las demás partes del asiento, debe ser regulable para una mejor adaptación del usuario.

Soporte de la silla; debe coincidir con el eje del cuerpo del usuario, el cual está ubicado ligeramente detrás del centro del asiento. La correcta ubicación del soporte asegura que el usuario utilice el espaldar. Si el soporte está en la mitad de la silla, la persona tenderá a buscarlo, desplazando hacia delante el cuerpo y dejando sin soporte la espalda. La silla debe poder desplazarse hacia adelante y hacia atrás para una mejor ubicación del usuario. (Anderson, 2010)

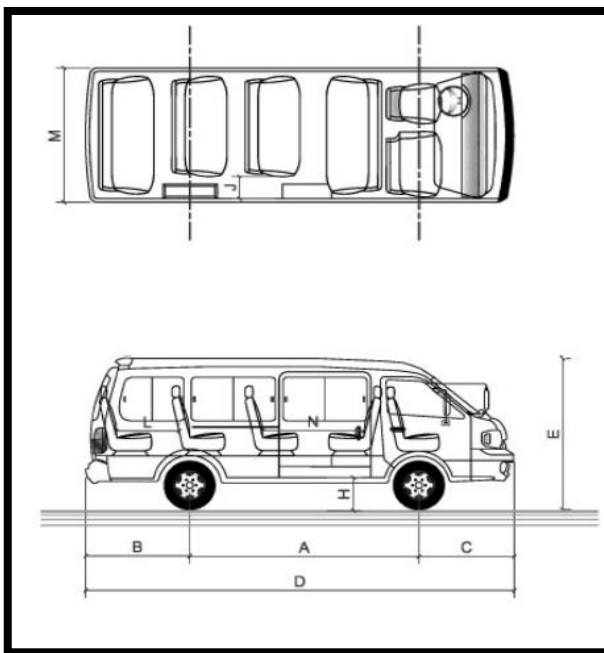
2.7 Dimensiones de una furgoneta escolar

A continuación, en la tabla 3 y en la figura 8 se muestran las dimensiones principales que una furgoneta de transporte escolar debe cumplir de acuerdo con el reglamento para el servicio de transporte comercial escolar e institucional del Ecuador.

Tabla 3

Dimensiones principales de una furgoneta escolar

Dimensiones Principales (mm)	
Parámetro	Dimensión
Distancia entre ejes (A)	3200
Voladizo posterior (B)	Diseño del fabricante
Voladizo delantero (C)	Diseño del fabricante
Largo total (D)	700 máx.
Altura total (E)	Diseño del fabricante
Altura de estribo (H)	400 máx.
Ancho del corredor central (J)	300 mín.
Ancho libre de puertas (K)	650 mín.
Distancia entre asientos (L)	680 mín.
Distancia entre asientos enfrentados (N)	1360 mín.
Ancho total (M)	2600 máx.

Figura 8.*Dimensiones de una furgoneta*

Nota: Adaptada de dimensiones de una furgoneta, por el reglamento para el servicio de transporte comercial escolar e institucional del Ecuador, 2018.

2.8 Normativas

Toda persona, en alguna ocasión, se ha quejado de la conducta o de las violaciones a las normas de tránsito en que los profesionales del volante incurren diariamente; sin embargo, muchos ignoran los factores de riesgo y las enfermedades laborales a los que estos individuos están expuestos en su diario trajinar y lógicamente también los ocupantes del vehículo.

Si se mira un momento con detenimiento esta tarea, para analizarla y valorarla es posible que tanto ellos como el resto de la sociedad conozcan estas irregularidades y contribuyan ayudando a identificar y dando a conocer los factores de riesgo, para conseguir así realizar una planificación preventiva y, con ello, contribuir a disminuir los índices de incidencia y prevalencia en las enfermedades como consecuencia de la exposición a estos.

A pesar de que las normativas INEN establecen medidas mínimas las cuales no se diferencian por edad, peso y estatura de los ocupantes, mayor parte de las furgonetas usadas en

el transporte escolar de niños de 6 a 12 años no aplican ni estas medidas puesto que para ganar más asientos para captar más ocupantes infringen las normas aumentando filas sin tomar en cuenta la ergonomía ni seguridad de los niños, como se puede observar en las figuras 9 y 10.

Figura 9.

Altura poplítea de asientos en furgonetas



Figura 10.

Distancia nalga poplítea en asiento en furgonetas



2.8.1 Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 041:2013.

En la presente tabla 4 se encuentra el reglamento técnico ecuatoriano que rige la clasificación y la descripción de las normativas aplicables en vehículos de transporte escolar:

Tabla 4

Clasificación y descripción de las normativas aplicables

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
87.02	Vehículos automóbiles para transporte de diez o más personas, incluido el conductor
8702.10	Con motor de émbolo (pistón), de encendido por compresión. (Diesel o semi-Diesel)
8702.10.10	Para el transporte de un máximo de 16 personas, incluido el conductor.
8702.10.10.80	En CKD
8702.10.10.90	Los demás
8702.90.91	Para el transporte de un máximo de 16 personas, incluido el conductor.
8706.00	Chasis de vehículos automóbiles de las partidas 87.01 a 87.05, equipados con su motor
8706.00.91	De vehículos de peso total con carga máxima superior a 5 t, pero inferior o igual a 6,2 t
8706.00.92	De vehículos de peso total con carga máxima superior a 6,2 t
87.07	Carrocerías de vehículos automóbiles de las partidas 87.01 a 87.05, incluidas las cabinas.
8707.90.10.00	De vehículos de la partida 87.02
8707.90.90.00	Las demás

2.8.2 Definiciones

Para los efectos del Reglamento Técnico Ecuatoriano se adoptan las definiciones establecidas en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 960,1 155, 1 323, 1 669, 1 992, NTE INEN-ISO 612 y 3833, en los Reglamentos Técnicos Ecuatorianos RTE INEN 004, 011, 017 y 034, en la Ley del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial; y su Reglamento General, y adicionalmente las que a continuación se detallan:

Asiento: Estructura que puede anclarse a la carrocería del vehículo, que incluye la tapicería y los elementos de fijación, destinados a ser utilizados en un vehículo y diseñado ergonómicamente para la comodidad del pasajero.

Asiento individual: Diseñado y construido para el alojamiento de un pasajero sentado.

Asiento doble: Diseñado y construido para el alojamiento de dos pasajeros sentados.

Asiento fijo: Asiento de un solo cuerpo rígido que puede permitir movimiento de sus componentes, su estructura debe anclarse a la carrocería del vehículo, éste asiento incluye la tapicería y los elementos de fijación.

Asiento abatible: Asiento cuya espaldar gira con relación a su base y/o la misma con relación al punto de anclaje, pudiendo ser complementado con un movimiento de traslación en el sentido longitudinal del vehículo.

Asiento plegable: Asiento auxiliar destinado al uso ocasional y que normalmente este plegado.

Banca: Asiento de un solo cuerpo diseñado y construido para el alojamiento de dos o más pasajeros sentados.

Altura de un vehículo: Dimensión vertical total de un vehículo, desde la superficie de la vía hasta la parte superior del mismo.

Ancho de un vehículo: Dimensión transversal de un vehículo en su parte más extensa.

Ángulo de aproximación (ataque): Es el ángulo en un plano desde el punto de vista del vehículo, formado por el nivel de la superficie en la cual el vehículo está parado y la línea tangente que se forma entre el punto de contacto del radio del neumático delantero y la parte más baja de la parte delantera del vehículo.

Ángulo de salida: Es el ángulo en un plano desde el punto de vista del vehículo, formado por el nivel de la superficie en la cual el vehículo está parado y la línea tangente que se forma entre el punto de contacto del radio del neumático posterior y la parte más baja de la parte posterior del vehículo.

Apoyacabezas: Dispositivo cuyo objetivo es limitar el desplazamiento de la cabeza del pasajero hacia la parte trasera en relación con su torso, con el fin de reducir el peligro de un perjuicio a las vértebras cervicales en caso de accidente.

Corredor: Espacio libre o área útil del vehículo excluyendo las áreas de entrada y salida, conductor y asientos de pasajeros.

CAPÍTULO III

3 Análisis De Datos Obtenidos En Niños De 6 A 12 Años

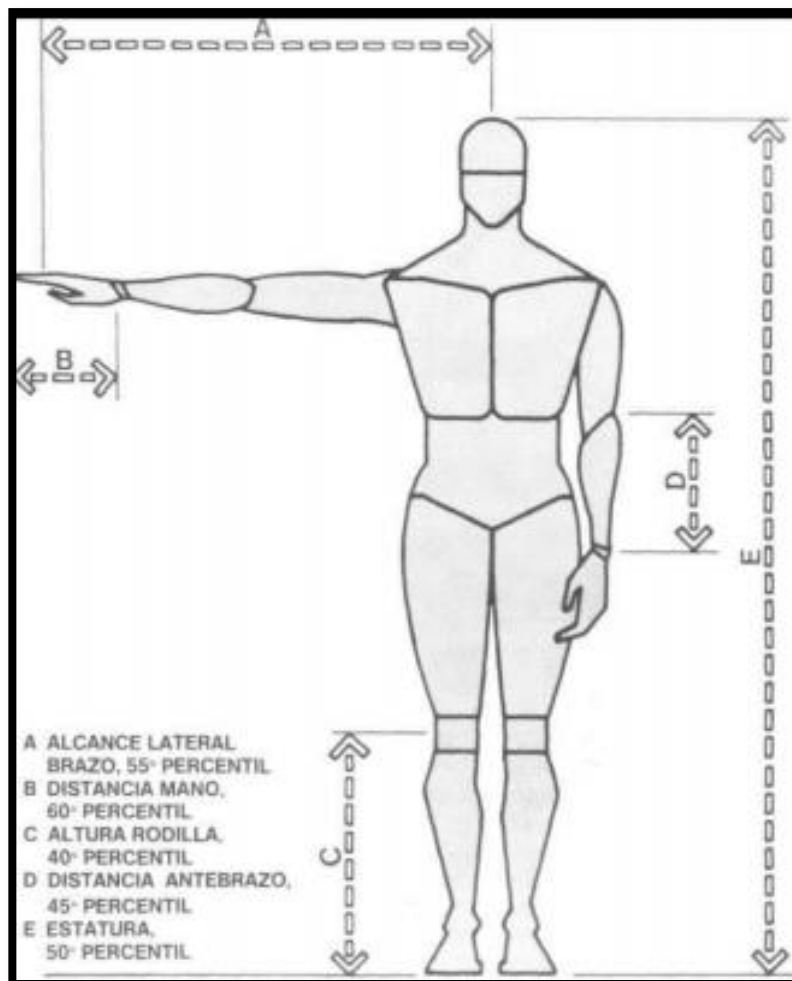
3.1 Determinación De Las Muestras

Los diseñadores durante la segunda guerra mundial utilizaron la definición de hombre promedio con el propósito de sustentar sus trabajos. El uso de la definición de hombre promedio requería la fabricación de un maniquí que mantuviese las dimensiones promedio obtenidas dentro de un grupo de individuos, pero esta idea fue desechada debido a que ningún individuo dentro del grupo poseía dichas dimensiones, esto se debía a que el hombre promedio era solo una abstracción, además de que la variabilidad no era un factor a considerar. (Panero, 1996)

Este sistema fue sustituido por los datos proporcionados por las tablas centilares y la desviación estándar. Debido a la facilidad de uso de las tablas centilares, estas han facilitado la aplicación de los límites de diseño, por lo cual resulta mucho más sencillo determinar los límites máximos y mínimos para satisfacer las necesidades de un determinado grupo de individuos (Panero, 1996). En la figura 11 se encuentran los percentiles antropométricos de un individuo real

Albert Damon, en 1966, demostró las ventajas y bondades de satisfacer al 90% de los individuos de un grupo utilizando el percentil 5 y 95 como límites de diseño. Dicha tabla requiere de datos antropométricos representativos de acuerdo al grupo o sector que se requiere satisfacer. (Panero, 1996)

Al iniciar con la tarea de recolección de datos, estos siempre se han de encontrar desordenados, pero que en lo posterior se han de organizar lógicamente para destacar la frecuencia de los datos antropométricos respectivos. Debido a la variación en cuanto a las medidas de los cuerpos, es sumamente importante examinar la distribución estadística de los mismos, de este modo el diseñador podrá fijar límites y tomar decisiones. Estos datos pueden representarse en diagramas de columna o histogramas de frecuencia. (Panero, 1996)

Figura 11.*Percentiles antropométricos de individuos reales*

Nota: Adaptado de Percentiles antropométricos de individuos reales, de Panero, 1996.

3.2 Determinación De Las Variables Anatómicas, Antropométricas Y Biomecánicas

3.2.1 Variables Anatómicas

El crecimiento y desarrollo físico es tan particular en este período que existen grandes diferencias entre niños de igual edad; sin embargo, una de las características generales, es que la velocidad de crecimiento, continúa siendo lento y gradual en casi todas las partes del cuerpo.

La coordinación y el control muscular aumentan a medida que se van perfeccionando las habilidades motoras y finas. Sin embargo, el crecimiento de los músculos grandes, antes que los finos determinan una torpeza esperable para la edad.

El peso y talla durante los años escolares va mostrando una diferencia relacionada directamente con el sexo.

Los varones tienden a aumentar de peso hasta los 12 años y la ganancia en altura, es similar en varones y niñas.

El incremento de peso es de alrededor de 2,0 a 2,5. Kilos en el año y de talla, alrededor de 5 a 6 cm. en el año. A partir de los 9 años ocurre en las niñas el "estirón" y en los niños ocurre a partir de los 10,5.

3.2.1.1 Proporciones Corporales.

Respecto a las proporciones corporales, tanto niñas como niños, tienen piernas y brazos largos, predominio del tejido muscular por sobre el adiposo, antes de los 12 años, adelgazando generalmente.

Cabeza; alcanza el tamaño adulto, a expensas del incremento del tejido cerebral ya que se produce un gran desarrollo de la corteza. En términos de velocidad de crecimiento, a partir de esta edad, el cerebro experimenta una desaceleración que se traduce en casi nulo crecimiento del perímetro craneano en las etapas siguientes.

Cara; la dentadura en este periodo se inicia con 20 piezas dentarias aparecen el 1° y 2° molar a los 6 y 12 años respectivamente; además, el cambio de la dentadura de leche se inicia alrededor de los 6 a 7 años finalizando después de los 12 años.

La dentición permanente en este período consta de 28 piezas: 8 incisivos, 4 caninos, 8 pre-molares y 8 molares. Sin embargo, existe variación individual considerable en el cambio de piezas.

Hay un crecimiento de los huesos de la cara en sentido longitudinal, debido a la aparición de la dentición definitiva.

Desde el punto de vista del desarrollo los ojos ya han alcanzado el tamaño adulto. Se puede observar que a los 7 años la agudeza visual es de $5/5$ y $5/7,5$ lo que significa que el niño

es capaz de ver a una distancia de 5 metros lo que debería ver a una distancia de 5 o 7,5 metros, según sea el caso. La percepción de profundidad aún no está desarrollada. La medición y evaluación de la agudeza visual, ver con oftalmólogo. No se debe olvidar que entre los 6-7 años está completamente desarrollada la visión lateral (periférica) y la exactitud de ella. (Agudeza). El cuello en comparación a etapas anteriores se hace más esbelto y fuerte.

Tórax; las costillas aparecen oblicuas y el diámetro antero posterior del tórax es menor en comparación al diámetro lateral. El crecimiento de los pechos en las niñas se produce a partir de los 8 años.

El tórax del niño presenta un buen desarrollo muscular de los pectorales en ambos sexos. La respiración es torácica idéntica a la del adulto en frecuencia y profundidad: 17 a 20 respiraciones por minuto. Ha aumentado considerablemente la capacidad pulmonar.

A nivel del aparato circulatorio, el corazón alcanza el tamaño adulto y su frecuencia cardíaca entre los 6 y 12 años fluctúa entre 95 y 85 latidos por minuto. La presión normal de este período es de 100 /60 a 118/60mmhg. Manteniéndose constante la presión mínima o diastólica.

Abdomen; el abdomen es plano debido al desarrollo alcanzado por músculos rectos anteriores y oblicuos.

El proceso de crecimiento y desarrollo del aparato digestivo y renal ha alcanzado su máxima plenitud y la secreción diaria media de orina, a partir de los 8 años, es de 700 cc a 1500 cc en 24 horas. La capacidad gástrica es de 500 CC.

Sistema endócrino; Para cuando llega la pubertad los órganos reproductores están iniciando su funcionamiento, pero aún no han alcanzado el desarrollo y capacidad del adulto. Es un período donde también se inicia de manera incipiente el funcionamiento de las glándulas sudoríparas y sebáceas.

Sistema Inmunológico; a partir de los 7 años se produce un aumento de la capacidad inmunitaria lo que hace al niño más resistente a las enfermedades. Los niños presentan un aumento de tamaño de los ganglios, que tienen participación importante en la defensa del organismo. Estos son posibles de palpar al examinarlos.

Desarrollo óseo; el desarrollo óseo se produce a expensas de la aparición de los núcleos de osificación que dan origen al crecimiento del tejido definitivo.

La variación normal de la maduración ósea puede ser grande y debe ser tomada en cuenta cuando se valora al niño. Hay variaciones definitivas por el sexo.

La maduración ósea en las niñas, por varios meses, es más rápida a la madurez ósea de los niños durante la primera década de vida. En la segunda década, puede haber una diferencia mayor de niños que en las niñas, la edad ósea puede variar de la edad cronológica en un año sin que esto sea normal.

3.2.1.2 Principales Enfermedades O Lesiones, Por Falta De Ergonomía.

Existen una gran variedad enfermedades y/o patologías de intenso dolor causadas por las malas posturas que optamos en mantener al realizar las actividades diarias, esto sumado a la falta de una silla ergonómica que brinde la comodidad necesaria a nuestro cuerpo puede causar distintos daños a la salud en general.

Los nervios, músculos y tendones principales de nuestro cuerpo soportan una gran presión durante el día por eso es necesario utilizar mobiliarios y sillas ergonómicas. Las causas principales generadoras de dolor en las enfermedades más comunes por mala postura son:

1. Lumbalgia
2. Hiperlordosis
3. Escoliosis
4. Cifosis

5. Cervicalgia
6. Epicondilitis
7. Dolor de cadera
8. Torticolis

Lumbalgia; es el dolor localizado en la parte baja de la espalda, en la zona de la cintura, causado por un síndrome músculo-esquelético, es decir, trastornos relacionados con las vértebras lumbares y las estructuras de tejidos blandos tales como los músculos, ligamentos, nervios y discos intervertebrales.

Hiperlordosis; la espalda es un de las zonas más fuertes del cuerpo, esta sostiene y soporta mucha tensión durante el día, sin embargo, puede verse afectada y generar un gran dolor.

La Hiperlordosis es una curvatura anormal en la parte lumbar de la espalda, generalmente esta enfermedad es causada por dos razones, por la mala postura diaria o por simple genética.

Escoliosis; la Escoliosis es una desviación en la parte inferior de nuestra columna vertebral que origina una curva que causará dolor. La gravedad y el pronóstico de esta enfermedad dependerán de la magnitud de la curvatura en forma de “S” que se presente. Debemos tener en cuenta que se puede aparecer en personas jóvenes generando un malestar que se acentuará con el paso de los años.

Cifosis; es una curvatura o arqueo muy grande hacia delante de la columna vertebral, es una afección bastante frecuente, tanto en los niños como en los adultos.

La cifosis se genera en la gran mayoría de los casos por una postura inadecuada desde una temprana edad, se debe tener en cuenta que las deformaciones en la columna no se pueden reparar.

Cervicalgia; es un término que se utiliza para el dolor de cuello, que origina en la mayoría de los casos en la parte posterior. La cervical es la parte más delicada de la espalda y se compone de siete vértebras cervicales. A diferencia de otras secciones de la columna vertebral, la columna cervical es extremadamente flexible.

Dolor de cabeza; es un dolor o molestia en la cabeza, el cuero cabelludo o el cuello. Es uno de los dolores más comunes que podemos encontrar en las personas. La mala postura causa mucha tensión muscular, cambios en sus patrones de respiración y conduce a una serie de problemas, incluyendo dolores de cabeza.

Dolor de cadera; este dolor se presenta a la altura de cadera, que en la mayoría de los casos es causado por un movimiento brusco o por sostener un peso excesivo por largo tiempo sin embargo podría causarse por una mala postura.

Tortícolis; es una inflamación de los nervios cervicales, la cual puede tener un origen congénito, o bien desarrollarse tanto en niños como en adultos por daños en el sistema nervioso, o simplemente por un daño muscular totalmente temporal.

El torticolis se puede generar por la incorrecta forma de sentarse, ya que esta relaciona a la parte superior de nuestra columna.

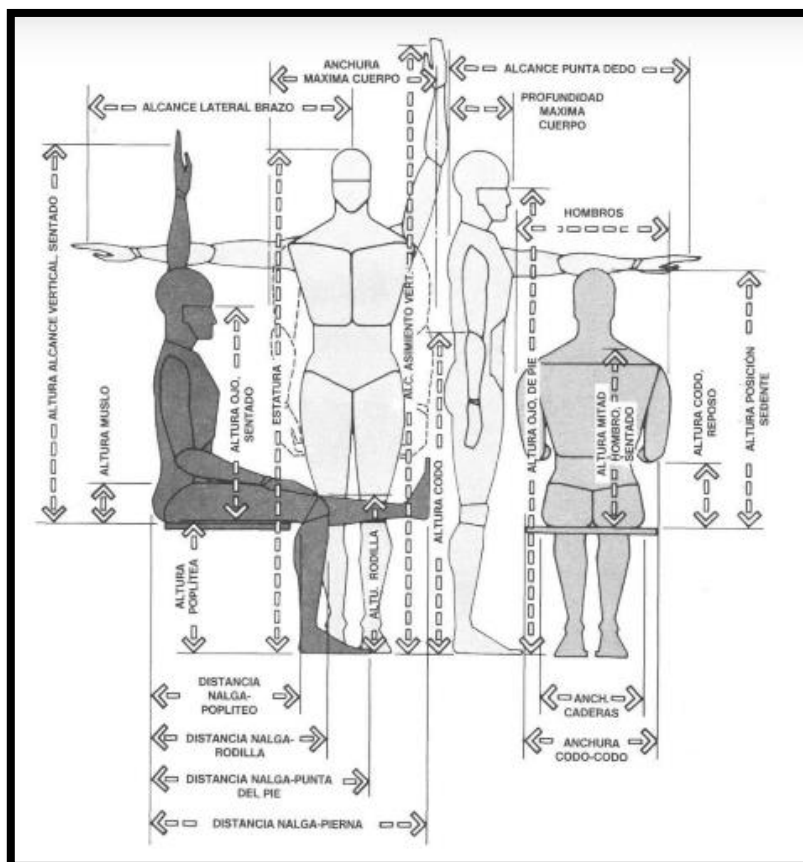
3.2.2 Variables antropométricas

Debido al interés que genera el conocimiento de las dimensiones humanas y los factores que intervienen en el desarrollo óptimo de las actividades y funciones, la antropometría se ha convertido en una ciencia indispensable para el desarrollo de objetos y espacios que cumplan con requerimientos específicos. Tal es el caso de la industria automotriz, dentro de la cual, el adecuado desempeño del conductor está determinado por un sin número de factores, pero entre los cuales destacan las dimensiones, la adaptación, si el diseño es individual o público, etc., (Gutiérrez y Gilberto, 2005)

La antropometría se define como el estudio de las dimensiones del cuerpo Humano. Una importante preocupación para los ergónomos son las diferencias de tamaño corporal que se encuentran en distintos grupos étnicos. En otras palabras, lo que puede estar bien diseñado para una población determinada, puede resultar muy incómodo para un grupo de distintas características. (Gutiérrez y Gilberto, 2005)

Albert Damon, que si lo que se pretende hacer es describir a un grupo de individuos con el propósito de ingeniería humana, a continuación, se menciona y se muestra en la figura 12 los parámetros dimensionales esenciales que hay que considerar:

- Peso
- Estatura
- Altura (posición sedente)
- Distancia nalga-rodilla.
- Distancia nalga-poplíteo
- Separación entre codos
- Separación entre caderas
- Altura de las rodillas (posición sedente)
- Altura de poplíteos (posición sedente)
- Anchura de los muslos (posición sedente)

Figura 12.*Medidas antropométricas*

Nota: Adaptado de medidas antropométricas, de Panero (1996)

3.2.2.1 Tipos De Antropometría

- **Antropometría estática**

La antropometría estructural o estática (son dimensiones del ser humano en reposo) es el estudio las medidas estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones sin movimiento (Kevin F., 2016)

- **Antropometría dinámica**

La antropometría dinámica es el peso del cuerpo también se debe tomar una báscula normal en kilogramos el sujeto de parase recto y mirar hacia el frente con el peso distribuido equitativamente en ambos pies. (Kevin F., 2016)

3.2.2.2 Tratamiento De Datos Antropométricos Para El Diseño Automotriz.

La estrategia utilizada en el sector automotriz compete una serie de pasos para garantizar datos fidedignos para el proceso de diseño, los cuales se describe a continuación:

- Se ha de determinar los datos relevantes a obtener de los usuarios previstos, teniendo en cuenta su raza, ocupación, edad, sexo y discapacidades. Los datos obtenidos han de ser determinadas de acuerdo a tareas específicas como, por ejemplo: alcanzar una palanca que será presionada.
- Al diseñar para rangos ajustables donde la fatiga mínima, desempeño óptimo, comodidad y seguridad son requeridas, se utilizará el valor del primer percentil del sexo femenino y el nonagésimo noveno percentil del sexo masculino en donde sea necesario.
- Al realizar el diseño para el promedio, cuando la adaptabilidad no es factible, el valor promedio será usado con el fundamento de que causaría menos inconvenientes y dificultad a la población usuaria que a alguien fuera de dicha población.
- Los límites de diseños se han de establecer de acuerdo con el valor del quinto percentil para el sexo femenino y el nonagésimo quinto percentil para el sexo masculino.
- Al diseñar para individuos extremos, se ha de establecer el espacio libre a partir del valor percentil superior y el alcance máximo o fuerza, a partir del valor percentil inferior.

3.2.2.3 Equipos de medición

Las mediciones que se han tomado a los niños deben ser lo más exactas posibles, para que este estudio tenga la confiabilidad necesaria para su aplicación en el diseño de objetos o elementos de uso común. Para que esto sea posible, se requiere de una serie de instrumentos convenientemente calibrados. En este trabajo se utilizaron los siguientes instrumentos de medición, tal como se mencionan en los protocolos correspondientes:

- **Antropómetro de 4 secciones y reglas graduadas con precisión de 1 milímetro.**

El antropómetro Harpenden es una herramienta antropométrica versátil que se utiliza para medir la altura de los pies, la altura sentada y la longitud de los brazos. Su instrumento de grabación de contador se opera sin esfuerzo desde las puntas de sus ramas. Con los dedos libres, el usuario del antropómetro Harpenden puede llegar a los puntos de medición deseados para obtener un grado de precisión que no es posible con los antropómetros convencionales (Sonmedica, 2018). En la figura 13 se muestra las distintas herramientas que se pueden acoplar para realizar las respectivas mediciones.

Figura 13.

Antropómetro (Sonmedica, 2018)



Nota: Adaptado de Antropómetro, por Sonmedica,2018, Sonmedica (<http://www.sonmedica.com/es/antropometros/2640-antrop%C3%B3metro-9801anth.html>)

- **Estadiómetro**

Un estadiómetro fijo el cual se muestra en la figura 14 es un dispositivo de pared de medición de altura que se encuentra en los consultorios médicos, entre otros lugares. Cuando un médico examina la altura de una persona, se la mide con un estadiómetro. El paciente permanece de pie contra la pared, y una pieza deslizante se baja hasta la cabeza. Luego, el médico puede ver la altura mirando la ventana de visualización de la barra de medición vertical. No es un dispositivo complicado, pero sí tiene que ser calibrado antes y después de su uso regularmente. (Nutriactiva, 2020)

Figura 14.

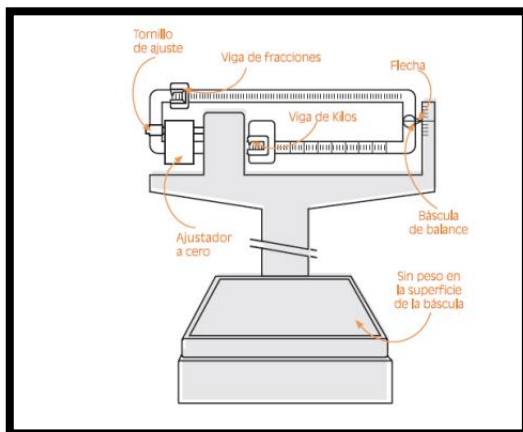
Estadiómetro - tallímetro



Nota: Adaptado de Estadiómetro - tallímetro, por Janomedical, 2019, Janomedical(<https://janomedical.com/producto/tallimetro-estadimetro-portatil-seca-213/>)

- **Báscula con medición en kilogramos y valor máximo de 100 kilogramos.**

La báscula (del francés *bascule*) es un aparato que sirve para pesar; esto es, para determinar el peso (básculas con muelle elástico), o la masa de los cuerpos (básculas con contrapeso). Normalmente una báscula tiene una plataforma horizontal sobre la que se coloca el objeto que se quiere pesar. Dado que, a diferencia de una romana, no es necesario colgar el objeto a medir de ganchos ni platos, resulta más fácil pesar cuerpos grandes y pesados encima de la plataforma, lo que hizo posible construir básculas con una capacidad de peso muy grande, como las utilizadas para pesar camiones de gran tonelaje. (Nutriactiva, 2020). En la figura 15 se puede diferenciar sus partes.

Figura 15.*Báscula y sus partes*

Nota: Adaptado de Bascula y partes, por Manual de antropometría,2016,NIEER(<https://nieer.org/wp-content/uploads/2016/10/2010.NIEER-Manual-Antropometria.pdf>)

- **Cinta métrica**

Una cinta métrica utilizada para medición del cuerpo humano como se observa en la figura 16. Típicamente tiene las siguientes características:

- Espacio blanco ante el cero (6-8cm)
- Cinta delgada y flexible de acero (6mm de ancho ideal)
- 2m de longitud

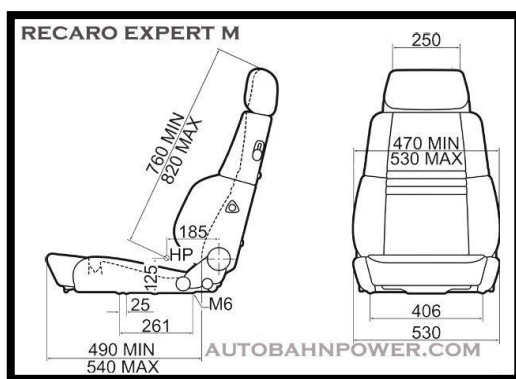
Figura 16.*Cinta métrica antropométrica*

3.2.2.4 Dimensiones Antropométricas

Las medidas mínimas necesarias de un asiento deben ser tales que permitan acomodarse a cualquier percentil, para ello es necesario que éste tenga unas medidas mínimas, determinadas en ancho-profundidad del asiento y ancho-altura del respaldo. En la figura 17 y 18 se establecen las medidas mínimas que la norma VDV 234 establece para los asientos.

Figura 17.

Medidas según la norma VDV 234

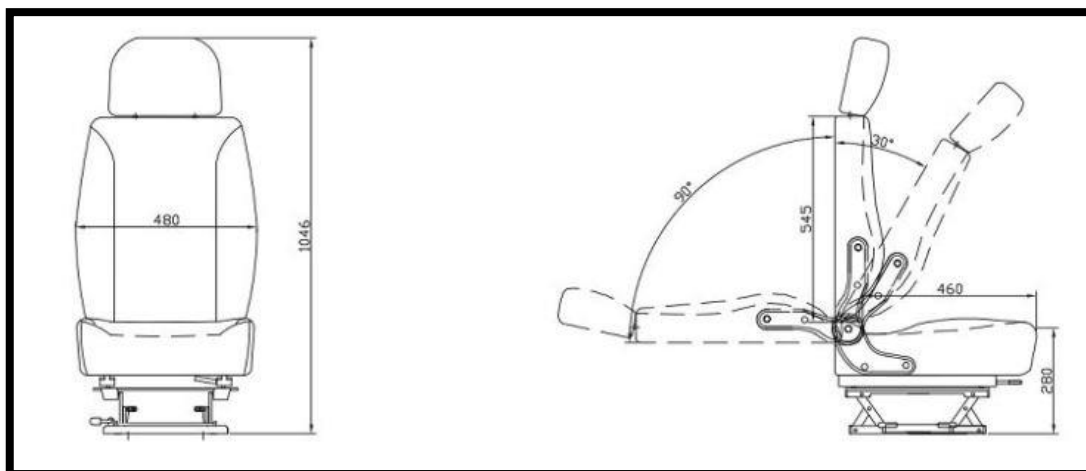


Nota: Adaptado de Medidas según la norma VDV 234, por AUTOBAHNPOWER, 2020, Pinterest(<https://www.pinterest.com/pin/284712007673069427/>)

El código de la circulación establece como anchura mínima 0.65m.

Figura 18.

Medidas mínimas para asientos según norma VDV 234



Nota: Adaptado a medidas mínimas para asientos según norma VDV 234, por Schifter y López, 2002.

3.2.3 *Variables Biomecánicas*

Es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido (Lezama, 2012).

Muchos de los conocimientos generados por la biomecánica se basan en lo que se conoce como modelos biomecánicos. Estos modelos permiten realizar predicciones sobre el comportamiento, resistencia, fatiga y otros aspectos de diferentes partes del cuerpo cuando están sometidos a unas condiciones determinadas. Los estudios biomecánicos se sirven de distintas técnicas para lograr sus objetivos (Lezama, 2012).

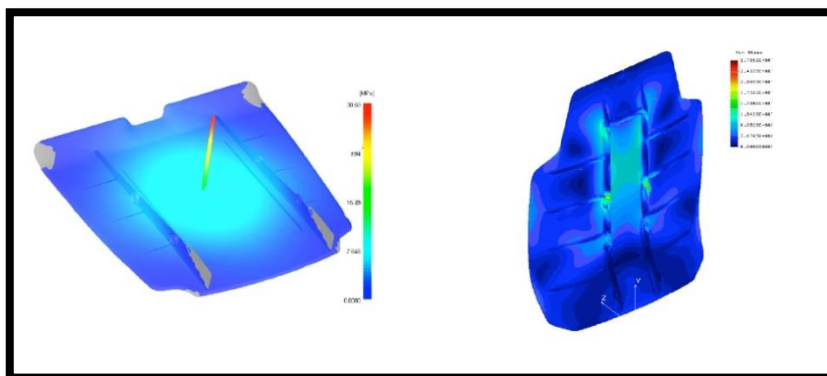
Algunas de las más usuales son:

- **Análisis de fotogrametría.** Análisis de movimientos en 3D basado en tecnología de vídeo digital. Una vez procesadas las imágenes capturadas, la aplicación proporciona información acerca del movimiento tridimensional de las personas o de los objetos en el espacio (Wikipedia, s.f.).
- **Análisis de comportamiento tensión-deformación directo.** Este tipo de análisis se ocupa de determinar la "resistencia" de un material biológico ante la ejecución de una fuerza que actúa sobre este. Estas fuerzas, en sentido general, pueden ser de tipo compresivo o bien de tipo tracción y generarán en la estructura cambios fundamentales. (Wikipedia, s.f.) En la figura 19 se muestra un ejemplo de un análisis de comportamiento de tensión - deformación.

- **Biomecánica computacional.** Se refiere a las simulaciones computarizadas de sistemas biomecánicos, tanto para poner a prueba modelos teóricos y refinarlos, como para las aplicaciones técnicas. (Wikipedia, s.f.)

Figura 19.

Análisis de comportamiento tensión-deformación



Nota: Adaptado de análisis de comportamiento tensión – deformación, por Mondo, 2017.

3.3 Formulario para la recolección de información

Para la obtención de información referente al tema de investigación, se realizó la toma de datos mediante una tabla con los respectivos parámetros a tomar en cuenta para el diseño del asiento ergonómico. A continuación, se observa el modelo de la encuesta que va ser aplica.

UIIDE

Universidad Internacional Del Ecuador

Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

RECOLECCION DE DATOS:

“Diseño De Un Prototipo De Asiento Ergonómico Para Vehículos Escolares De Niños De 6 A 12 Años”

a) **Datos informativos**

Nombre del estudiante:

.....

Edad:

.....

Sexo:

.....

Altura:

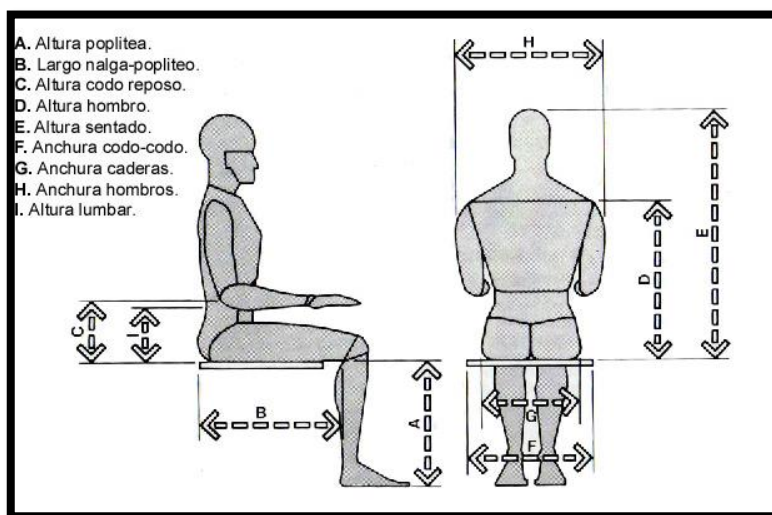
.....

Peso:

.....

Figura 1.

Medidas antropométricas fundamentales



Nota: Adaptado de Medidas antropométricas fundamentales, por Panero y Zelnik, 1996.

Tabla 1*Medidas antropométricas en posición sentado*

Parámetros	Medidas antropométricas
Altura poplítea	
Ancho de hombros	
Altura de codos en reposo	
Altura sentado	
Altura lumbar	
Separación de codos	
Separación entre caderas	
Distancia nalga-poplíteo	
Distancia nalga-rodilla	

**GRACIAS POR LA VERACIDAD DE SU INFORMACIÓN QUE SERÁ DE USO EXCLUSIVO DEL
AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN, Y PARA FINES NETAMENTE ACADÉMICOS**

3.4 Recolección y Procesamiento de datos

La recolección de datos se realizó en la escuela Unein del Pacifico en la ciudad de Machala provincia de El Oro, se realizó el muestreo a 30 estudiantes de edades entre 6 a 12 años para ello optamos por realizar un formulario en el cual comprende los datos del niño o niña y las respectivas medidas antropométricas a realizar.

En las tablas 5 y 6 se muestra el cálculo percentil de 5 y 95 de acuerdo a la edad y sexo, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de los percentiles:

$$i = nk$$

n = número de datos

k= percentil deseado

$$nk \text{ entero} = P_k = \frac{i+(i+1)}{2}$$

nk no es entero = P_k = el siguiente entero

Tabla 5

Datos antropométricos según la edad

6-9 AÑOS DE EDAD				
MEDIDA	MUJERES		VARONES	
	PERCENTILES		PERCENTILES	
	5	95	5	95
Altura (m)	1.05	1.38	1.09	1.50
Peso (kg)	20.6	31.2	21.9	40
Altura poplítea (cm)	27.04	37.2	29.8	50
Ancho de hombros (cm)	25.47	30.25	25.5	34.5
Altura de codos en reposo (cm)	12.5	21.86	20.9	25.3
Altura sentado (cm)	51.2	65.8	39	81
Altura lumbar (cm)	10.52	15.20	12.2	19.3
Separación de codos (cm)	18.60	23.7	30.6	38.6
Separación entre caderas (cm)	20.10	34.14	31,5	39.9
Distancia nalga-poplíteo (cm)	29.10	37.39	31	38.6
Distancia nalga-rodilla (cm)	34.8	47.9	28	53.3

Tabla 6

Datos antropométricos según la edad

10-12 AÑOS DE EDAD				
MEDIDA	MUJERES		VARONES	
	PERCENTILES		PERCENTILES	
	5	95	5	95
Altura (m)	1.41	1.59	1.38	1.49
Peso (kg)	30.6	48.8	32.1	51.8
Altura poplítea (cm)	43.8	50.4	42.5	50.7
Ancho de hombros (cm)	34.9	36.6	32.5	35.8
Altura de codos en reposo (cm)	15.9	23.5	17.2	22.5
Altura sentado (cm)	73	87	71	80
Altura lumbar (cm)	17.5	23.3	15.6	20.3
Separación de codos (cm)	36.5	44.5	33	43.9
Separación entre caderas (cm)	24	37.2	31.2	35.5
Distancia nalga-poplíteo (cm)	39.9	44.7	34.2	43.7
Distancia nalga-rodilla (cm)	45.5	54.4	47.6	53

Para tomar la medida del Ancho de Hombros es necesario que el estudiante se sienta de forma recta, utilizando la herramienta de medición antropómetro con las guías móviles ubicadas a los costados de los hombros tal como se muestra en la figura 20.

Figura 20.

Ancho de hombros



Para realizar la medida de la región lumbar se toma la media desde la altura de la primera vértebra lumbar hasta el plano de asiento o hueso sacro, cuando el estudiante está sentado y se coloca el antropómetro de forma vertical paralelo a la espalda con la guía móvil en contacto con la vértebra superior e inferior, tal como se muestra en la figura 21.

Figura 21.

Altura lumbar



La distancia de separación de codos o ancho codo – codo, se toma la medida con los brazos en reposo y antebrazos doblados. Utilizando el antropómetro ubicamos las guías en la parte exterior de los codos haciendo que el estudiante baje y suba los antebrazos libremente sin ejercer presión con las guías este resultado será el valor de la medida, tal como demuestra la figura 22.

Figura 22.

Separación de codos



La separación de las caderas es la distancia existente entre los muslos, para realizar la medida el estudiante deberá estar sentado de forma recta, con la ayuda de las manos palpamos la cadera y colocamos las guías en ambos extremos sin ejercer presión, subiendo y bajando el instrumento siempre de forma vertical para así tomar la medida máxima como se muestra en la figura 23.

Figura 23.

Separación de caderas



La distancia nalga poplítea es el área de la superficie en la cual se ejerce la mayor presión al estar sentado, para realizar la medida el estudiante deberá estar sentado de forma recta y los muslos de forma horizontal formando un ángulo de 90° , el antropómetro lo ubicamos en la fosa poplítea y la guía móvil en contacto con la cara externa de la nalga asegurándose que no se ejerza presión tal como se muestra en la figura 24.

Figura 24.

Distancia nalga-poplíteo



La distancia nalga-rodilla es la distancia que existe entre la rodilla y la parte baja de la espalda del estudiante, los muslos deben encontrarse en posición horizontal y formar un ángulo de 90° con la pierna y el tronco, para su medición se procede a situar el extremo del antropómetro en la parte baja de la espalda del estudiante a la altura de hueso sacro y la parte móvil en la rotula como se muestra en la figura 25.

Figura 25.

Distancia nalga-rodilla



La altura poplítea es la medida vertical tomada en el estudiante sentado de forma recta y con los muslos en horizontal formando un ángulo de 90° y los pies apoyados de forma plana en el suelo, con la ayuda del antropómetro en contacto con el suelo en forma vertical y la guía móvil en contacto con la cara inferior del muslo a la altura de la fosa poplítea. Tal como lo muestra la figura 26.

Figura 26.

Altura poplítea



El peso es la fuerza que ejerce una depresión sobre un punto de apoyo, sobre una balanza el estudiante deberá pararse en posición erecta, mirando al frente, con los brazos a los lados del cuerpo y los dedos rectos y extendidos. Así el peso se distribuirá equitativamente en ambos pies logrando así una media más exacta. Tal como lo muestra la figura 27.

Figura 27.

Peso



En la figura 28 se muestra como se determinó la altura para ello se utilizó un estadiómetro, la medición se realiza haciendo coincidir la línea media sagital con el instrumento bajando la pieza móvil y presionarlo ligeramente hasta llegar a la cabeza del estudiante.

Figura 28.

Atura



Para realizar la medida el estudiante debe permanecer en posición sedente, erecta, mirando hacia el frente, con rodillas y tobillos en ángulo recto. El brazo colgado relajadamente y el antebrazo y mano extendidos de forma horizontal hacia adelante, con codo a 90° como se muestra en la figura 28.

Figura 29.

Altura de codos en reposo

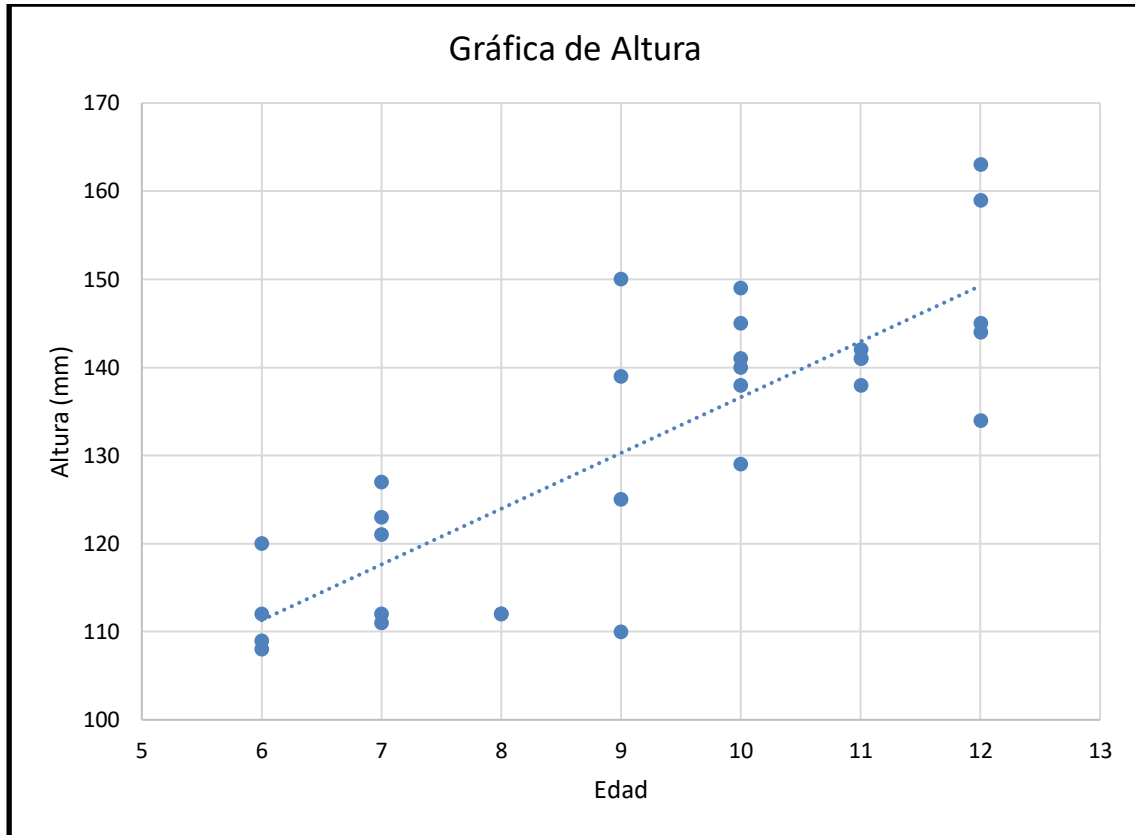


3.4.1 Análisis De Gráficas De Dispersión

Tabla 7

Medidas de altura según la edad.

ALTURA	
EDAD	MEDIDA(mm)
11	141
11	138
10	129
6	120
12	144
12	163
9	139
9	150
11	141
10	149
12	159
7	127
10	145
9	125
10	141
12	145
10	138
10	140
11	142
7	112
7	121
6	109
8	112
6	108
8	112
7	123
6	112
7	111
9	110
12	134

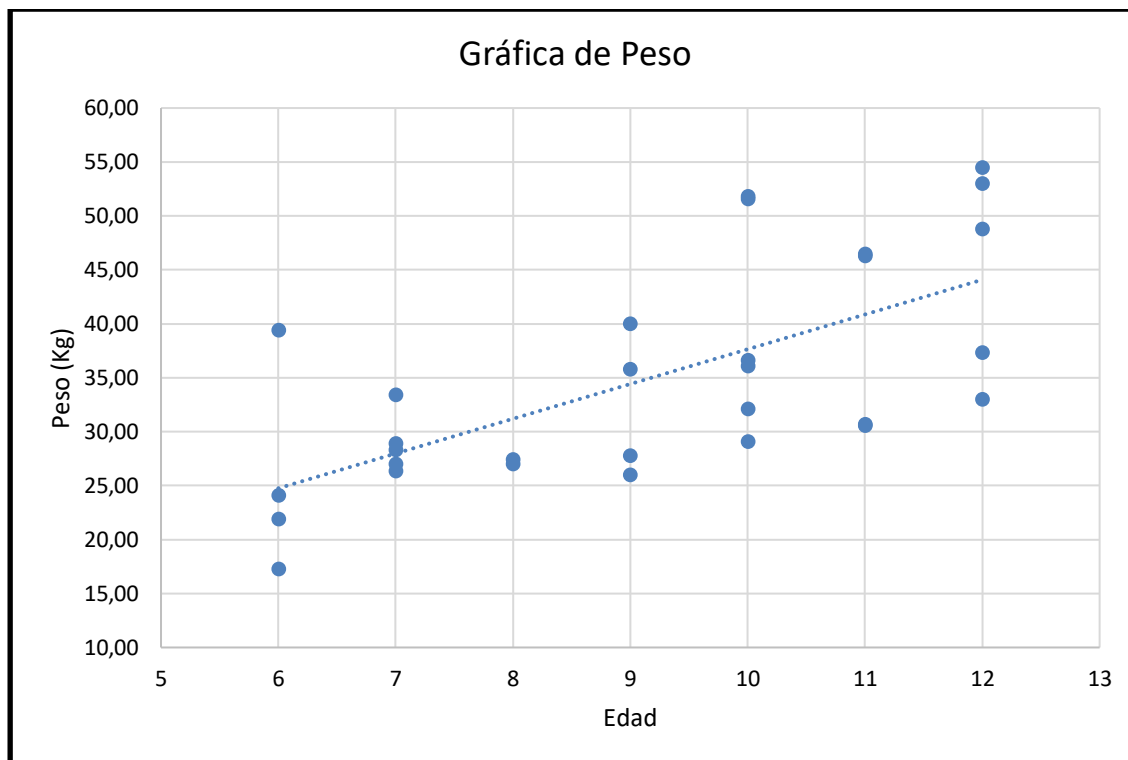
Figura 30.*Gráfica de dispersión de la altura*

El resultado del diagrama de dispersión que se puede observar en la figura 30 entre la relación de altura vs edad nos muestra una alta correlación positiva, esto quiere decir que conforme la variable en “x” edad vaya aumentando, incrementara la variable “y” lo que corresponde a la altura de los estudiantes. Por este motivo en esta medida se tomará la medida percentil 95 (P_{95}).

Tabla 8*Medidas del peso según la edad.*

PESO

EDAD	MEDIDA(Kg)
11	30,60
11	46,50
10	29,10
6	24,10
12	37,33
12	53,00
9	35,80
9	40,00
11	46,30
10	51,60
12	48,80
7	28,30
10	32,10
9	26,00
10	36,10
12	33,00
10	51,80
10	36,60
11	30,70
7	27,00
7	33,40
6	21,90
8	27,00
6	17,30
8	27,43
7	26,33
6	39,44
7	28,90
9	27,80
12	54,50

Figura 31.*Gráfica de dispersión del peso*

En la figura 31 gráfica de dispersión del peso vs edad nos da como resultado una relación positiva alta, bastante lógico debido a que mientras la edad de los estudiantes va incrementando el peso lo hará simultáneamente, salvo el caso de una mínima población que podemos observar los puntos dispersos. En este caso la medida que se tomará será la medida percentil 95 (P_{95}).

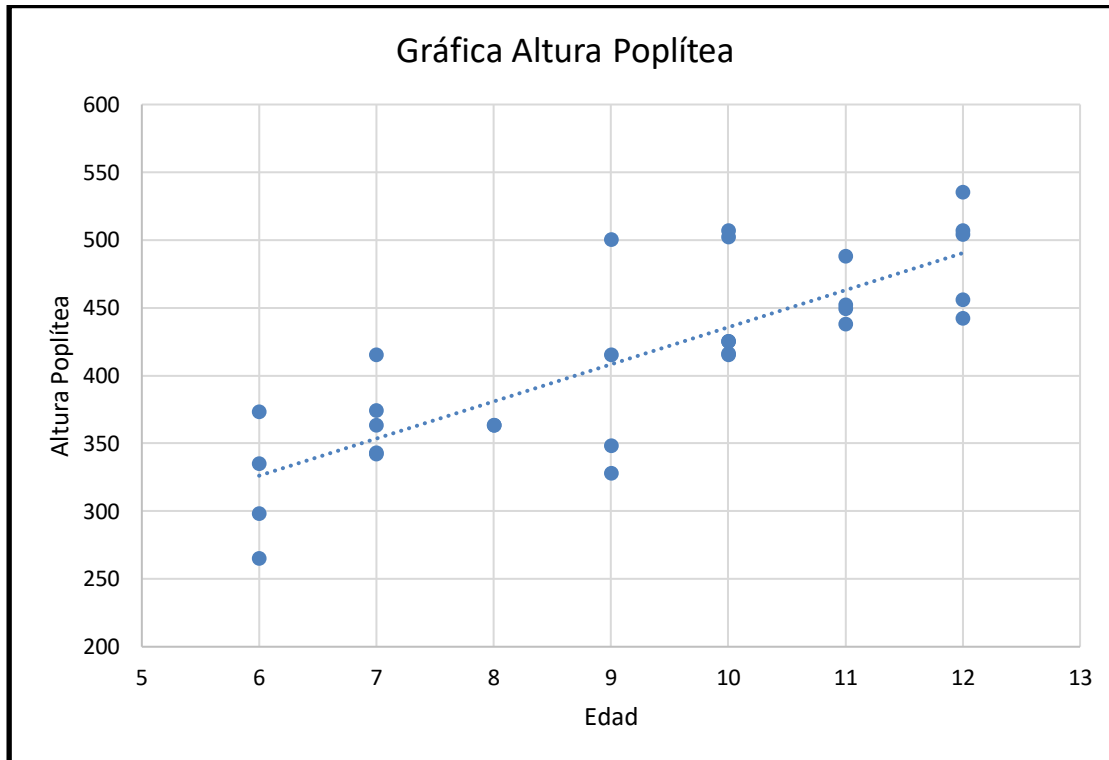
Tabla 9*Medidas de altura poplítea según la edad.*

ALTURA POPLÍTEA

EDAD	MEDIDA(mm)
11	449
11	438
10	416
6	335
12	535
12	507
9	415
9	500
11	488
10	507
12	504
7	415
10	425
9	328
10	415
12	442
10	502
10	425
11	452
7	363
7	342
6	298
8	363
6	265
8	363
7	374
6	373
7	343
9	348
12	456

Figura 32.

Gráfica de dispersión de la altura poplítea



Al igual que el resultado de la gráfica edad vs altura, la relación entre edad vs altura poplítea es positiva alta. Este resultado es coherente debido a que la distancia de la superficie inferior del pie hasta la fosa poplítea va a incrementar simultáneamente con la edad. Tal y como se muestra en la figura 32.

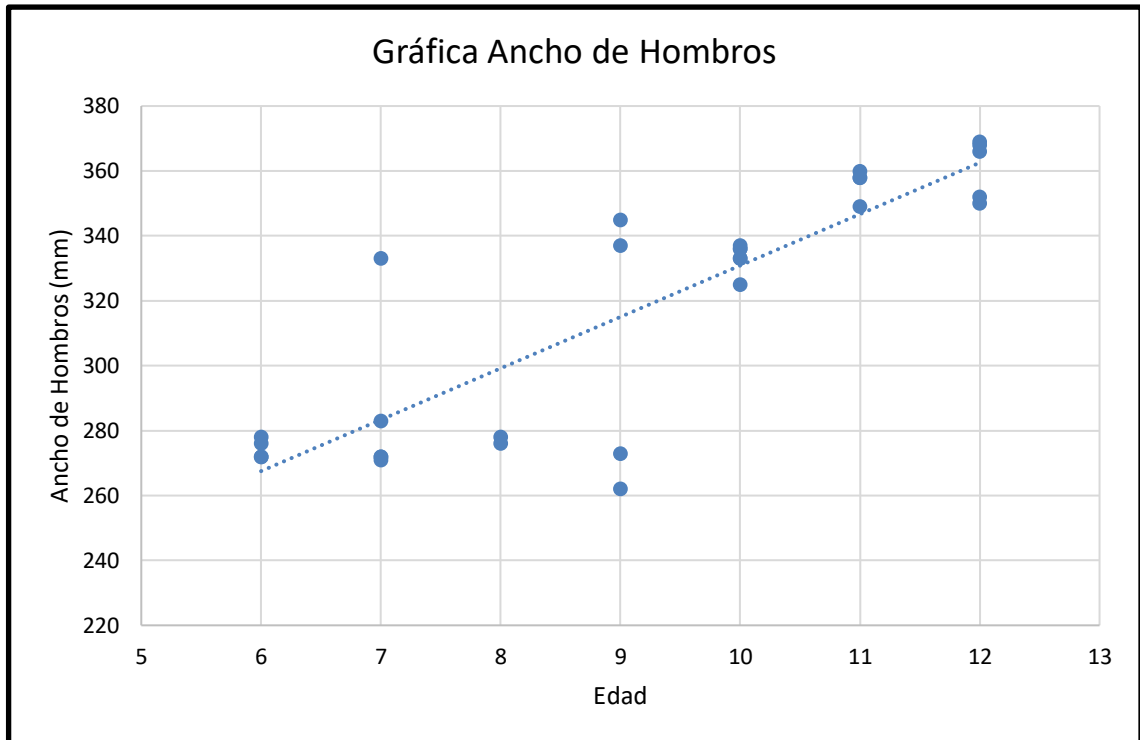
Tabla 10*Medidas del ancho de hombros según la edad.*

ANCHO DE HOMBROS

EDAD	MEDIDA(mm)
11	349
11	360
10	337
6	276
12	366
12	369
9	337
9	345
11	358
10	333
12	368
7	333
10	336
9	262
10	333
12	352
10	325
10	336
11	358
7	272
7	283
6	272
8	276
6	272
8	278
7	272
6	278
7	271
9	273
12	350

Figura 33.

Gráfica de dispersión del ancho de hombro



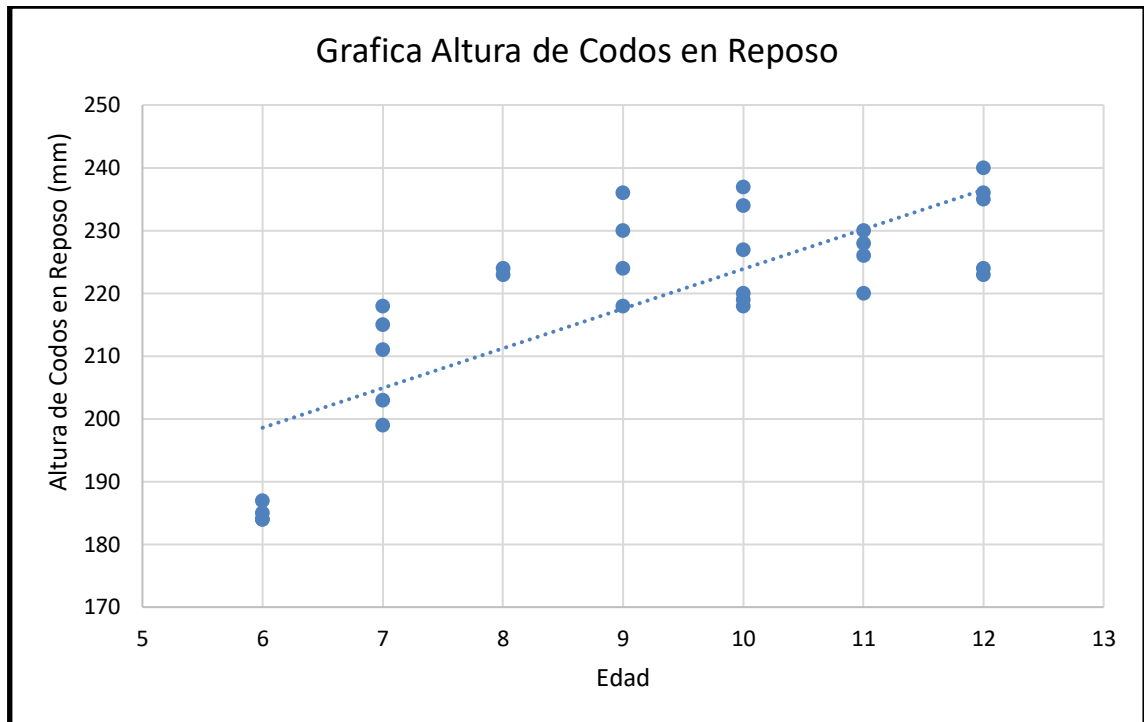
En la figura 33, la gráfica anchura de hombros nos encontramos con una alta correlación positiva, a pesar que encontramos puntos dispersos esto debido a que la medida de anchura de hombros de las niñas es más baja en relación a de los niños. La medida que tomaremos en este caso es la medida máxima.

Tabla 11*Medidas de la altura de codos en reposo según la edad.*

ALTURA DE CODOS EN REPOSO	
EDAD	MEDIDA(mm)
11	226
11	230
10	218
6	184
12	240
12	236
9	218
9	230
11	228
10	227
12	224
7	211
10	219
9	224
10	220
12	223
10	234
10	237
11	220
7	215
7	218
6	185
8	223
6	184
8	224
7	199
6	187
7	203
9	236
12	235

Figura 34.

Gráfica de dispersión de la altura de codos en reposo

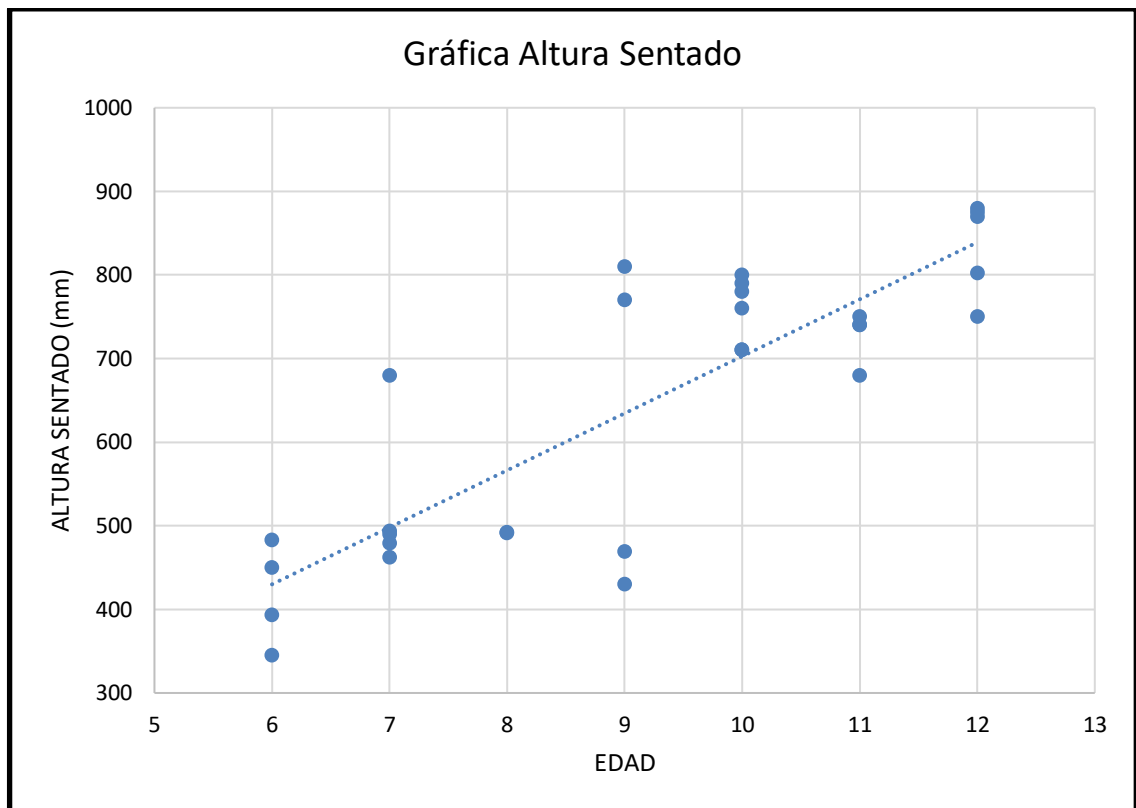


En la figura 34, la gráfica anchura de hombros nos encontramos con una alta correlación positiva, a pesar que encontramos puntos dispersos esto debido a que la medida de anchura de hombros de las niñas es más baja en relación a de los niños. La medida que tomaremos en este caso es la medida máxima. La alta correlación positiva de la relación altura de codos - edad es equivalente a la altura del estudiante. Por este motivo la medida que tomaremos será la medida percentil 95 (P_{95}).

Tabla 12*Medidas de altura sentado según la edad.*

ALTURA SENTADO

EDAD	MEDIDA(mm)
11	750
11	740
10	710
6	450
12	802
12	880
9	770
9	810
11	740
10	800
12	870
7	680
10	710
9	430
10	790
12	750
10	760
10	780
11	680
7	490
7	462
6	393
8	491
6	345
8	492
7	494
6	483
7	479
9	469
12	875

Figura 35.*Gráfica de dispersión altura sentado*

En la figura 35, gráfica altura sentado vs la edad nos encontramos con una alta correlación positiva, a pesar que no es absoluto que mientras la edad incremente lo haga simultáneamente la altura, el 95% de la población si representa esta teoría. Por ende, la medida que tomaremos en este caso es la medida percentil 95 (P_{95}).

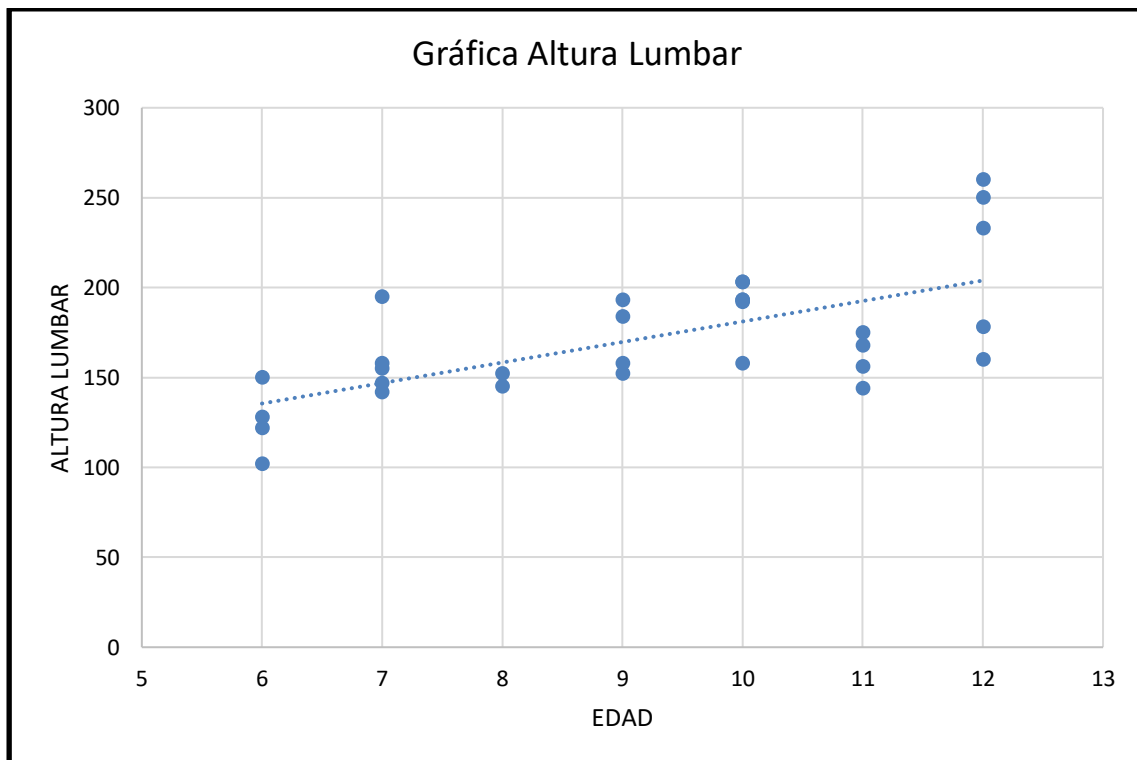
Tabla 13*Medidas de altura lumbar según la edad.*

ALTURA LUMBAR

EDAD	MEDIDA(mm)
11	168
11	144
10	193
6	128
12	160
12	250
9	184
9	193
11	156
10	203
12	233
7	195
10	193
9	158
10	203
12	178
10	158
10	192
11	175
7	147
7	142
6	122
8	152
6	102
8	145
7	158
6	150
7	155
9	152
12	260

Figura 36.

Gráfica de dispersión de la altura lumbar



El resultado del diagrama de dispersión entre la relación de altura lumbar vs edad nos da como resultado una alta correlación positiva, esto corresponde a la altura de los estudiantes. Por este motivo en esta medida se tomará la medida percentil 95 (P_{95}). Tal y como se muestra en la figura 36.

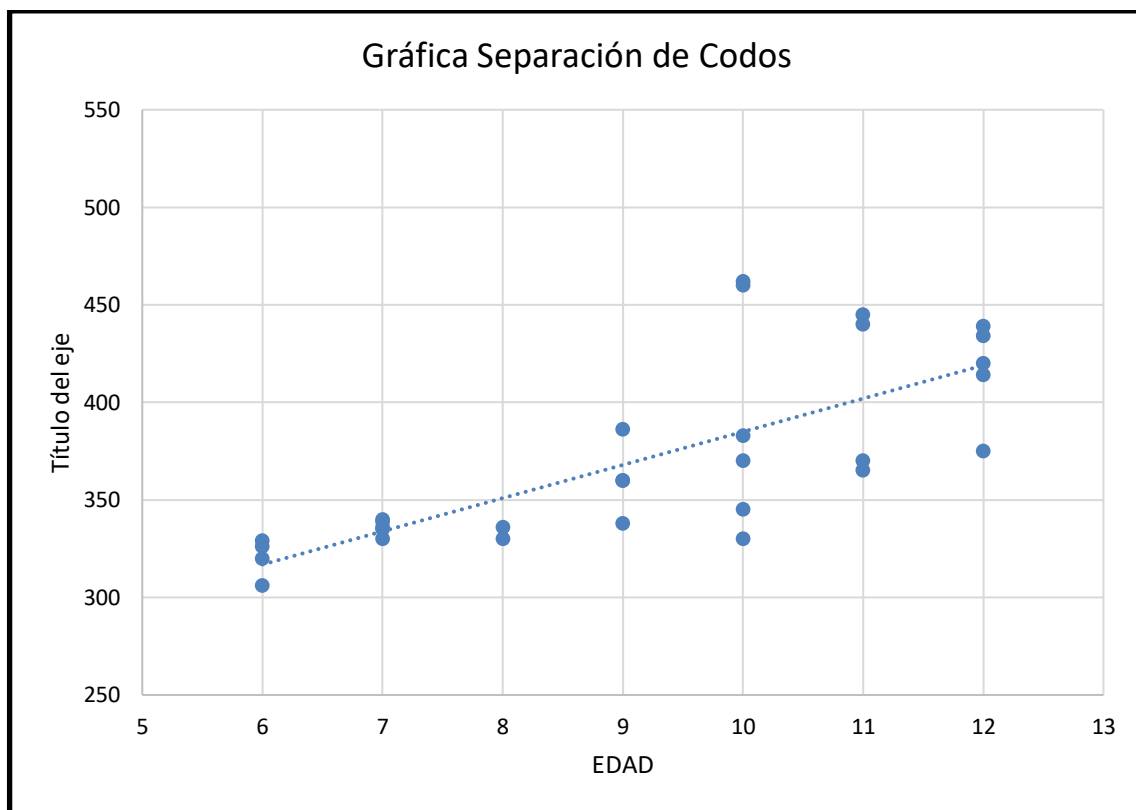
Tabla 14*Medidas de separación de codos según la edad.*

Separación de codos

EDAD	MEDIDA(mm)
11	370
11	445
10	330
6	320
12	414
12	439
9	360
9	386
11	440
10	460
12	434
7	330
10	345
9	360
10	370
12	375
10	383
10	462
11	365
7	336
7	340
6	306
8	336
6	326
8	330
7	339
6	329
7	335
9	338
12	420

Figura 37.

Gráfica de dispersión separación de codos



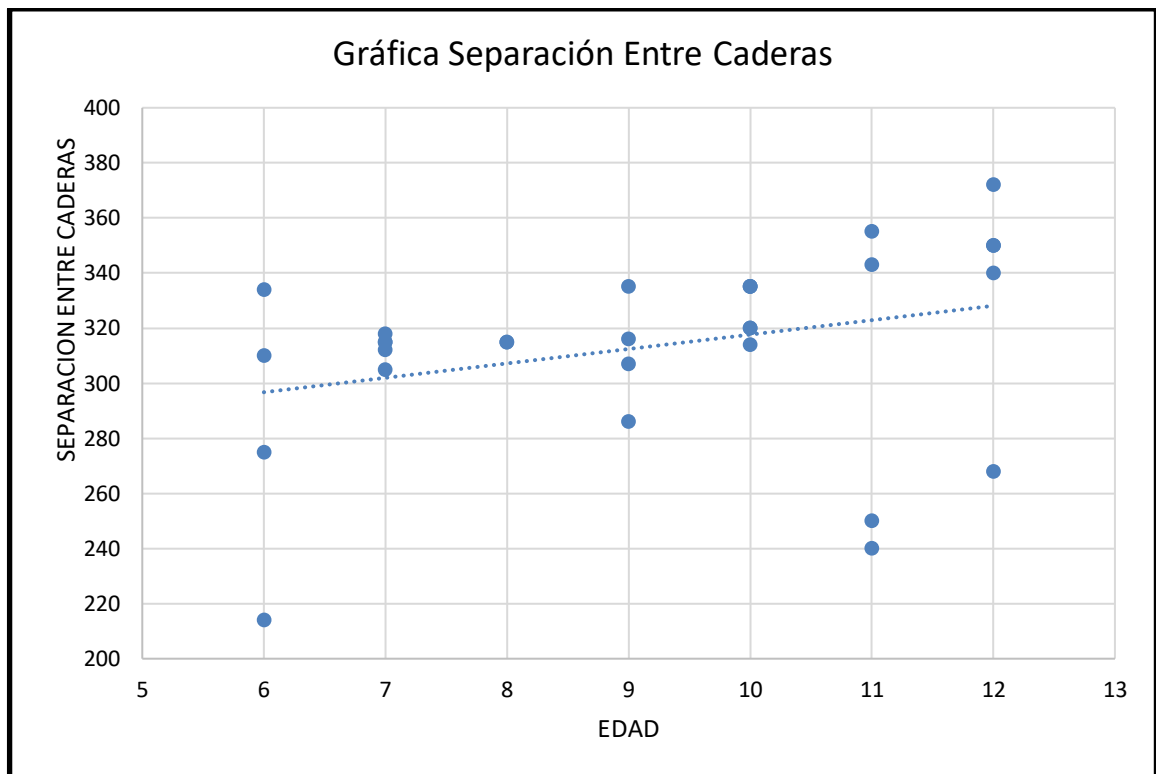
En la figura 37, la gráfica de dispersión de la separación de codos vs edad nos da como resultado una relación positiva alta, al igual que el peso nos encontramos con dos puntos dispersos esto debido a que los estudiantes con mayor peso tendrán más distancia entre codo y codo. En este caso la medida que se tomará será la medida máxima.

Tabla 15*Medidas de separación entre caderas según la edad.*

SEPARACIÓN ENTRE CADERAS	
EDAD	MEDIDA(mm)
11	250
11	355
10	335
6	334
12	372
12	350
9	335
9	307
11	343
10	314
12	350
7	312
10	320
9	286
10	335
12	268
10	320
10	335
11	240
7	315
7	305
6	275
8	315
6	214
8	315
7	315
6	310
7	318
9	316
12	340

Figura 38.

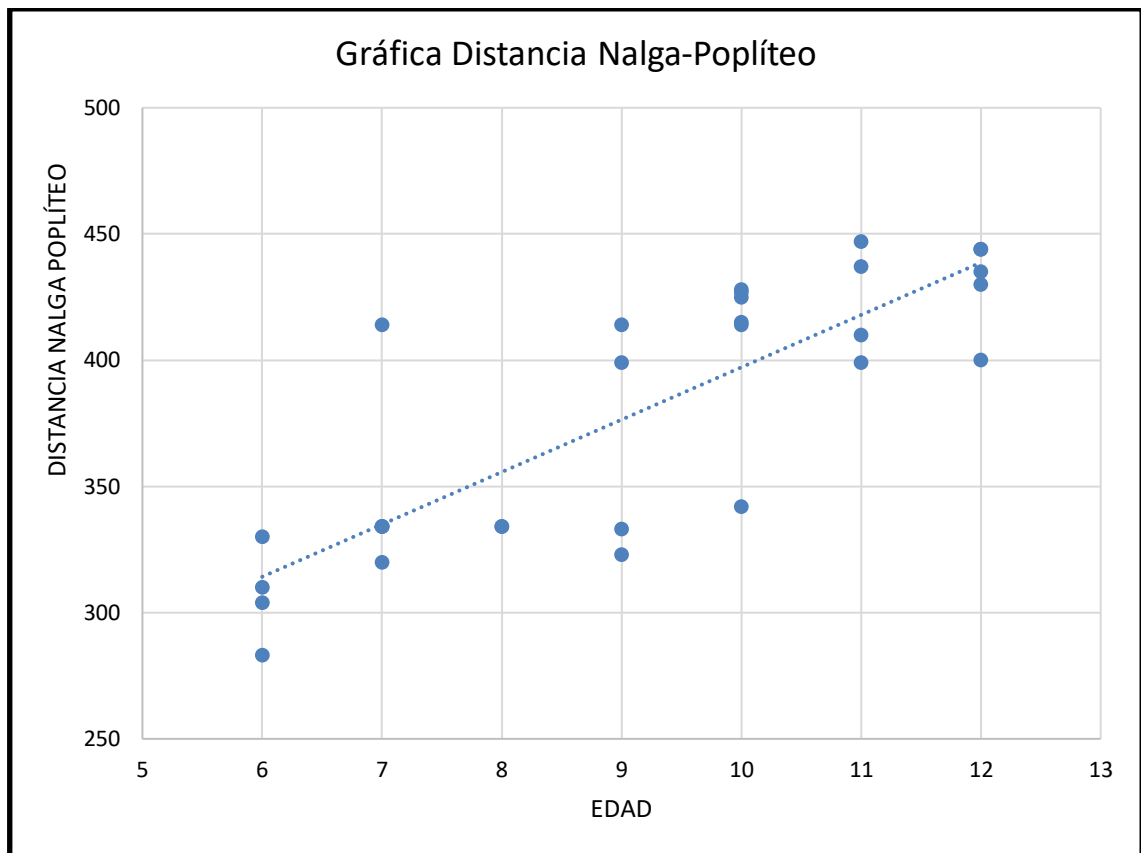
Gráfica de dispersión separación entre caderas



En la figura 38, la gráfica separación de caderas nos encontramos con una alta correlación positiva, a pesar que encontramos puntos dispersos esto debido a que esta medida variara de acuerdo a la anatomía de las niñas y niños. La medida que tomaremos en este caso es la medida máxima. La medida que tomaremos será la medida percentil 95.

Tabla 16*Medidas de la distancia nalga-poplíteo según la edad.*

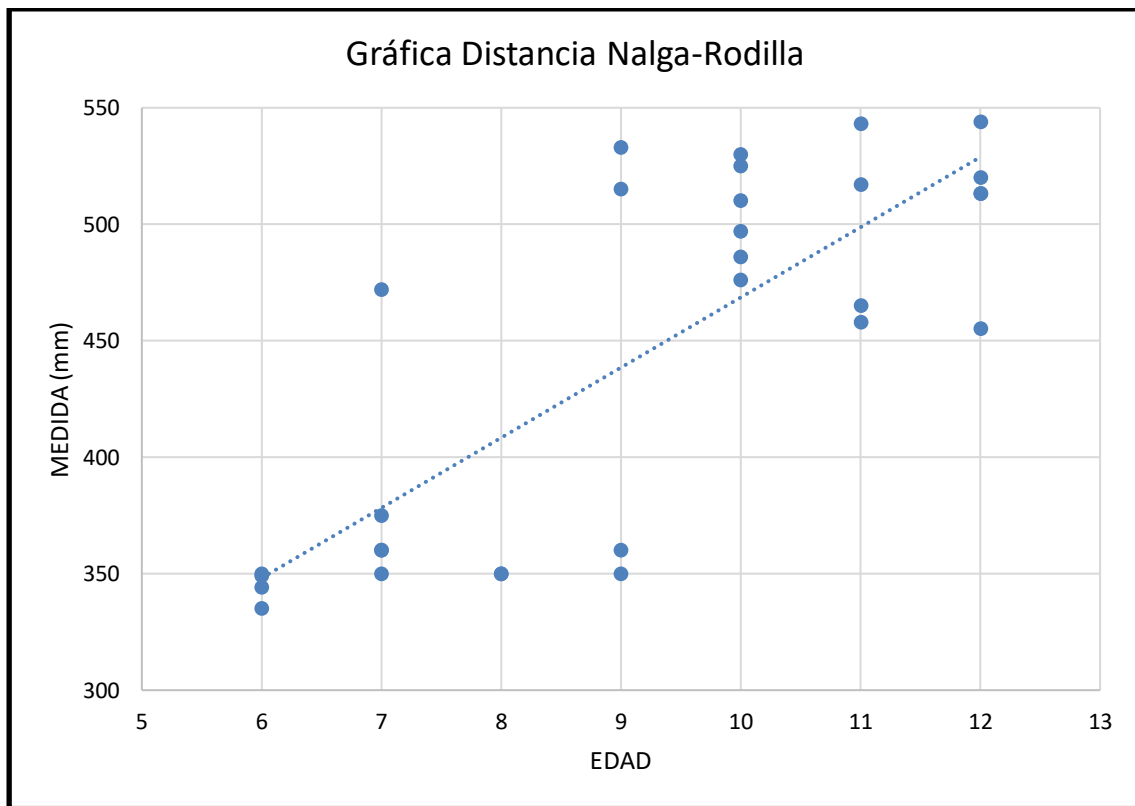
DISTANCIA NALGA- POPLÍTEO	
EDAD	MEDIDA(mm)
11	399
11	447
10	414
6	310
12	430
12	444
9	414
9	399
11	437
10	427
12	444
7	414
10	342
9	323
10	428
12	400
10	415
10	425
11	410
7	334
7	334
6	304
8	334
6	283
8	334
7	334
6	330
7	320
9	333
12	435

Figura 39.*Gráfica de dispersión nalga-poplíteo*

El resultado del diagrama de dispersión entre la distancia nalga-poplítea muestra una alta correlación positiva, esto quiere decir que conforme la variable en “x” edad vaya aumentando, incrementara la variable “y” lo que corresponde la distancia entre en la fosa poplítea y la cara externa del glúteo. Por este motivo en esta medida se tomará la medida percentil 95 (P₉₅). Tal y como se muestra en la figura 39.

Tabla 17*Medidas de la distancia nalga-rodilla según la edad.*

DISTANCIA NALGA- RODILLA	
EDAD	MEDIDA(mm)
11	465
11	543
10	486
6	349
12	544
12	513
9	515
9	533
11	517
10	525
12	513
7	472
10	476
9	360
10	497
12	455
10	530
10	510
11	458
7	350
7	375
6	344
8	350
6	335
8	350
7	360
6	350
7	360
9	350
12	520

Figura 40.*Gráfica de dispersión nalga-rodilla*

El resultado del diagrama de dispersión entre la distancia nalga-rodilla muestra una alta correlación positiva, esto quiere decir que conforme la variable en "x" edad vaya aumentando, incrementara la variable "y" lo que corresponde la distancia entre la rótula y la cara externa del glúteo. Por este motivo en esta medida se tomará la medida percentil 95 (P_{95}). Tal y como se muestra en la figura 40.

3.5 Análisis Económico Del Asiento

El diseño del prototipo de asiento está valorado en \$500.00 dólares americanos aproximadamente, realizar la adecuación completa de un vehículo de transporte escolar con asientos diseñados para niños de 6 a 12 años podría calcularse en alrededor de aproximadamente en \$2000.00 dólares americanos. De realizarse en una escala de mayor magnitud este valor podría bajar un 20% y un 15% adicional si usamos material reciclado de los asientos de fábrica según el vehículo que utilizemos. Tomando en cuenta que es un valor que se gastara una sola

vez puesto que el mantenimiento es como en cualquier otro asiento, podemos decir con seguridad que es un bajo precio contra un gran beneficio que asegura la ergonomía y seguridad de los ocupantes.

CAPÍTULO IV

4 Diseño Y Simulación Del Prototipo

4.1 Diseño Del Prototipo De Asiento Ergonómico

Dentro del diseño del prototipo de asiento ergonómico diferenciamos dos estructuras: Interna (estructura metálica) y externa (tapizado).

4.1.1 Estructura Interna

La base del asiento está conformada por dos estructuras laterales unidas por dos largueros formando una estructura sólida brindando así la seguridad y soporte necesaria tal y como se muestra en la figura 41.

Figura 41.

Estructura de la base del asiento

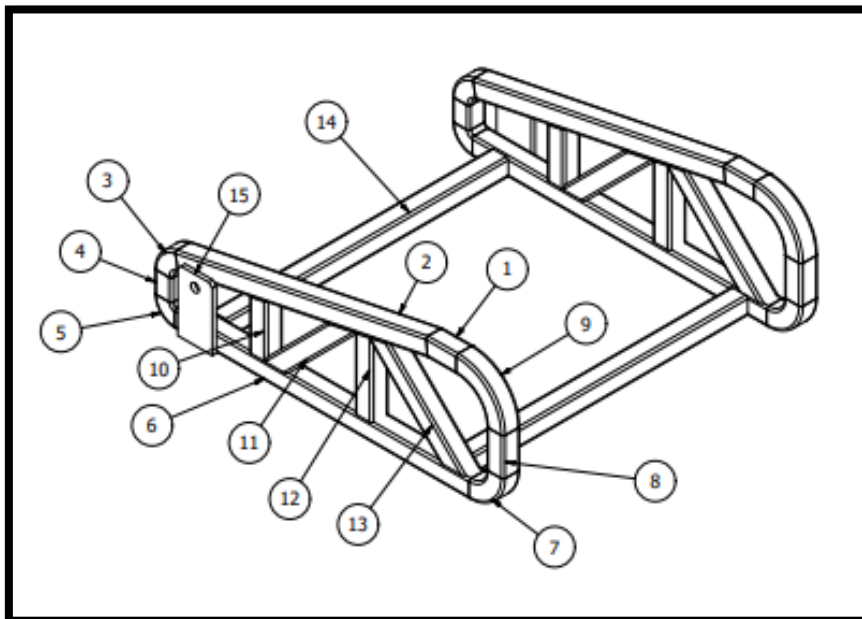
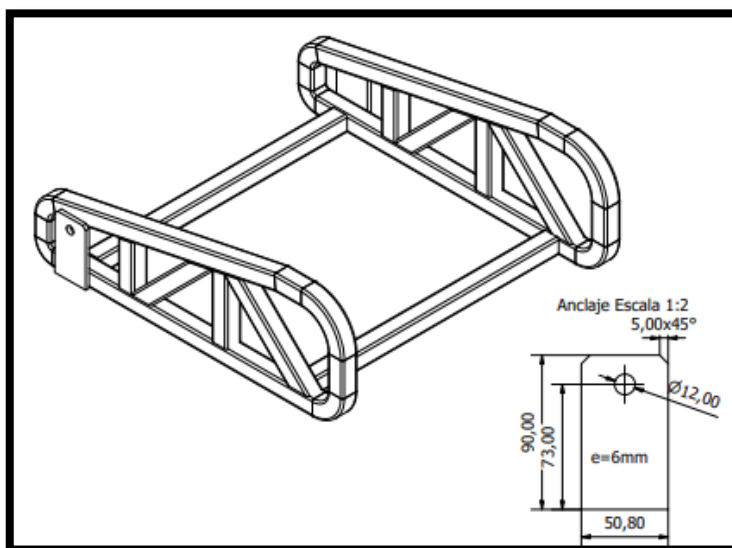


Tabla 18*Medidas de la estructura base del asiento*

Base del asiento		
Número	Medida(mm)	Descripción
1	44,39	
2	374,21	
3	34,97	
4	31,31	
5	27,39	
6	430,18	
7	58,91	
8	54,37	
9	88,44	
10	75,19	
11	163,46	
12	106,67	
13	170,76	
14	410	
15	e = 6	Plancha Negra

Tubo de 25x25x2

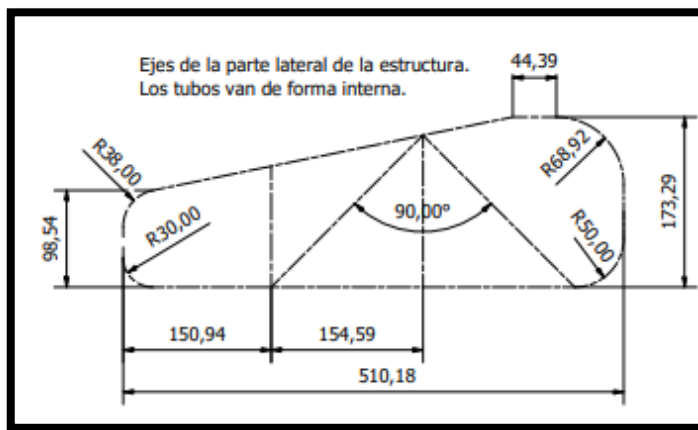
En la figura 42 podemos observar el anclaje que unirá el respaldar con la base del asiento la cual tendrá las siguientes dimensiones 90x50.80mm con un espesor de 6mm.

Figura 42.*Placa de unión*

Basándonos en el resultado de las medidas procedemos a analizar y diseñar nuestra estructura base, la cual constara de 4 pilares y 2 apoyos en cada extremo los cuales estarán en un ángulo de 90° ubicados en la parte anterior del asiento la cual soportara el mayor peso. Tal y como se muestra en la figura 43.

Figura 43.

Ejes y ángulos de la base



El diseño del espaldar que se muestra en la figura 44 está conformado por dos estructuras laterales unidas entre sí por dos largueros brindando el soporte y la seguridad para que el tapizado se mantenga firme.

Figura 44.

Espaldar del asiento

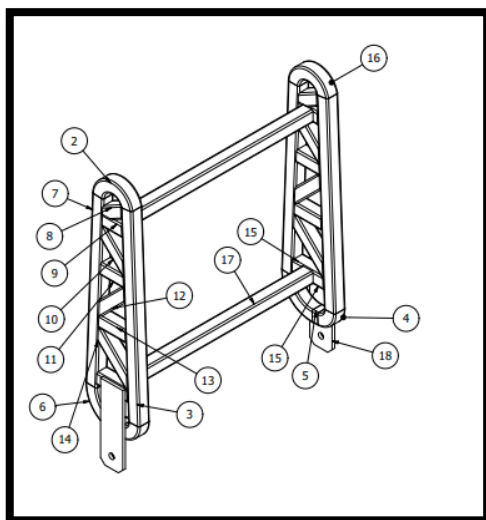
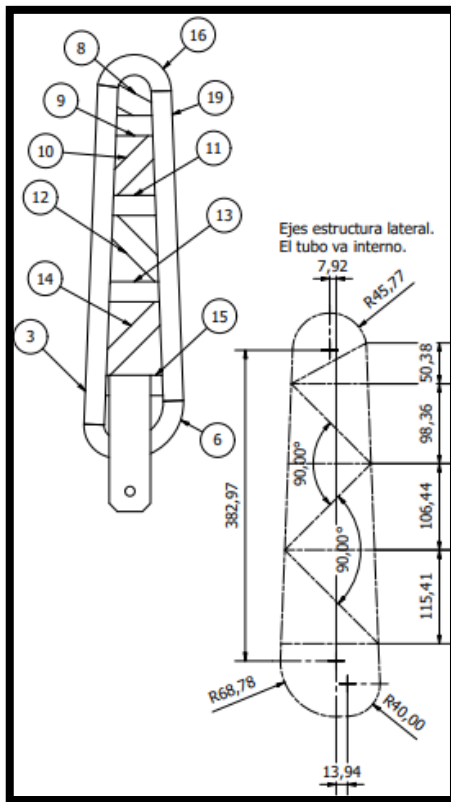


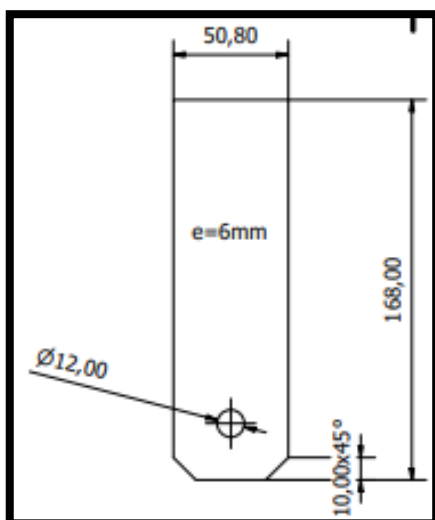
Tabla 19*Medidas de la estructura del espaldar*

Espaldar del asiento		
Número	Medida(mm)	Descripción
2	96,67	
3	418,76	
4	43,07	
5	12,66	
6	93,15	
7	383	
8	53,88	
9	45,34	Tubo de 25x25x2
10	86,03	
11	53,2	
12	97,47	
13	61,7	
14	110,14	
15	70,92	
16	97,4	
17	422	
18	e = 6	Plancha negra

El diseño del espaldar está compuesto por 2 estructuras laterales las mismas que están compuestas por cuatro pilares dispuestas de forma longitudinal y cuatro apoyos que estarán ubicados en un ángulo de 90° tal y como se muestra en la figura 44.

Figura 45.*Ejes y ángulos del espaldar*

En la figura 46 podemos observar la placa que unirá el respaldar con la base del asiento la cual tendrá las siguientes dimensiones 168x50.80mm con un espesor de 6mm.

Figura 46.*Placa de anclaje*

4.1.2 Estructura Externa

Una vez realizada la toma de medidas percentiles y máximas procedemos con el diseño del espaldar del asiento, el cual contara con un ancho total de 440x512mm cada plaza y un descanso adicional de 341x90mm, el cual se recorta hasta llegar a 341x63mm en la parte superior, en cada extremo de los costados que no esté anexo a otra plaza. Una altura total de 512mm sin apoya cabezas, él apoya cabezas en la parte posterior tiene una medida de alto de 173x258mm y delantera de 148x258mm debido a su diseño, el ancho del mismo es de 258mm total y una profundidad en la parte superior de 103mm e inferior de 91.3mm, tal como se puede observar en las figuras 47 y 48.

Figura 47.

Medidas del respaldar

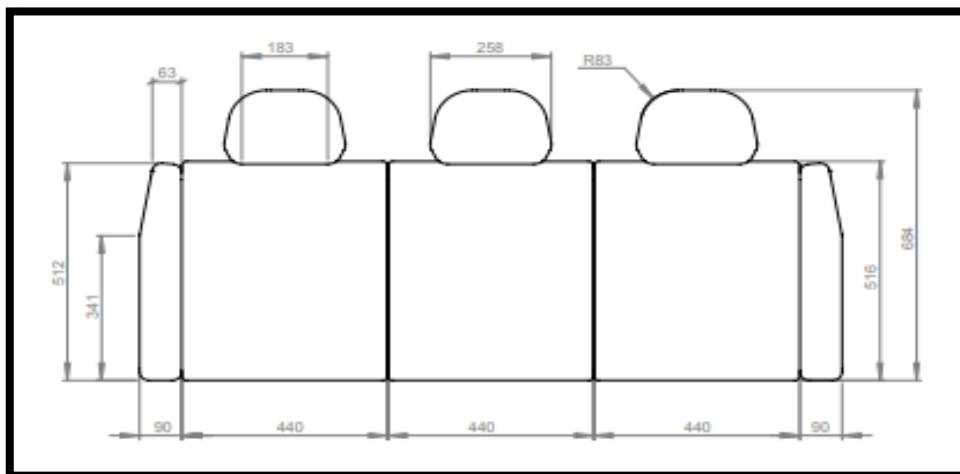
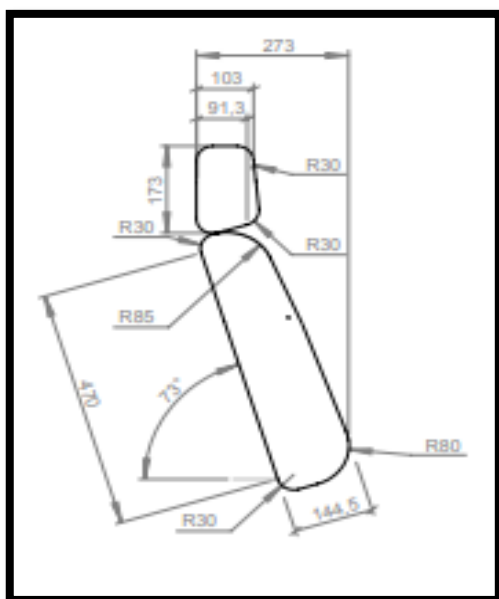


Figura 48.*Vista lateral del respaldar y apoyacabezas*

La base o cojín de nuestro diseño es de 440x160mm de altura y ancho respectivamente, los descansos en cada extremo de la plaza de 90x164mm y cuentan con una profundidad de 542mm. Estas medidas se las tomo a partir de los datos tomados usando las medidas percentiles y máximas según corresponda. Se puede observar en las figuras 49 y 50.

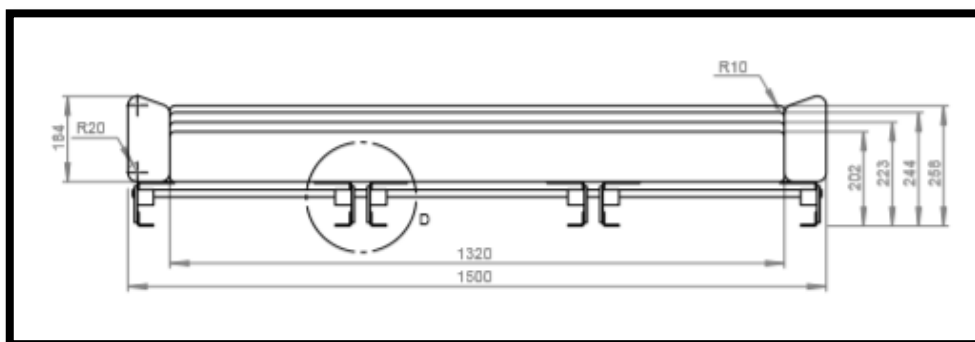
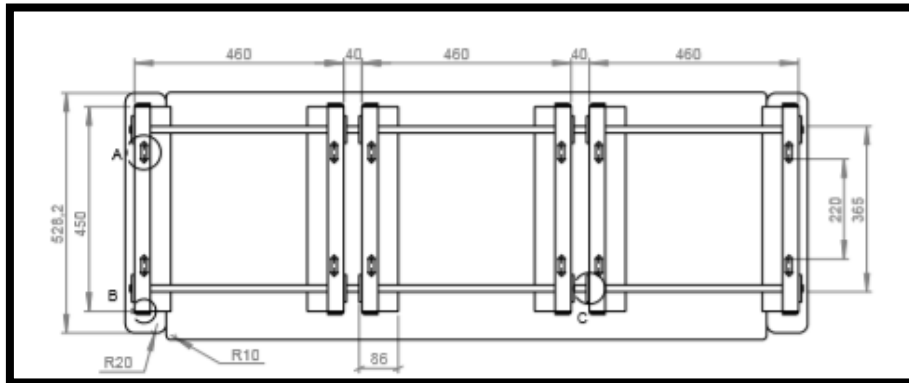
Figura 49.*Vista frontal de la base*

Figura 50.*Vista inferior de la base*

En las figuras 51 y 52 podemos observar nuestros diseños montados conformando un asiento de 3 plazas para estudiantes de edades de 6 a 12 años de edad. Dejándoles una huella de asiento de 440mm de profundidad x 440mm de ancho y 160mm de altura y un espaldar de 440mm de ancho x 512mm de alto respectivamente.

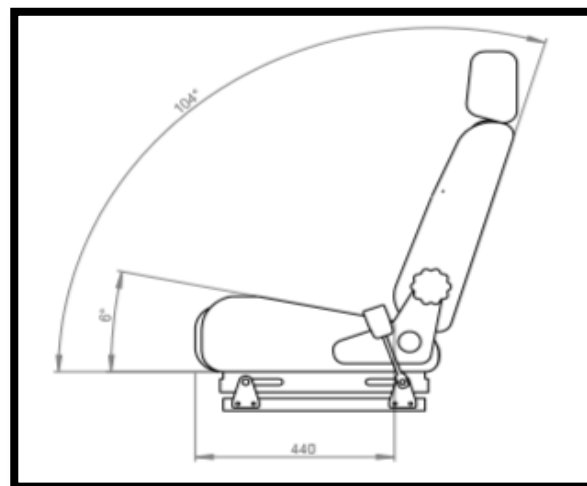
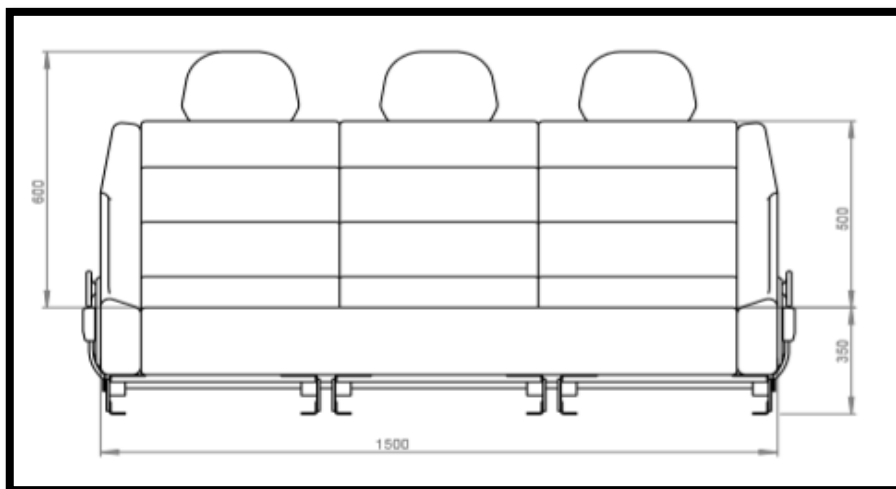
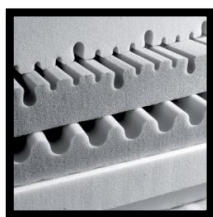
Figura 51.*Vista lateral del conjunto de asiento*

Figura 52.*Medidas del conjunto de asiento*

4.1.3 Selección De Los Materiales

4.1.3.1 Componentes Estéticos

Hemos escogido una espuma viscoelástica también conocida como espuma con memoria de poliuretano que se observa en la figura 53, se comporta de manera distinta que las espumas regulares adaptándose a la forma del cuerpo disipando la presión que ejerce el ocupante según el peso de manera uniforme en toda su superficie con una densidad mayor a los 75 kg/m³ y su nivel de firmeza mayor a 16 según el test de firmeza IFD (Indentation Force Deflection), ubicadas en varias capas buscando una firmeza combinada con adaptabilidad al ocupante.

Figura 53.*Espuma viscoelástica*

Nota: Adaptado de Espuma viscoelástica, por Zigflex

Para la tapicería hemos seleccionado una combinación entre algodón (hipo alérgico y antimicrobial) y tela de microfibra lo cual nos brindara un bajo riesgo de producir reacciones alérgicas así mismo inhibiendo crecimiento y reproducción de bacterias y mohos, la tela de microfibra se encontrará en las partes centrales del asiento con un diseño micro perforado a lo largo de la zona lumbar para mejorar confort, con esta combinación de materiales lograremos obtener una gran elasticidad, flexibilidad y gran resistencia además que son telas de fácil limpieza.

4.1.3.2 Componentes estructurales

Para la estructura base del asiento se seleccionó el acero AISI 1018 de bajo medio carbono. Esto se debe a sus excelentes características mecánicas a cargas no muy severas, con un alto grado de tenacidad. El anclaje de los asientos se lo realiza mediante pernos hacia la carrocería del vehículo, estos pernos vienen designados bajo la norma ASTM como A307 los pernos comunes y A325 ó A490 los pernos de alta resistencia.

Hemos optado por el uso del cinturón de seguridad de tres puntos, es un cinturón muy valorado y utilizado en la mayoría de vehículos que encontramos en el mercado actual, esto por su efectividad, fácil uso y agilidad al colocarlo en posición, la parte superior el anclaje será manualmente ajustable en su altura de la salida lateral para que al momento de que el usuario lo necesite se ajuste a la necesidad entendiendo a esto que la banda que pasa de forma diagonal este ubicada por el centro del pecho y de la clavícula mas no por el cuello y así mismo la banda inferior se ubique en la parte superior de los muslos y no en el estómago, esto siendo posible gracias a que la hebilla estará colocada sobre una barra ajustable manualmente como la tecnología utilizada en la columna de dirección tipo telescopio. Estos sistemas traen consigo un dispositivo retráctil que eliminara cualquier holgura en la tensión de las bandas de seguridad.

4.2 Análisis de resultados en el prototipo

Se procede al análisis de la estructura del asiento debido a que es la parte principal que absorbe y difiere las fuerzas, cargas y condiciones de temperaturas el ocupante así obteniendo los siguientes resultados:

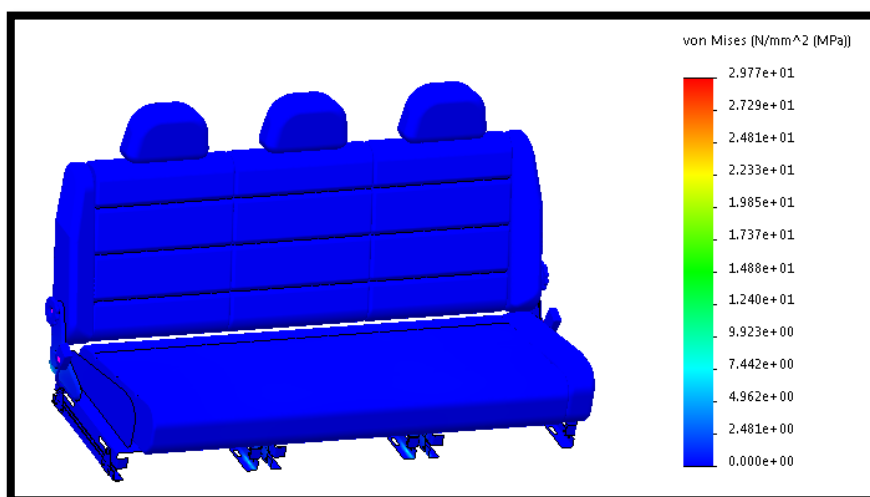
4.2.1 Diagrama de tensiones de VON-MISSES

La tensión VON-MISSES se la aplica comúnmente para analizar si un diseño soporta las condiciones de contorno según su estructura geométrica. En la figura 54 se muestran los resultados y la distribución de tensiones aplicadas a lo largo de la estructura del asiento ergonómico causadas por esfuerzos axiales.

El resultado del valor máximo de tensión es de 29.77 MPa en la sección donde reposa el área del tórax hasta los hombros y la tensión mínima estaría reflejada en la parte inferior de la estructura con un valor de 4.96 MPa, esto demuestra que el diseño estructural del asiento ergonómico soportara los esfuerzos axiales presentados en el análisis sobre el conjunto de la superficie del mismo.

Figura 54.

Simulación de VON-MISSES

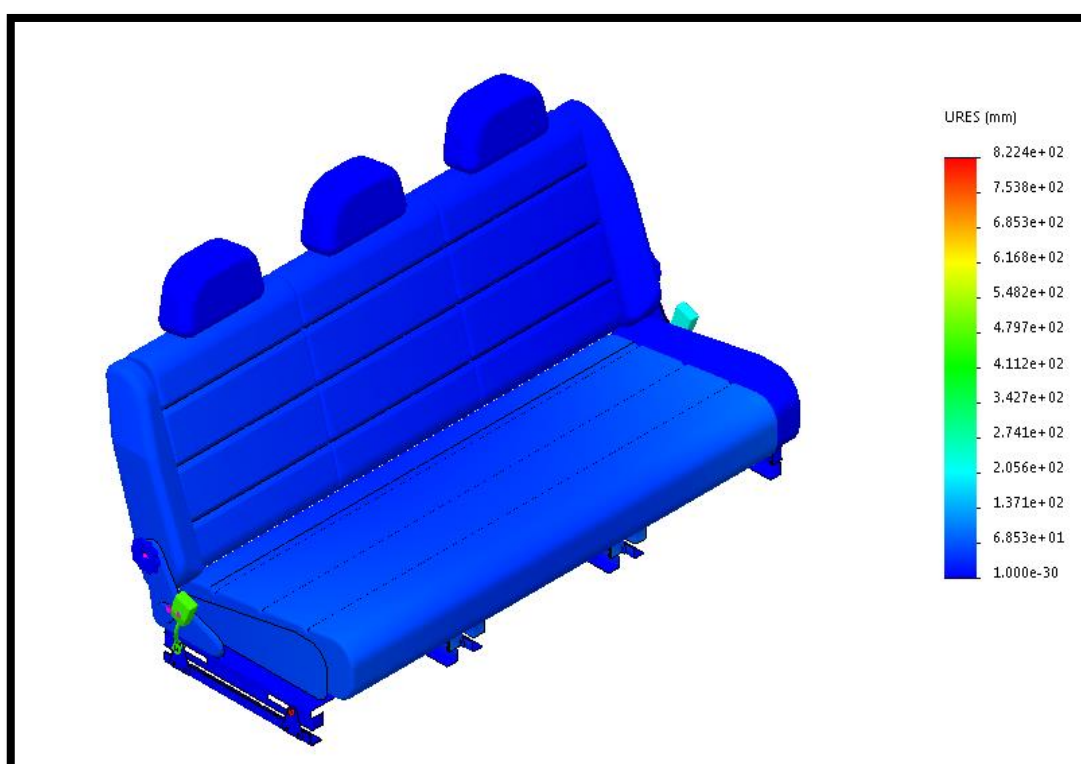


4.2.2 Diagrama de resistencia y elasticidad

Esta medida es utilizada para medir el desplazamiento desde la ubicación inicial de cada elemento y la fuerza que representa, es decir la relación entre la carga y la respuesta de la estructura es lineal. En la figura 55 muestra que la distribución de las cargas a lo largo de la estructura de nuestro diseño es de 8.224×10^2 mm como máximo.

Figura 55.

Simulación de resistencia y elasticidad



4.3 Tipos de Cargas.

Para el diseño del prototipo, se consideran las siguientes cargas:

- a) **Cargas vivas:** Peso promedio de los usuarios, niños comprendidos entre las edades de 6 a 12 años.

Tabla 20

Peso y talla promedio de usuarios.

Sexo	Edad Años	Talla promedio m	Peso promedio Kg
Femenino	6 a 8	1,12 a 1,22	19 - 24
Femenino	8 a 10	1,22 a 1,32	24 - 28
Femenino	10 a 12	1,32 a 1,40	28 - 32
Masculino	6 a 8	1,12 a 1,23	20 - 24
Masculino	8 a 10	1,23 a 1,33	24 - 29
Masculino	10 a 12	1,33 a 1,41	29 - 34

b) Cargas muertas:

Tabla 21

Datos carga muerta.

Denominación	Cantidad	Peso unitario Kg	Peso total Kg
Estructura soporte de asiento	1	18 - 22	18 - 22
Asiento	1	35 - 40	35 - 40
Mochila con útiles	1	2 a 3,7	2 a 3,7
Lonchera	1	0,2	0,2

4.3.1 Cargas Y Esfuerzos A Considerarse, En El Diseño De Prototipo.

En carga estática, se consideran las siguientes cargas y esfuerzos:

- a) Fuerza cortante
- b) Momento Flector
- c) Compresión en elementos estructurales, bases de asientos

En carga dinámica, se consideran los siguientes esfuerzos:

- a) Corte de pernos de sujeción de estructura soportante de asiento
- b) Flexión – compresión de espaldar y apoyacabeza
- c) Flexión – compresión d elementos amortiguadores de asientos (muelles)
- d) Inercias.

4.3.2 Diagrama de cargas

En carga estática, para un asiento de tres pasajeros:

$$\text{Carga Total} = \text{Carga viva} + \text{Carga muerta}$$

Carga viva = $34 \times 3 = 102$ Kg. (Valor máximo en tabla No.3)

Carga muerta = $22 + 40 + (3,7 \times 3) + (0,2 \times 3) = 73,7$ Kg. (Valores máximos en tabla No.4).

$$\text{CT} = 102 + 73,7 = 175,7 \text{ kg}$$

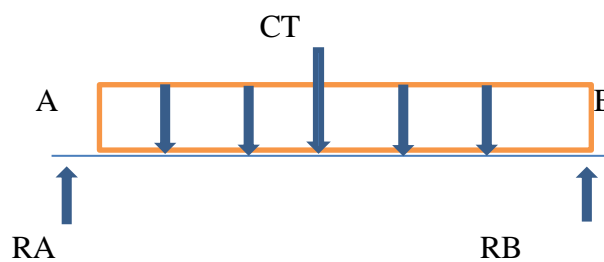


Figura 56. Diagrama de Cargas

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$CT - RA - RB = 0$$

$RA = RB$; (Carga uniformemente distribuida)

$$CT - RA - RA = 0$$

$$CT - 2RA = 0$$

$$CT = 2RA$$

$$RA = CT / 2 = 175,7 / 2 = 87,85 \text{ Kg}$$

$$RA = RB = 87,5 \text{ Kg}$$

4.3.3 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector:

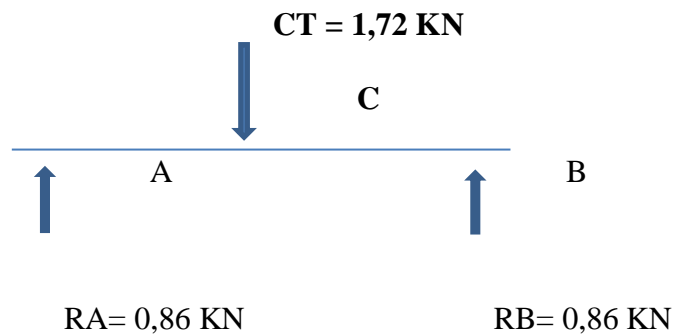


Figura 57. Diagrama de cargas y reacciones

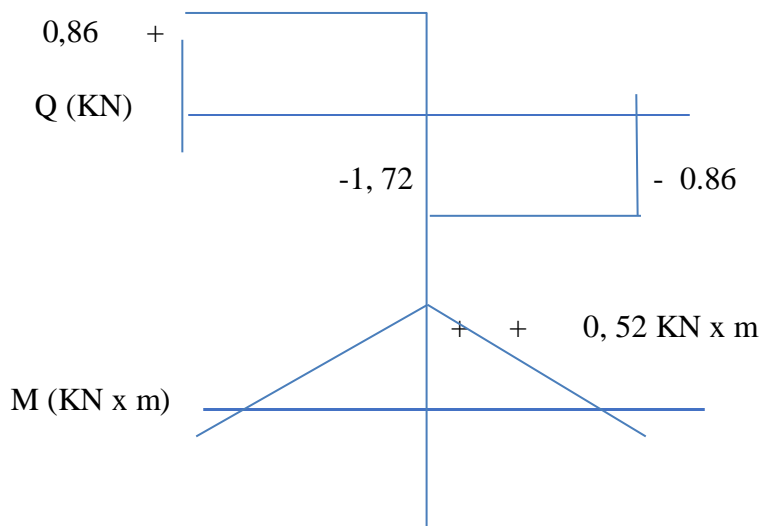


Figura 58. Diagrama de Cortante y Momento Flector Máximo.

$$R_A = 87,85 \text{ Kg} = 861,80 \text{ N} = 0,86 \text{ KN}$$

$$R_B = 87,85 \text{ Kg} = 861,80 \text{ N} = 0,86 \text{ KN}$$

$$CT = 175,7 \text{ Kg} = 1723,60 \text{ N} = 1,72 \text{ KN}$$

$$M_A = 0$$

$$M_C = 0 + (0,6 \times 0,86) = 0,52 \text{ KN x m}$$

$$M_B = 0,52 + (0,6 \times (-0,86)) = 0 \text{ KN x m}$$

Comprobación:

$$M_{max} = \frac{CT \times L}{4}$$

$$M_{max} = \frac{1,72 \times 1,20}{4} = 0,52 \text{ KN x m}$$

4.3.4 Pernos De Sujeción De Soportes De Asiento

En conexiones estructurales se utilizan dos tipos de pernos, designados bajo la norma ASTM como A307 los pernos comunes y A325 ó A490 los pernos de alta resistencia.

Para pernos comunes el esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tracción (Fu) es:

$$Fu = 4220 \text{ kg/cm}^2$$

Los pernos de alta resistencia se fabrican en acero al carbono tratado térmicamente y su resistencia a la tensión es mayor en 2 o 3 veces a los ordinarios, pernos A325:

$$Fu = 8440 \text{ kg/cm}^2 \text{ (830 MPa.) para } d \leq 25.4 \text{ mm (1 pulg.)}$$

$$Fu = 7380 \text{ kg/cm}^2 \text{ (725 MPa.) para } d > 25.4 \text{ mm (1 pulg.)}$$

Para pernos con acero aleado tratados térmicamente

$$Fu = 10550 \text{ kg/cm}^2 \text{ (1035 MPa.)}$$

Las dimensiones de los pernos estructurales deberán reunir los requerimientos de la norma ANSI/ASME B 18.2.6

4.3.5 Tuercas y Arandelas.

Las tuercas que se utilizan conjuntamente con los pernos de alta resistencia están bajo la normativa ASTM A563 grado C para pernos A325, y grado DH para pernos A490.

Las dimensiones de las tuercas deberán reunir los requerimientos de la norma ANSI/ASME B18.2.6, Ver tabla (Grado y Acabado de Tuercas/Arandelas)

Las arandelas deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM F436, las arandelas son utilizadas para compensar el paralelismo cuando las partes empernadas tienen pendientes mayores a 1:20.

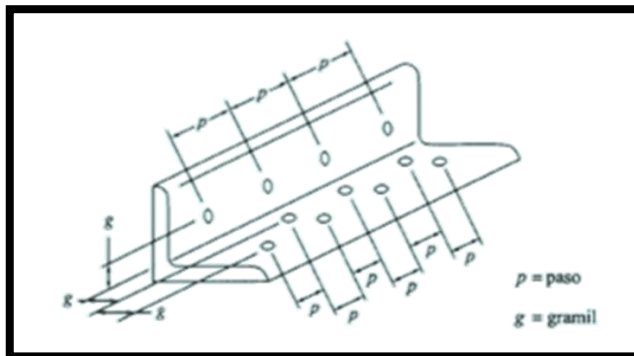
Para tensión específica la conexión requiere arandelas bajo la cabeza y la tuerca, según la Norma ASTM F436 se utiliza arandelas endurecidas para pernos A 325 o A 490 de 1 pulg o menor.

4.3.6 Distancias Mínimas Al Borde Y Espaciamientos Mínimos De Los Pernos.

El LRFD, estipula una distancia mínima S igual a $2 \frac{2}{3}$ diámetros de preferencia $3d$, las resistencias por aplastamiento se reducirán cuando los agujeros se alargan en la dirección paralela a la línea de la fuerza.

Figura 59.

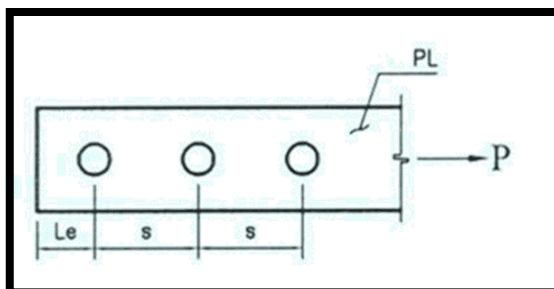
Distancias mínimas de agujeros para pernos.



Debe evitarse colocar muy cerca de los bordes ya que se puede producir el desgarre del metal, o el punzonado del agujero puede provocar agrietamiento o que se abombe el acero, ($Le = 15 \text{ ó } 2d$).

Figura 60.

Distancias para agujeros de pernos.



4.4 Simulación de cargas, esfuerzos y deformaciones en software de puntos finitos.

Los controles del mallado se guían en un proceso con parámetros de entrada y salida para poder evaluar la calidad de malla con datos de entrada como el tamaño del elemento, la altura de la capa inicial de inflación, el método utilizado y tasa de crecimiento, así como los de salida como son el número de elementos, el número de nodos y valores métricos que permiten ver la información adecuada que ayudará en la solución para obtener un análisis satisfactorio.

Figura 61.

Mallado del asiento

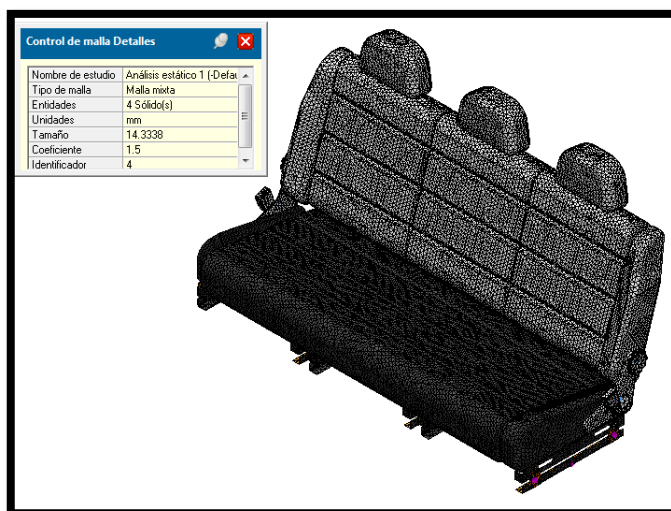
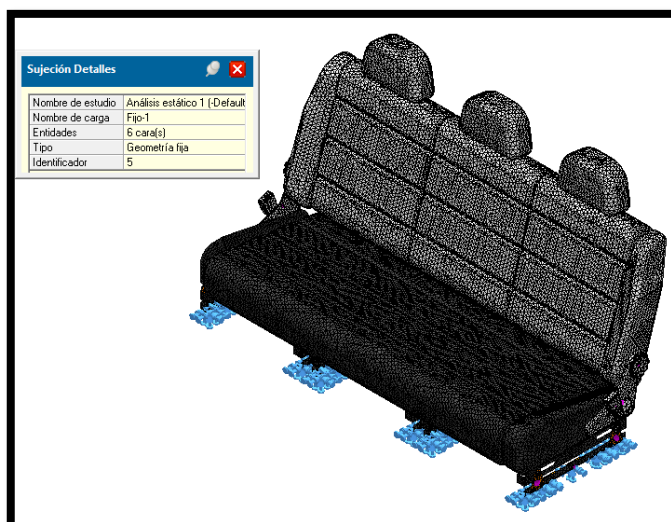


Figura 62.

Mallado



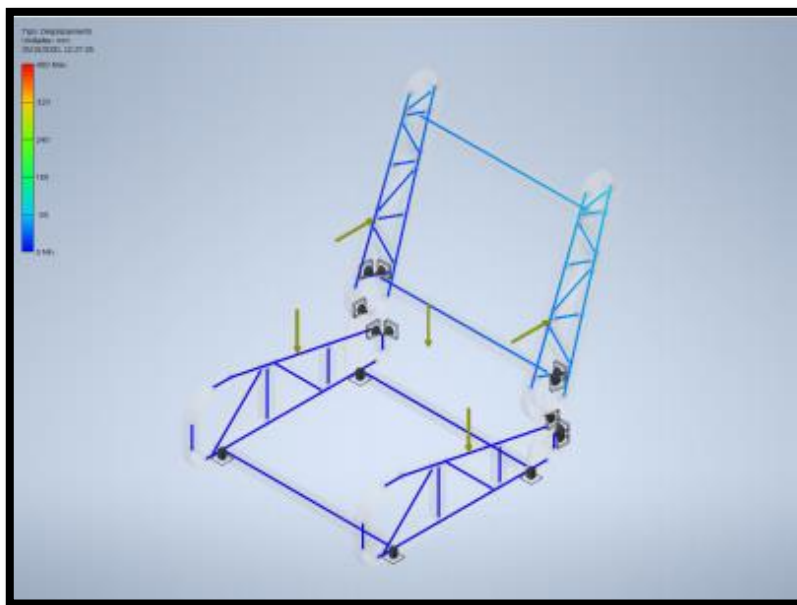
Se procedió a realizar el mallado de tipo mixto usando un algoritmo de alta calidad iniciando el proceso desde las aristas, caras y luego el volumen de los elementos a analizar; respetando cada uno de sus límites y todas las caras del conformado, como se muestra en las figuras 61 y 62.

4.4.1 Simulación De Cargas Y Esfuerzos De La Estructura.

En la figura 63 podemos observar que obtendremos un desplazamiento máximo de 97,32 mm, está ubicado en la parte superior de la estructura del asiento lo cual será el área más alejada del punto de apoyo.

Figura 63.

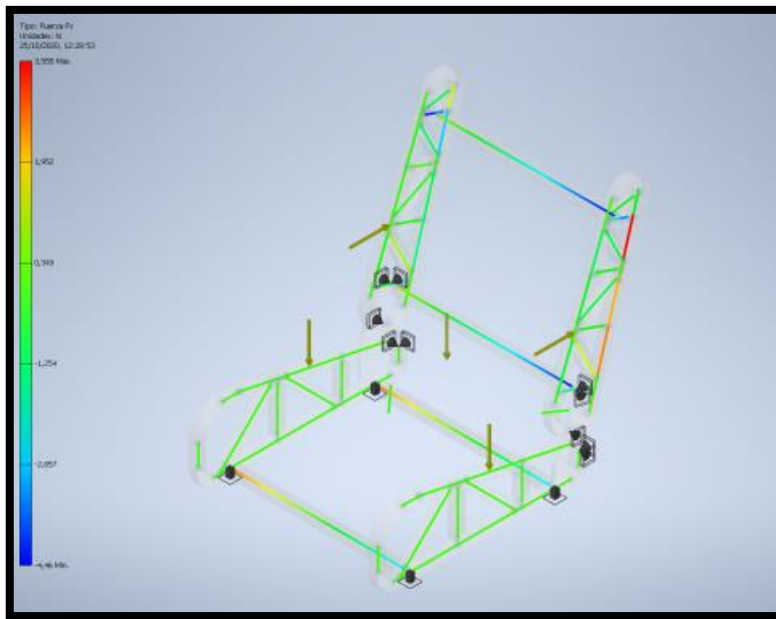
Simulación de desplazamiento



En la figura 64 se observa las Fx la cual e obtiene un mínimo de -4.460N en los largueros que unen las estructuras laterales y el máximo de 3.555N encontrados en la parte posterior de la estructura del espaldar.

Figura 64.

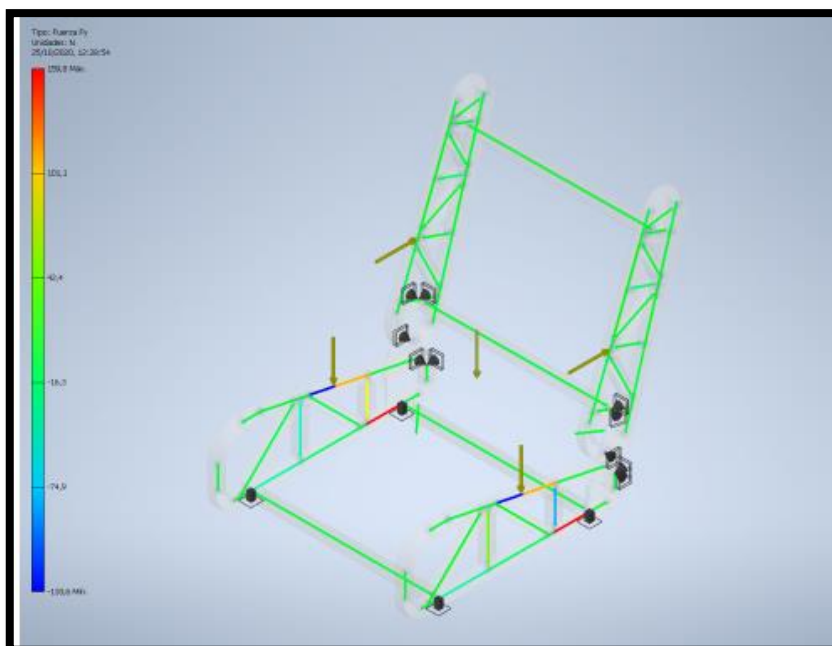
Simulación de fuerzas en X.



En la figura 65 se observa las F_y dándonos un resultado de -133.603N como mínimo y un máximo de 159.751N ubicado en el área de los anclajes de la estructura.

Figura 65.

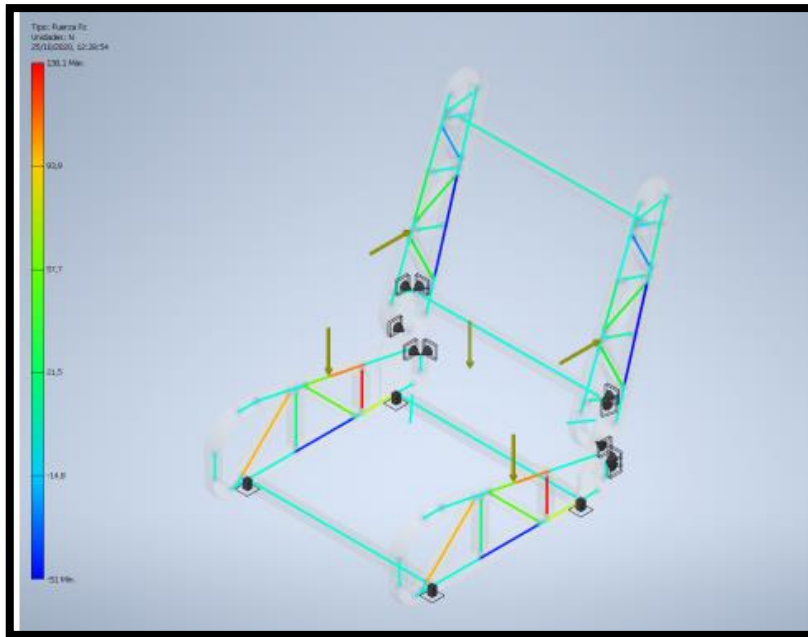
Simulación de fuerzas en Y.



En la figura 66 se observa las Fz de -50.999N como mínimo y un máximo de 130.125N en el área de los pilares en los extremos de la estructura de la base del asiento.

Figura 66.

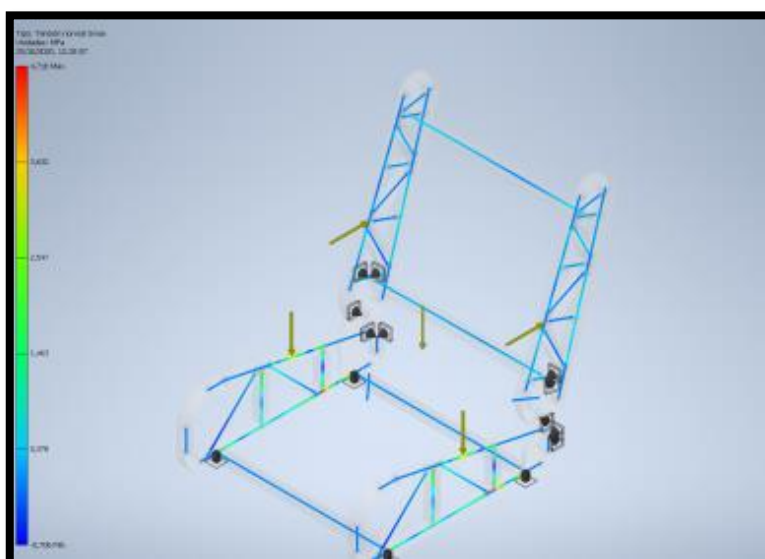
Simulación de fuerzas en Z



En la figura 67 se observa una tensión máxima de 4.16MPa que se diferencian en las uniones de los pilares y apoyos en los extremos del asiento

Figura 67.

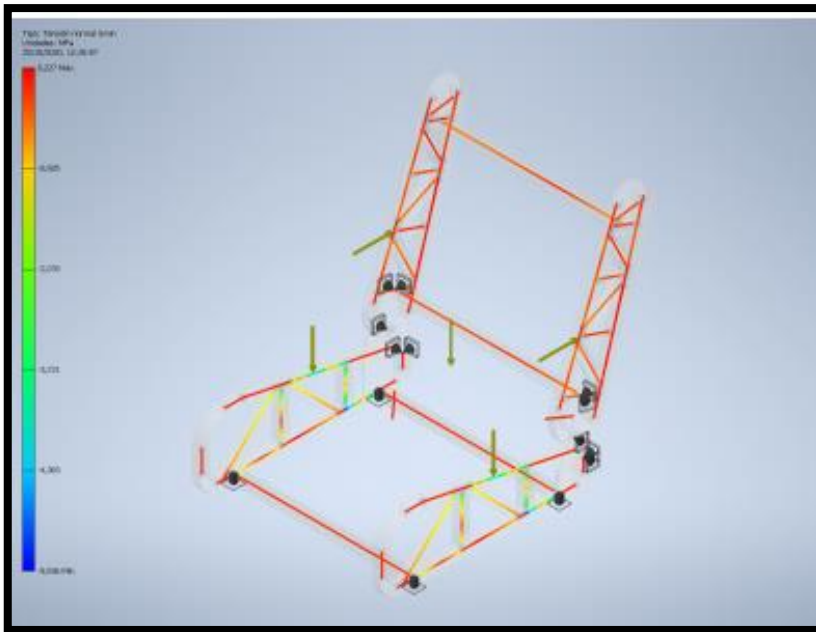
Tensión normal máxima



En la figura 68 se observa que en la mayor tensión que existe en la estructura se encuentra en los pilares y apoyos de los extremos de la base del asiento.

Figura 68.

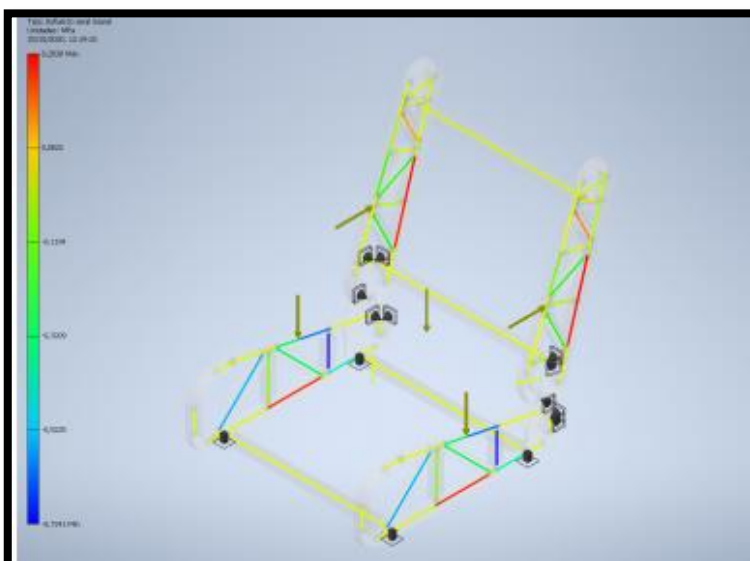
Tensión normal mínima



En la figura 69 podemos observar que la tensión axial máxima está ubicada en el área de la estructura que soporta la mayor carga.

Figura 69.

Tensión axial



4.5 Conclusiones

Gracias a los datos recolectados de la información antropométricas y anatómicas de niños de 6 a 12 años pudimos definir las medidas percentiles y máximas para el correcto diseño de nuestro asiento utilizando parámetros que aseguran la ergonomía y seguridad de los niños aplicándolos en el transporte escolar.

Al usar los instrumentos de medición adecuados como lo son el antropómetro, cinta antropométrica, básculas de pesaje y estadiómetro, nos permitió asegurar la toma de datos correctos y parametrizar los datos según la necesidad del muestreo de niños de 6 a 12 años según las diferentes medidas antropométricas utilizadas para la realización de nuestro diseño de asiento ergonómico aplicado en el transporte escolar.

En las normas INEN podemos encontrar medidas generalizadas donde no se toma en cuenta las variables importantes como lo es la edad, estatura y peso. Esto impide tomar la medida correcta para realizar un diseño que cumpla nuestras necesidades, puesto a que está generalizado en un solo parámetro. En nuestro estudio hemos analizado dichas medidas que han tomadas en niños de 6 a 12 años para así diseñar un asiento que logre garantizar la ergonomía y seguridad de los ocupantes.

El resultado de las simulaciones de esfuerzos a la que fue expuesto nuestro diseño de asiento ergonómico nos demuestra que el diseño estructural del asiento soportara los esfuerzos axiales presentados en el análisis sobre el conjunto de la superficie del mismo. Dando como resultado del valor máximo de tensión de 29.77 MPa en la sección donde reposa el área del tórax hasta los hombros (Altura hombros – asiento) y la tensión mínima estaría reflejada en la parte inferior de la estructura con un valor de 4.96 MPa

Tabla 22

Resumen de resultados estáticos

Nombre	Mínimo	Máximo
Desplazamiento	0,00 mm	97,329 mm
Fuerza	Fx	-4,460 N
	Fy	-133,603 N
	Fz	-50,999 N
Tensiones normales	Smax	-0,760 MPa
	Smin	-5,536 MPa
	Saxial	-0,724 MPa

4.6 Recomendaciones

Se debe utilizar correctamente el instrumento de medición, tener en cuenta la precisión el instrumento a la hora de realizar las distintas mediciones, así como todos los instrumentos y equipos a utilizar deben estar calibrados antes de la realización del ensayo.

El evaluado debe estar con ropa ligera y descalzo, es recomendable realizar dos mediciones, si se observa que presentan grandes diferencias entre ambas es necesario medir una tercera.

Para la fabricación de un prototipo de la propuesta se puede realizar una estructura de un acero distinto y realizar una comparación en base a los datos obtenidos en la presente investigación.

Utilizar los equipos de protección (EPS) como guantes y mascarillas para evitar alguna lesión al momento de realizar la estructura o en alguna fase de la fabricación.

El asiento diseñado para uso de transporte escolar para niños de 6 a 12 años está realizado en base a un estudio y análisis de medidas mínimas y máximas percentiles para que se garantice la seguridad y ergonomía de los ocupantes, no obstante el mismo no podrá garantizar la seguridad ni ergonomía en casos de niños que padezcan alguna enfermedad tales como: obesidad extrema, enanismo, gigantismo, cifosis, enfermedad de scheuermann, entre otras

enfermedades que modifiquen el crecimiento normal del niño. En estos casos se recomienda buscar alguna alternativa de asiento que se apegue a las necesidades del niño.

4.7 Bibliografía

Aillon J. (2011), Diseño de asientos para mejorar el rendimiento laboral de los conductores de vehículos pesados. Tesis de grado, PUCE, Ecuador.

M. Corral, A. López, R. Grimaldi, F. Aparicio. (2008) Nuevos requisitos y avances en seguridad pasiva en autobuses y autocares. Primer Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial

UNECE ECE R17 (2002), Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos respecto a los asientos, a sus anclajes y a los apoyacabezas; Geneva.

Gutiérrez, Gilberto (2005). Principios de anatomía, fisiología e higiene: educación para la salud / Principles of Anatomy, Pyhsiology and Hygiene: Education for Health. Editorial Limusa. pp. 67 y 68

Tomassiello, Roberto Luis; Del Rosso, Roxana (2010) "Ergonomía y bienestar para las personas sentadas: propuesta para puestos de trabajo en oficinas y vehículos". En: Huellas, No. 7, p. 117-126.

González, H. D. L. (2016). Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. Ecoe Ediciones.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1996). Metodología de la Investigación. Mac Graw Hill, México.

Marcín, M., & María, A. (2006). Estrategia para elaborar libros metodología para citas y referencias bibliográficas (No. 011 M4).

Méndez, C. E. (1999). Metodología Guía para la elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas 2da edición Mc Graw Hill.

Normas, A. P. A. (2019). Normas APA.

Peñuelas, M. A. R. (2010). Métodos de investigación: diseño de proyectos y desarrollo de tesis en ciencias administrativas, organizacionales y sociales. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Ramírez, T. (1999). Como hacer un proyecto de investigación. (1º. Ed.). Caracas: Panapo.

Sabino, C. (2014). El proceso de investigación. Editorial Episteme.

Sánchez, M. C. (2004). Guía para la formulación de proyectos de investigación. Coop. Editorial Magisterio.

Diana Hidalgo, X. R. (5 de 2015). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9436/1/UPS-QT07614.pdf>

Diaz, F. (2010). Scribd. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/324566012/Historia-Del-Asiento>

Kroongood. (4 de Enero de 2020). Obtenido de https://www.kroongoods.com/index.php?main_page=product_info&products_id=232471

Lezama, M. (29 de Agosto de 2012). Slideshare. Obtenido de <https://www.slideshare.net/marckamstel/biomecanica-del-cuerpo-humano>

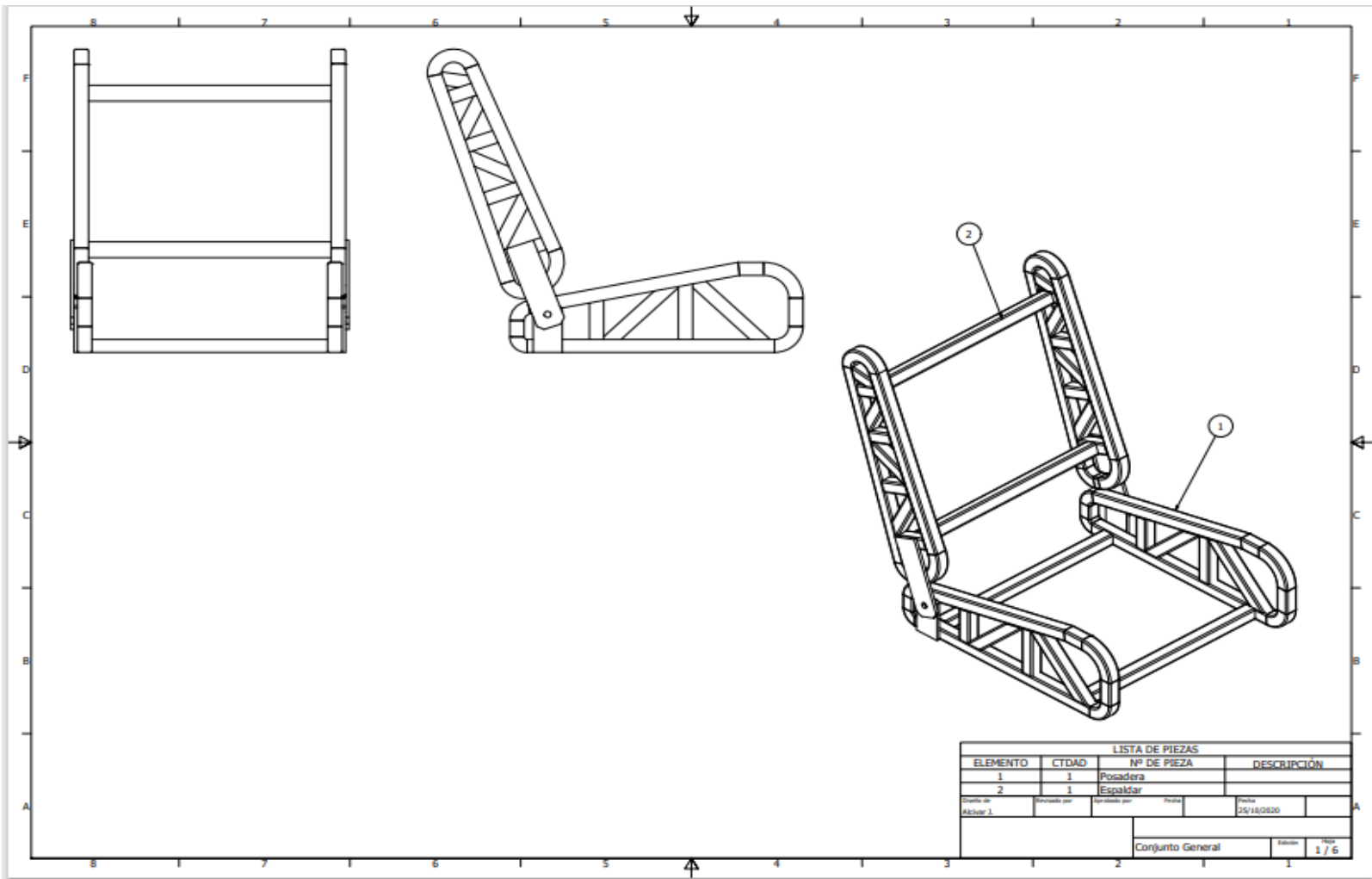
Lopez, S. y. (2002). Guia y discopatias por giros y flexiones de la columna. Hispanoamericana. Monografias. (s.f.). Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/Ergonomia-Y-Su-Relacion-Con-Otras-Disciplinas-F3VJ8YGFJDUNZ>

Riera, J. (s.f.). Academia. Obtenido de https://www.academia.edu/41713138/Analisis_de_ergonomia

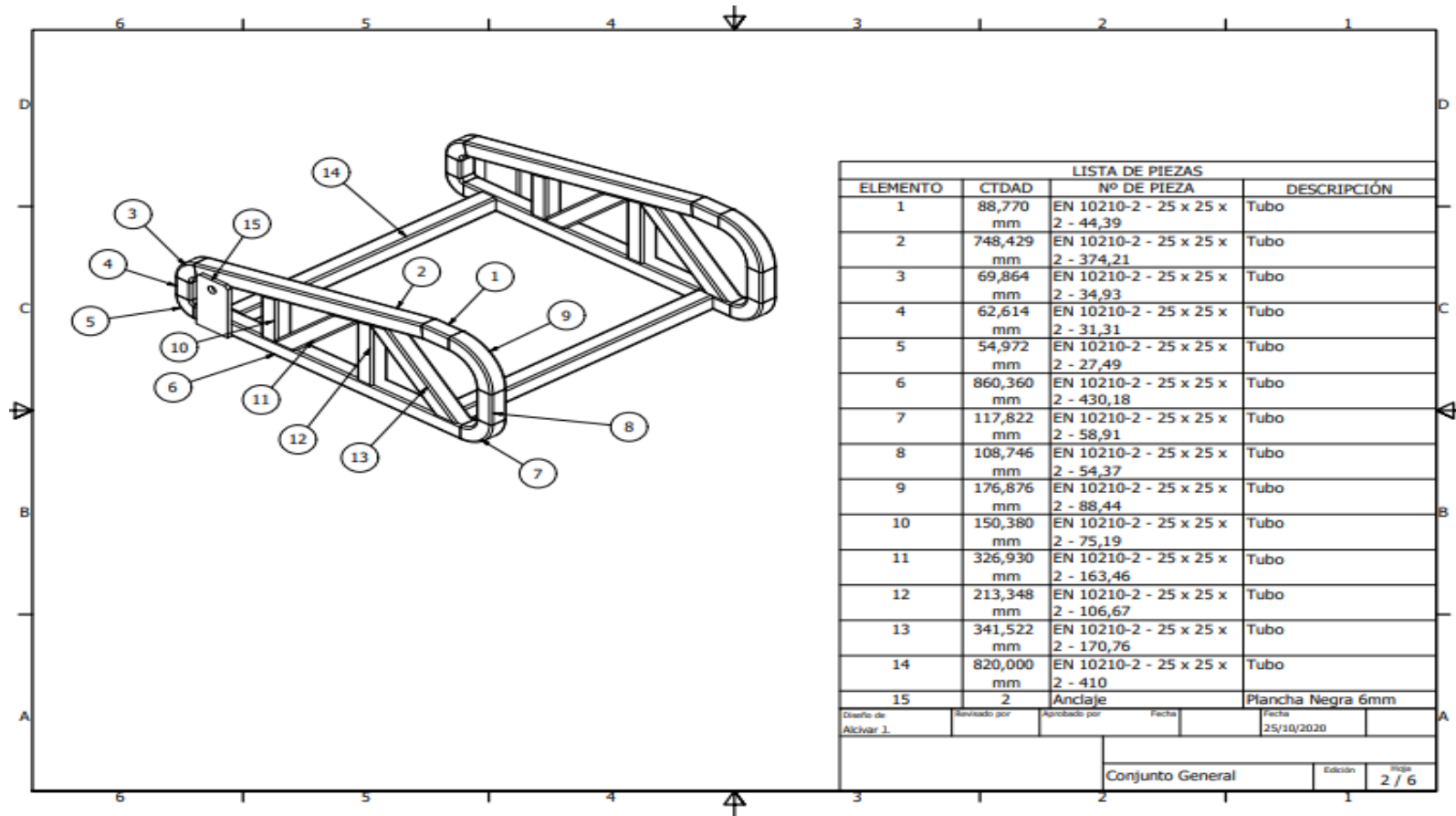
Robles, F. (s.f.). Lifeder. Obtenido de <https://www.lifeder.com/historia-ergonomia/>

Stefano, M. D. (29 de Dicimbre de 2018). Motor y Racing. Obtenido de <https://www.motoryracing.com/pruebas/noticias/el-asiento-del-coche-sus-beneficios-evolucion-e-historia/>

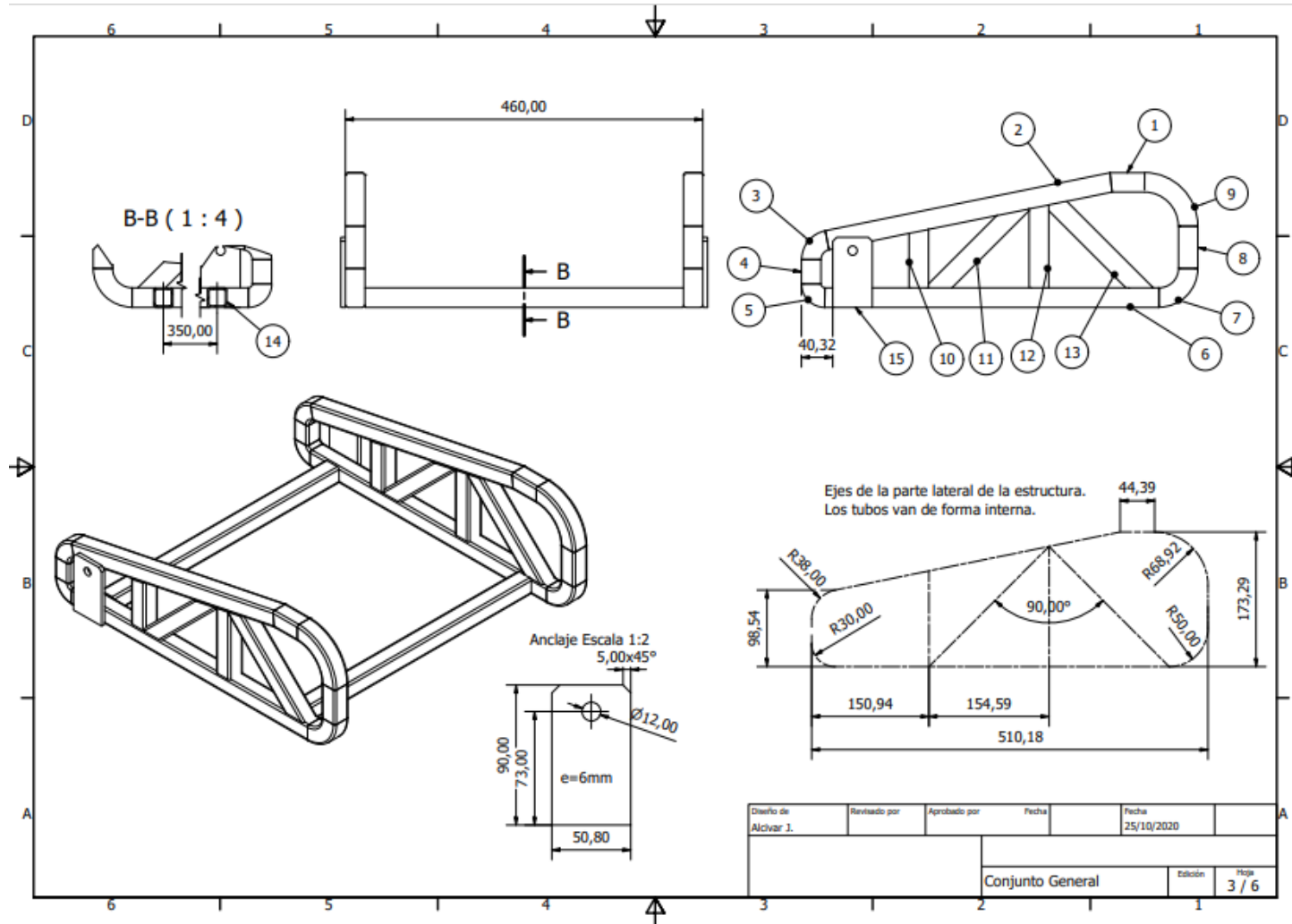
Anexo A. Plano de la estructura del asiento



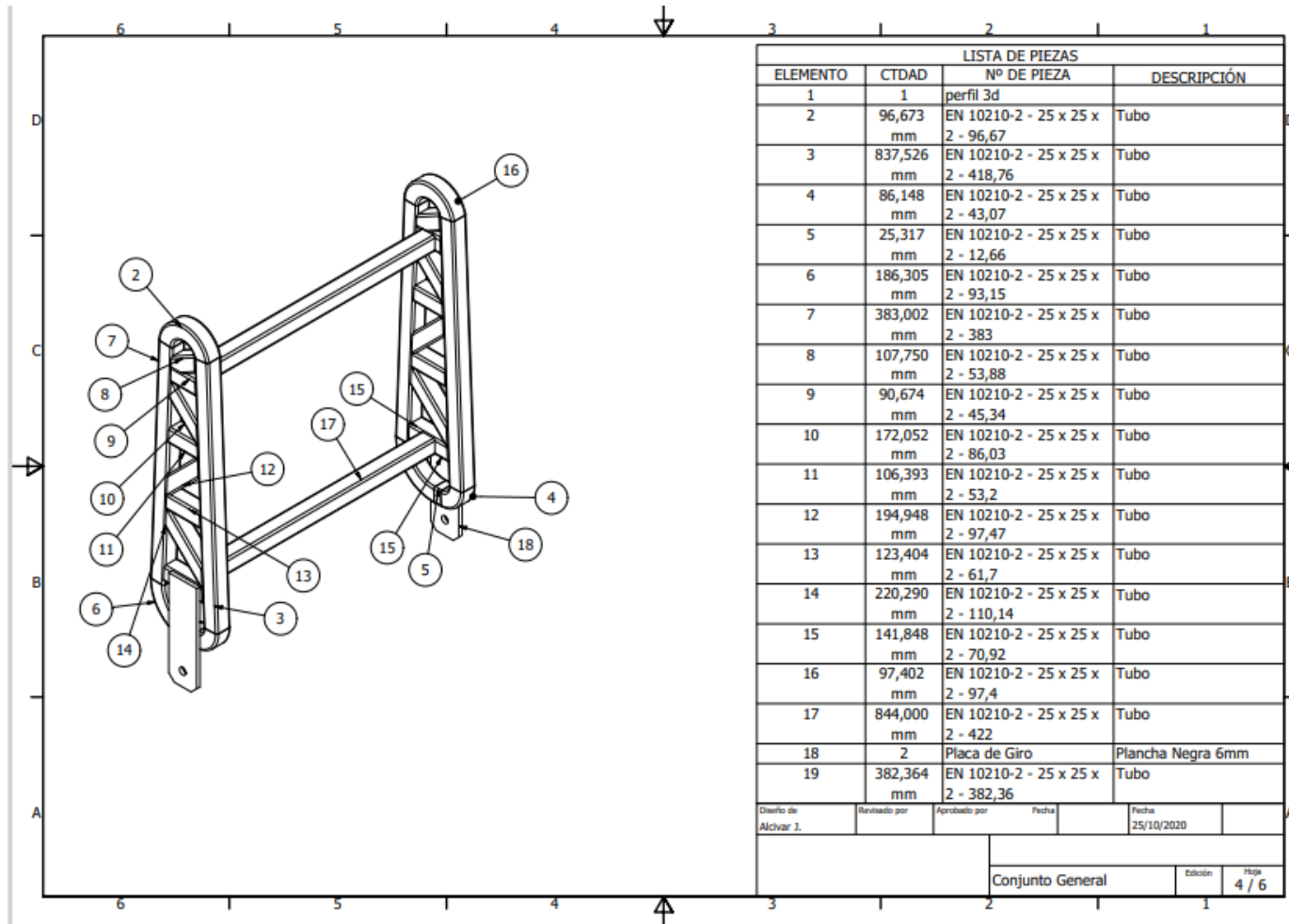
Anexo B. Estructura de la base del asiento



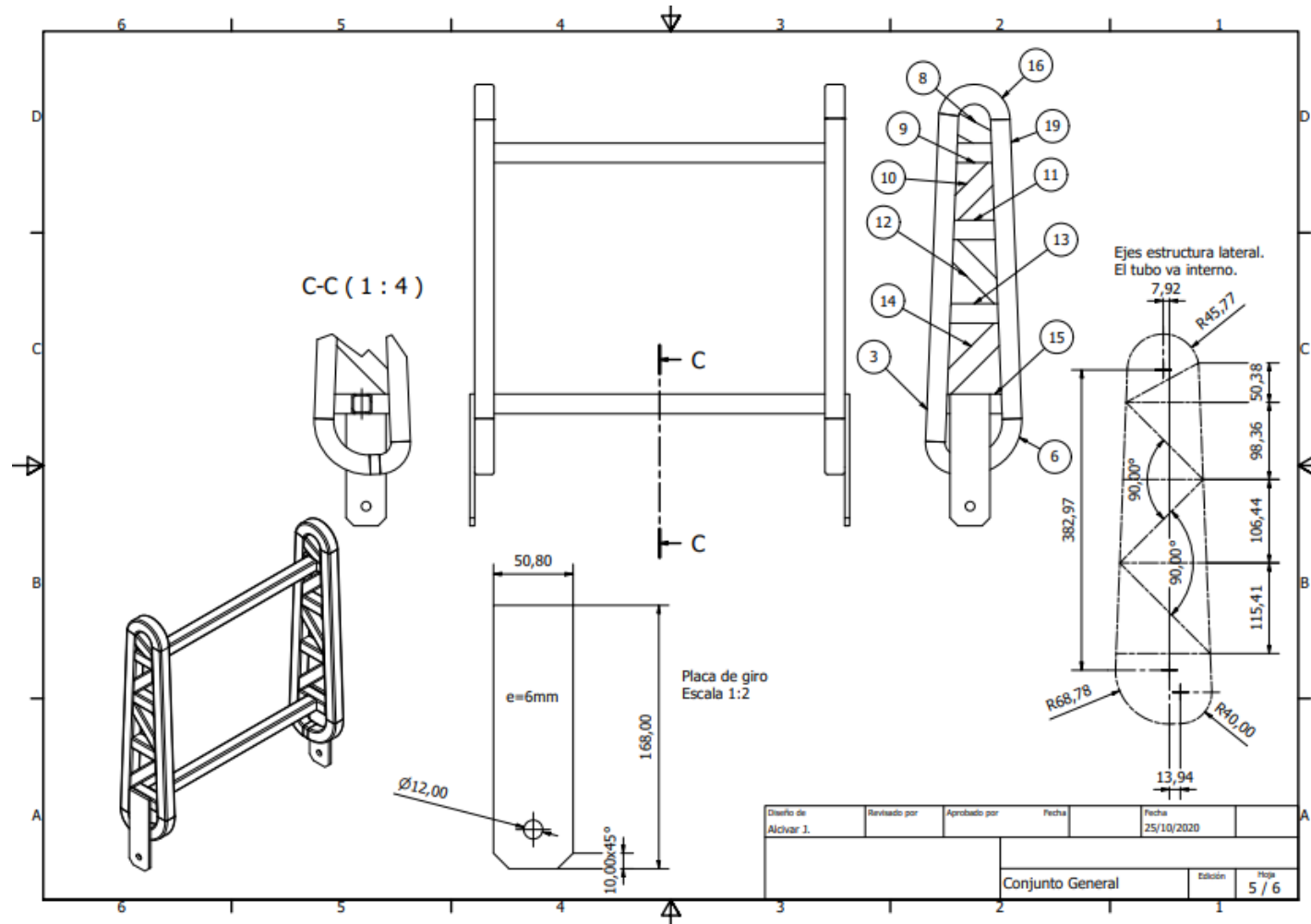
Anexo C. Estructura de la base del asiento

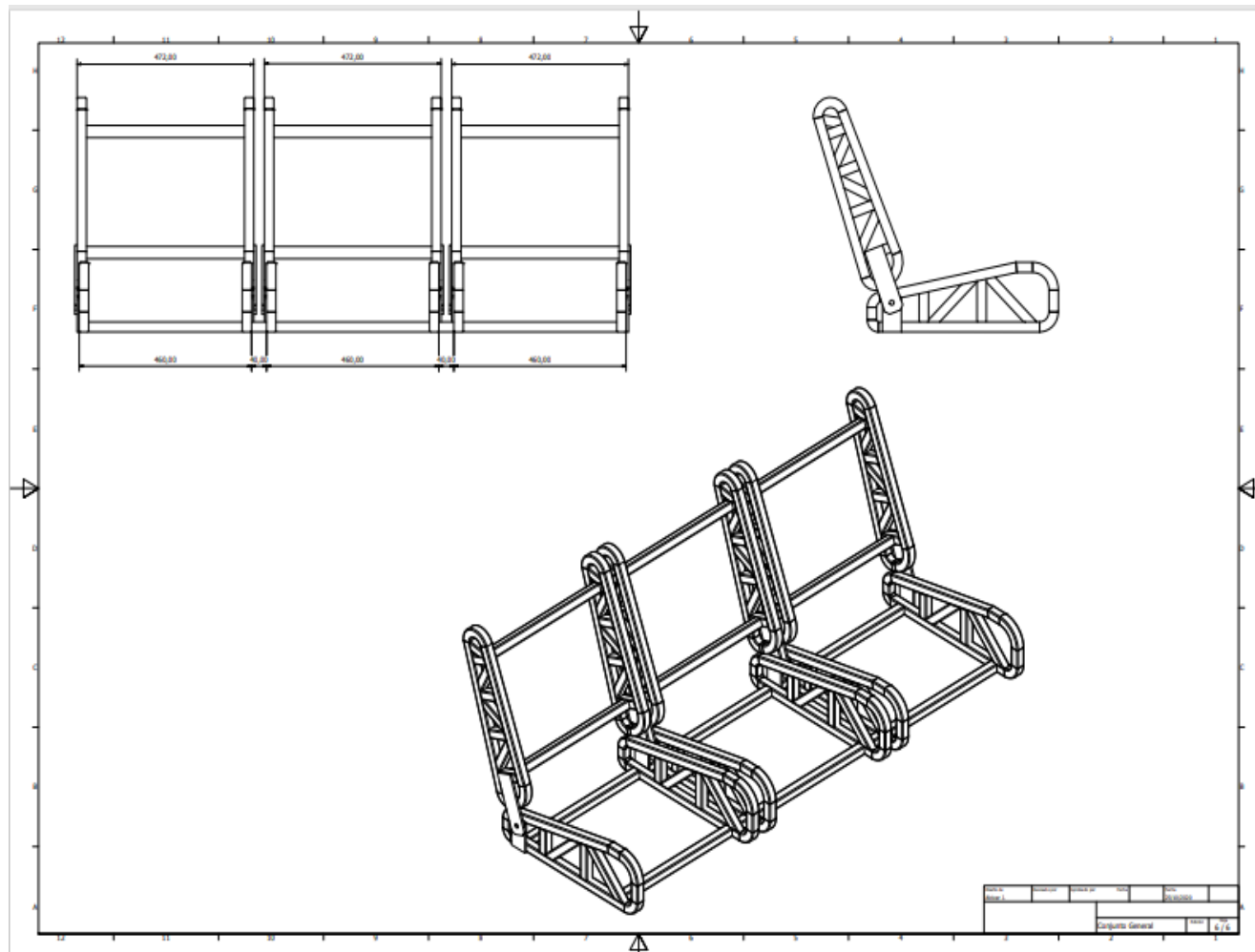


Anexo D. Estructura del respaldar



Anexo E. Estructura del respaldar



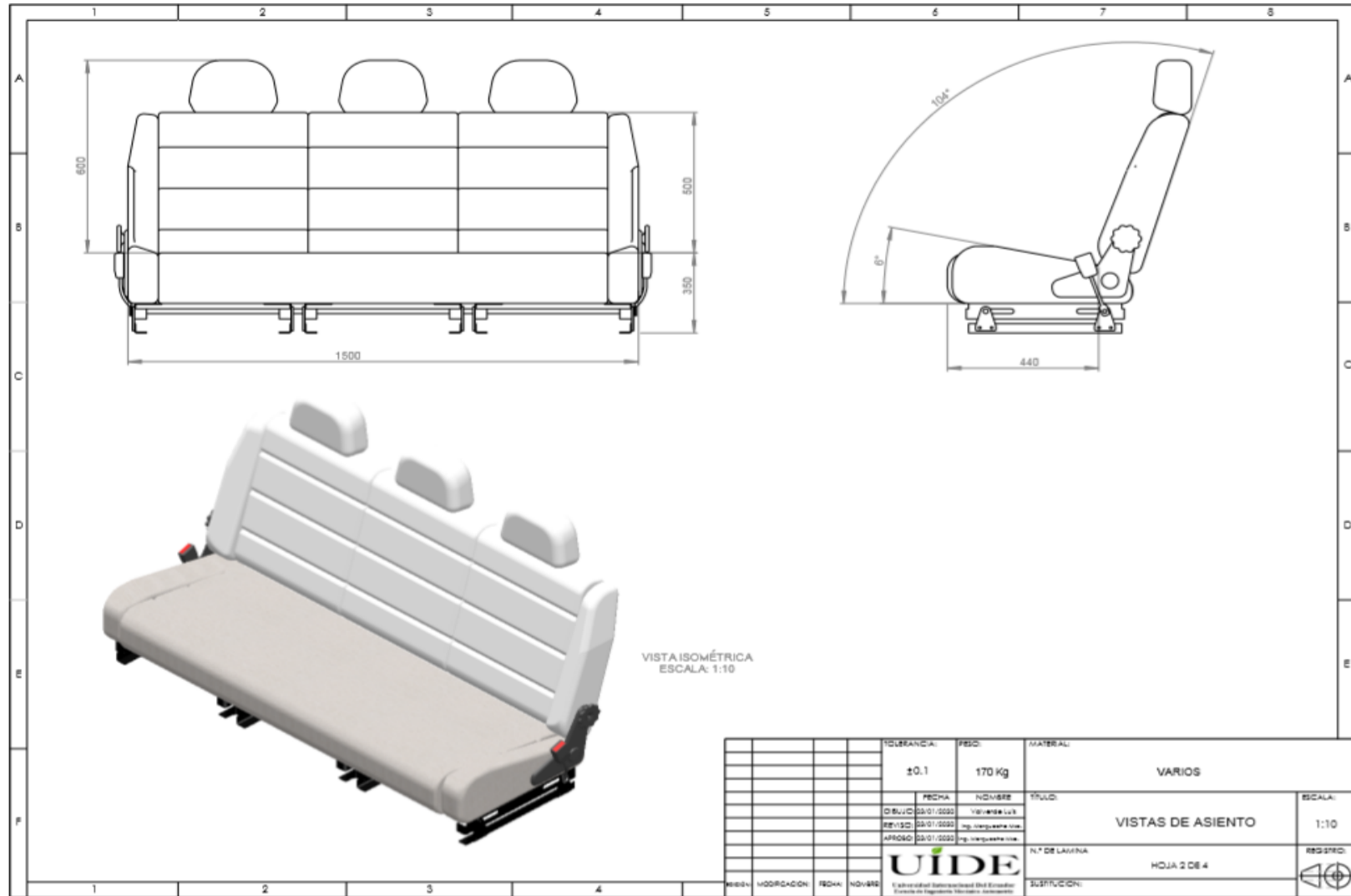
Anexo F. Estructura en conjunto

Anexo G. Plano del asiento - vista isometrica

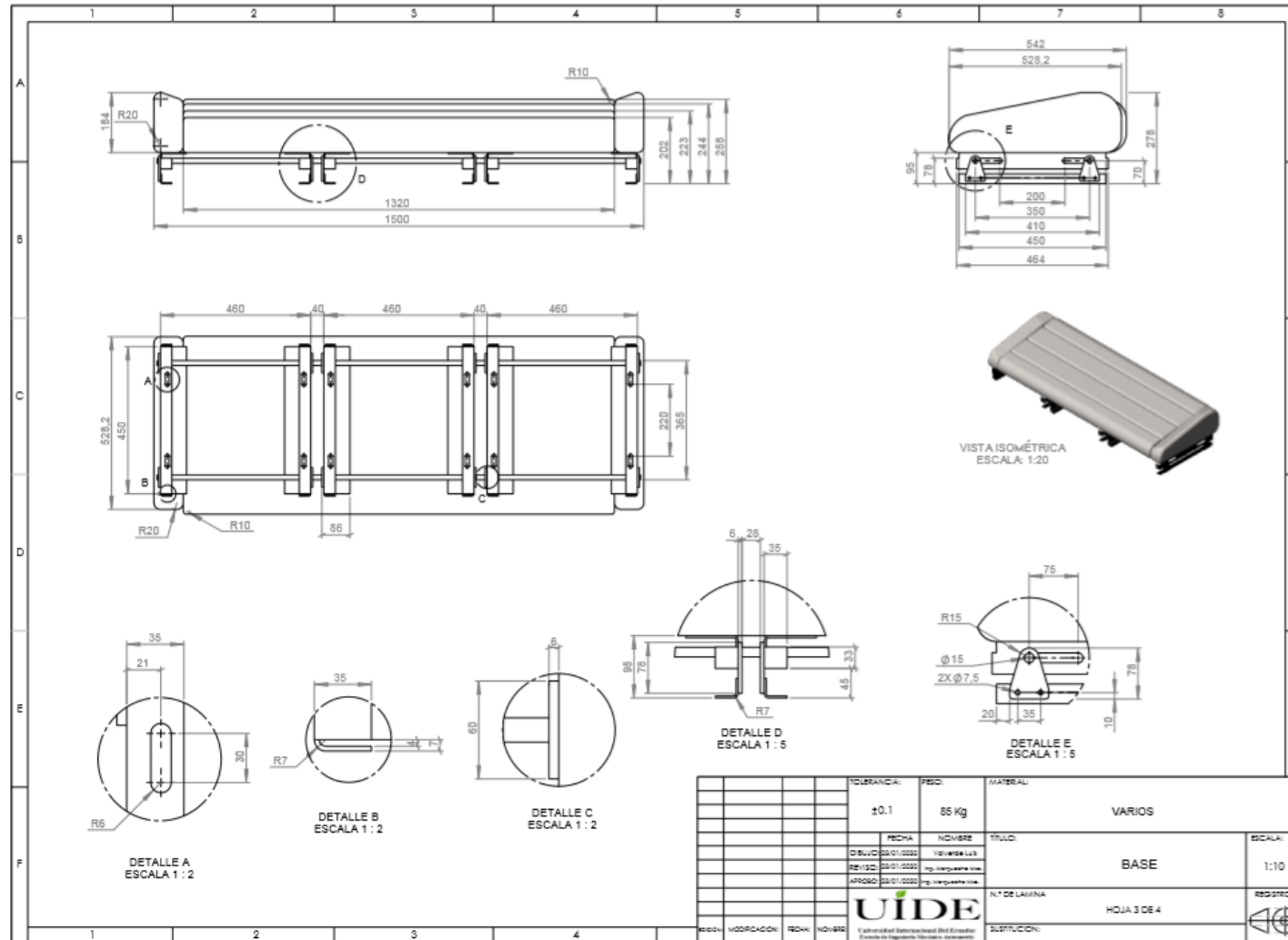
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

Tabla general							
1	Base	Dibujo 3	Varios	5		85	Construido
2	Pivot		Varios	4			Adquirido
1	Espaldar	Dibujo 4	Varios	3		75	Construido
2	Tomillo soporte		Varios	2			Adquirido
2	Seguro de cinturon		Varios	1			Adquirido
Nº de pieza	Denominación	Nº de Norma/ Dibujo	Material	Nº de serie	No. del Modelo/Semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones
TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:			
±0.1		170 Kg		VARIOS			
FECHA:		NOVIEMBRE		TÍTULO:		ESCALA:	
DIBUJO 23/01/2009		VERBENA LUIS		ASIENTO VISTA ISOMETRICA		1:10	
REVISO 23/01/2009		ING. VERGARA LUIS		Nº DE LÁMINA:		REGISTRO:	
APROBADO 23/01/2009		ING. VERGARA LUIS		HOJA 1 DE 4		SUSTITUCIÓN:	
 <small>Unidad Industrial de Ingeniería y Diseño</small>							

Anexo B. Vistas del asiento



Anexo C. Base del asiento



TOLERANCIA:		±0.1	PESO:		85 Kg	MATERIAL:		VARIOS
FECHA:		23/01/2022	NOMBRE:		YOLANDA LUIS	TÍTULO:		BASE
DISEÑO:		23/01/2022	REVISIÓN:		23/01/2022	N.º DE LÁMINA:		HOJA 3 DE 4
APROBADO:		23/01/2022	REGISTRO:		23/01/2022	SUSTITUCIÓN:		
REG. MODIFICACION	FECHA	NOV. 2022			UNIVERSIDAD INTERMUNICIPAL DEL ECUADOR Escuela de Ingeniería Mecánica Automática		ESCALA: 1:10 REG. PROY.:	

Anexo D. Espaldar del asiento

