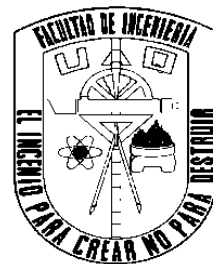




Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería



## **Diseño de cabina para operador de autobús”**

### **TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Licenciado en Diseño Industrial

#### **Presenta:**

Marcela Pérez Moreno

#### **Dirigido por:**

Dr. Juan Primo Benítez Rangel

#### **Co Dirigido por:**

M.D.I. Héctor Manuel Martínez Marín

M.D.I. Eduardo Blanco Bocanegra

Dra. Hilda Romero Zepeda

Centro Universitario

Querétaro, Qro.

2015

*México*

## RESUMEN

El diseño del transporte ha evolucionado tecnológicamente y funcionalmente, innovando en sus espacios para el confort de los pasajeros y del conductor. El objetivo de esta investigación es desarrollar y construir una cabina para el conductor de un autobús, tomando en cuenta las normativas existentes y las necesidades antropométricas y ergonómicas. Es necesario estudiar los factores ergonómicos, antropométricos, normatividad, variables de condiciones, estudio de campo, observación y comprensión del espacio para construir y diseñar un prototipo funcional de cabina del operador. La antes mencionada, está dividida en diversas áreas para fácil operación y comprensión a la hora de conducir. Uno de los elementos más importantes en esta área es el tablero de instrumentos, pues incluye una serie de elementos tales como los dispositivos de advertencia, los niveles de fluidos, el velocímetro, el tacómetro, los controles de las puertas, las direccionales, el volante, etc., que son vitales para el correcto funcionamiento del vehículo. La construcción del tablero fue dividida en cuatro etapas: la primera, la construcción de un prototipo que permitiera la comprensión del espacio y medidas tolerantes por las medidas antropométricas considerando el 5%, el 50% y el 95% percentil de los hombres conductores entre 30 y 55 años. La segunda, bocetaje y diseño en programas de modelado CAD, considerando la estructura del autobús y las medidas establecidas. La tercera, las pruebas y experimentación de procesos y materiales de construcción del tablero. La cuarta, la construcción del prototipo final con materiales y procesos de bajo costo, obteniendo como resultado el tablero de instrumentos para la cabina del operador. Se obtuvo como resultado, el trabajo de investigación y aplicación de dicha información en la construcción del primer prototipo funcional de la cabina del operador de un autobús institucional.

**(Palabras clave:** cabina, conductor, autobús, transporte, tablero, cabina, diseño, ergonomía, antropometría)

**Dedico este trabajo a Dios. A la vida. A mis padres, Graciela y Eduardo que son mi pilar y guías en la vida. A mis hermanos por ser mi orgullo. Al Dr. Gilberto Herrera. A mis sinodales y director de tesis. A todos mis maestros. A mis 24 compañeros de la Primer Generación de Diseño Industrial. A mis abuelos y abuelitos. A mis primos y tíos. A mis mejores amigos y compañeros de vida.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la vida, por ponerme retos y hacerme aprender y crecer en todo momento.

A mis padres, por ser mis pilares, por creer en mí, por impulsarme, por apoyarme y por enseñarme todos y cada uno de los valores que hoy llevo conmigo a todas partes.

A mis hermanos, por ser mi inspiración y orgullo en la vida. De quienes siempre sentiré una responsabilidad y cariño de hermana mayor.

Al rector de esta Honorable Universidad, el Dr. Gilberto Herrera Ruiz, por darme la oportunidad de asumir este proyecto y demostrarnos que es posible hacer proyectos que parecieran inalcanzables.

A mi director de Tesis, el Dr. Juan Primo Benítez Rangel, por tantas horas de trabajo y conocimiento invertidos en este proyecto.

A mi primer coordinador de Carrera, colega de proyecto y amigo, LAV Eduardo Blanco Bocanegra, por haber compartido esta aventura que sin duda fue difícil, pero que hoy podemos ver los frutos. Gracias por tu amistad y consejos.

A mi colega, colaborador del proyecto y amigo, LDI Omar Mora, por ser compañeros durante toda esta experiencia que nos hizo crecer, conocer y madurar como profesionistas.

A mi sinodales, el M.D.I. Héctor Martínez Marín, por compartir con nosotros tanto conocimiento en la rama automotriz. Y a la Dra. Hilda Romero Zepeda por tanta disposición, amabilidad, por estar al pendiente y enseñarme que escribir una tesis no es tan complicado como yo creía.

Gracias al apoyo del proyecto FOMIX-QRO-2012-C01-193454.

A mis tíos y primos, porque su profesionalismo y logros en la vida, hacen motivarme a ser mejor y seguir sus pasos.

A mis abuelos Alba y Eugenio y abuelitos Marta Estela y José Jorge.

A mis maestros por compartir sus conocimientos y habernos puesto retos académicos que hoy nos hacen ser mejores profesionistas.

A mis compañeros de la primer generación de la Licenciatura en Diseño Industrial. Por qué iniciamos este proyecto y hemos demostrado ser una generación excepcional.

A mis mejores amigos, por sus consejos, risas y acompañamiento que han estado presentes durante este largo proceso.

## INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Justificación.....	12
1.2. Objetivo General .....	14
1.3. Objetivos Particulares .....	14
1.4. Hipótesis .....	14
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	14
2.1. Los Sistemas de Transporte y su Problemática .....	14
2.2. Evolución Histórica del Transporte.....	18
2.2.1. Evolución del Transporte en México.....	19
2.3. Clasificación del Transporte .....	20
2.4. Los Operadores del Transporte Público.....	24
2.5 Los Riesgos del Trabajo.....	25
2.5.1. Estadísticas de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones Nacionales.....	25
2.5.2. Estadísticas de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones Nacionales en el Transporte Terrestre .....	26
2.6. Ergonomía.....	28
2.6.1. Definición de Ergonomía .....	28
2.6.2. Otros Aspectos de la Ergonomía .....	29
2.6.3. Importancia de la Ergonomía en el Transporte Público .....	34
2.7. Antropometría.....	38
2.7.1. Posturas Adecuadas para el Área de Trabajo .....	39

2.7.2. Tipos de Movimientos .....	40
2.7.3. Factores de Riesgo Ergonómico.....	42
2.8. Elementos Teóricos del Diseño Industrial .....	45
2.9. Estudio de Campo y Observaciones .....	46
III. METODOLOGÍA.....	56
3.1 Definición de Necesidades .....	56
3.1.1. Normatividad.....	57
3.1.2. Requerimientos de Diseño.....	58
3.2. Construcción de Prototipos .....	59
3.2.1. Primera Etapa: Primer Prototipo. ....	59
3.2.2. Segunda Etapa: Bocetaje y Diseño en CAD .....	62
3.2.3. Tercera etapa: Prueba de materiales. ....	67
3.2.4. Cuarta etapa: Prototipo Final.....	70
IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Transporte de carga Fuente: (Martínez, 2009)</i> .....	21
<i>Figura 2 Transporte de pasajeros Fuente: (Martínez, 2009)</i> .....	22
<i>Figura 3 Costos ocultos Fuente: (Pérez, 2006)</i> .....	28
<i>Figura 4 Áreas principales del área de trabajo del operador (Martínez, 2009)</i> .....	35
<i>Figura 5 Símbolos universales de instrumentos (Martínez, 2009)</i> .....	36
<i>Figura 6 Ángulos y distancias apropiadas para la visión del conductor (Martínez, 2006)</i> .....	37
<i>Figura 7 Tipos de movimientos</i> .....	41
<i>Figura 8 Partes del cuerpo que son afectadas por los desórdenes por trauma acumulativo fuente: (Pérez, 2006)</i> .....	43
<i>Figura 9 Factores de Riesgo en Extremidad Superior Fuente: Pérez-Muñoz (2006) Modificado</i> .....	44
<i>Figura 10 Factores de Riesgo en Espalda Baja Fuente: Pérez-Muñoz (2006) Modificado</i> .....	45
<i>Figura 11 MAN Lion City A21 100% Piso Bajo Vista frontal exterior</i> .....	47
<i>Figura 12 MAN Lion City A21. Detalle, espejo exterior</i> .....	47
<i>Figura 13 MAN Lion City A21. Sistema de cobro</i> .....	48
<i>Figura 14 MAN Lion City A21. Panel de instrumentos</i> .....	48
<i>Figura 15 MAN Lion City A21. Panel de instrumentos Lateral derecho</i> .....	48
<i>Figura 16 Autobús Urbano VW. Espacio para el operador</i> .....	49
<i>Figura 17 Autobús Urbano VW. Panel de Instrumentos</i> .....	49
<i>Figura 18 Autobús Urbano VW. Inclinación del volante</i> .....	49
<i>Figura 19 Autobús Urbano VOLVO. Sistema de cobro</i> .....	50
<i>Figura 20Autobús Urbano VOLVO. Panel de Instrumentos</i> .....	50
<i>Figura 21 Autobús Urbano VOLVO. Inclinación del volante</i> .....	50
<i>Figura 22 Autobús Urbano VOLVO. Sistema de seguridad interno</i> .....	51
<i>Figura 23 Autobús Urbano VOLVO. Usuario comprobando el nivel del asiento</i> .....	51
<i>Figura 24 Autobús Urbano VOLVO. Usuario cambiando el ángulo de uso del volante</i> .....	51
<i>Figura 25 Autobús Urbano VOLVO. Panel de instrumentos frontal</i> .....	52
<i>Figura 26 Autobús Urbano, Carrocera independiente. Panel de Instrumentos</i> .....	52
<i>Figura 27 Atubús Urbano. Carrocera Independiente. Inclinación del volante</i> .....	52
<i>Figura 28. Detalle de cortina retráctil en parabrisas en autobús foráneo</i> .....	54
<i>Figura 29 Panel de instrumentos de autobús foráneo</i> .....	54
<i>Figura 30 Panel de instrumentos lateral en autobús foráneo</i> .....	55
<i>Figura 31 Adaptaciones al espacio del operador e inclinación del volante en autobús foráneo</i> .....	55
<i>Figura 32 Primer prototipo representado de manera virtual. Vista lateral.</i> .....	61
<i>Figura 33 Zonas generales para ubicación de instrumentos en el primer prototipo</i> .....	61



<i>Figura 34 Zonas específicas para ubicación de instrumentos en el primer prototipo .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 35 Propuesta de bocetaje y diseño.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 36 Proceso de bocetaje y diseño.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 37 Diseño de estructura.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 38 Primer prototipo virtual montado en la propuesta de estructura. ....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 39 Vista isométrica de diseño de tablero. ....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 40 Cuatro vistas de la propuesta final de diseño.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 41 Vista superior virtual de tablero, asiento y volante.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 42 Vista isométrica del tablero sobre la estructura del autobús. ....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 43 Planos seriados en poliestireno de alta densidad.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 44 Aplicación de sellador de maderas.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 45 Colocación de fibra de vidrio y resina. ....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 46 Pegado de planos seriados.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 47 Tablero de instrumentos construidos en planos seriados.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 48 Bocetaje y propuesta de gráficos e instrumentos de tablero .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 49 Comprobación de medidas y ajustes. ....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 50 Aplicación de pasta automotriz.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 51 Aplicación de pasta automotriz y pulido. ....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 52 Pieza final y pre-acabados.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 53 Perforaciones para colocación de pantallas. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 54 Eliminación de poliuretano y polietileno interior.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 55 Montaje y colocación del tablero sobre la estructura. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 56 Render isométrico. Resultado final.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 57 Render Vista frontal. Panel de instrumentos.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 58 Render isométrico. Resultado final.....</i>	<i>75</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Características de los sistemas de transporte ferroviario y en autobuses.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2 Evolución de las proporciones modales de los viajes en la ZMCM.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3 Niveles de ruido relacionados con el transporte (Hay, 1983) .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4 Clasificación de Riesgos Ergonómicos Fuente: (Pérez, 2006).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 5 Metodología del proyecto.....</i>	<i>56</i>

## I. INTRODUCCIÓN

La utilización de tecnologías y materiales sustentables en las distintas áreas del diseño industrial permite satisfacer las necesidades de nuestra sociedad y del medio. Es necesario incorporarse a las tendencias mundiales como: el uso eficiente de energía, el aprovechamiento correcto de recursos, la reutilización y reintegración de desechos como medios de consumo, etc.

El sistema de transporte en zonas urbanas en el mundo, se ha convertido en un área de desarrollo industrial, en virtud de que se conjuntan aspectos técnicos, ergonómicos, ingenieriles, característicos de materiales, con la necesidad de innovar buscando la funcionalidad, la aplicabilidad y la mejora continua de los elementos clave que lo conforman: contexto, medios de transporte y usuarios.

La intención de desarrollar y construir un autobús para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, surge de la necesidad de transportar estudiantes del Campus Cerro de las Campanas al Campus Amazcala, incluyendo tecnologías que favorecieran la tendencia de las energías limpias y biocombustibles.

Para esta investigación se contempló integrar un diseño vanguardista que involucrara ergonomía y funcionalidad, tanto al interior como al exterior. Para ello se requirió formar un equipo de trabajo e investigación multidisciplinario que estuviera conformado por estudiantes y maestros de licenciatura y posgrado, principalmente Ingeniería en Electromecánica, Ingeniería en Automatización y Diseño Industrial.

Una vez realizado el equipo de trabajo, para la realización del mismo se dividieron a los integrantes en cuatro diferentes categorías:

- Diseño y construcción de la estructura del autobús.

- Diseño y funcionamiento eléctrico y mecánico
- Diseño exterior (frontal, lateral y trasero)
- Diseño interior (área de pasajeros y cabina del operador).

Esta investigación, se enfoca al diseño de la cabina del operador y todos sus requerimientos normativos, ergonómicos y de diseño, beneficiando directamente al conductor de dicho autobús.

Para ello fue necesaria la observación, la investigación, el análisis y la aplicación de información obtenida para lograr un primer resultado favorable.

### **1.1. Justificación**

La presente investigación está basada en el conductor de los autobuses urbanos de la ciudad de Querétaro. Es importante mencionar que en el operador radica la responsabilidad de transportar a los pasajeros de manera segura hasta su destino. Se pretende presentar las bases para el diseño de la cabina del operador para el minibús diseñado por alumnos y maestros de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se parte del siguiente objeto de estudio que complementa la problemática relacionada con el área de trabajo del conductor de un autobús:

Los países latinoamericanos dependen de los países industrializados en la importación de vehículos, refacciones y tecnología. (Martínez, 2009) Por lo tanto, La mayoría de los autobuses adquiridos en México son importados, lo cual significa que los instrumentos e infraestructura no cuentan con las medidas antropométricas, ni cubren con las necesidades de un operador mexicano.

Tomando en cuenta los siguientes establecimientos como observaciones de partida, se tiene que:

- El mal uso por parte de los usuarios y conductor, muchas veces radica en la falta de entendimiento o traducción de funciones en el autobús.
- El lenguaje visual, ergonómico y de uso no propicia que el autobús sea usado correctamente, ya que es poco entendible.
- El operador del vehículo mantiene jornadas de trabajo de por lo menos 8 horas sin descansos que permitan la movilidad del cuerpo para cambios de postura, ni tiempos, ni lugares adecuados para realizar necesidades básicas.
- El operador no es considerado en las decisiones de compra de los autobuses.
- La falta de renovación y mantenimiento de los vehículos genera un mal funcionamiento y operación del mismo.
- La eficiencia del vehículo radica en las condiciones físicas del mismo, pero también en la calidad del servicio por parte del operador.
- Las normatividades no cubren aspectos culturales ni de personalización del área de trabajo.
- Algunas normas establecidas no contemplan el confort del usuario, dejando aspectos importantes a consideración del diseñador.

Por lo tanto, sería particularmente importante contar con el diseño de un tablero que tome en cuenta las especificaciones y normas establecidas por diferentes autores, que incluya las necesidades del usuario y que no son contempladas por las anteriores, ya que muchas veces los operadores recurren a adaptaciones que resultan contraproducentes y atentan contra su propia seguridad y a de los pasajeros.

## **1.2. Objetivo General**

- Definir, diseñar y construir el área del conductor del midibús tomando en cuenta las normativas existentes y las necesidades antropométricas y ergonómicas.

## **1.3. Objetivos Particulares**

- Estudiar los factores ergonómicos, antropométricos, normatividad y variables de condiciones de la cabina del conductor, para proponer el diseño del prototipo de cabina para autobús de pasajeros, institucional.
- Diseñar y realizar un prototipo funcional del tablero de instrumentos y panel de operación, Optimizando el área de trabajo del conductor para su correcto funcionamiento y proporcionando áreas de acceso al mantenimiento del motor.

## **1.4. Hipótesis**

Es posible diseñar y construir una cabina de midibús que incluya aspectos de diseño innovadores y que garanticen un ambiente cómodo y seguro para el operador.

# **II.REVISIÓN DE LA LITERATURA**

## **2.1. Los Sistemas de Transporte y su Problemática**

Los transportes desempeñan un papel esencial en la vida moderna. Difícilmente se puede concebir una sociedad futura en la que no continúen siendo de primordial importancia. La eficiencia de un sistema de transportes es un índice del desarrollo económico de un país. (Hay, 1983)

El transporte es el movimiento de personas y mercancías por los medios que se utilizan para este fin. Para muchos el transporte de pasajeros es el de mayor importancia, especialmente en zonas urbanas.

Los transportes poseen características y atributos que determinan sus funciones e importancia específicas. Una función primordial es la de relacionar los factores de población y uso de suelo. Como factor de integración y coordinación en la sociedad altamente compleja e industrializada, el transporte tiene gran importancia para la distribución de mercancías y pasajero. El transporte es útil en dos aspectos: utilidad de lugar y utilidad de tiempo, términos económicos que significan, sencillamente, el arribo de los pasajeros o mercancía en el lugar y momento que se requiere.

Especialmente en las zonas urbanas la transportación representa el lazo de unión entre las unidades habitacionales y los cuerpos de trabajo. Aproximadamente el 50% de los viajes urbanos están constituidos por los viajes de trabajo. Tanto los viajes para ir de compras, diversiones, a la escuela como otros muchos dependen directamente de los transportes. Esta es la razón por la cual el uso correspondiente del suelo debe ser accesible a los habitantes de la ciudad. El desplazamiento de personas representa el empleo de un servicio vital de transportes que supone el uso de calles y carreteras, autobuses, vehículos alquilados y otras formas de transporte de la manera más eficiente posible. Los viajes de una ciudad a otra, ya sean de negocios o recreativos, se llevan a cabo entre todos los lugares del país y del mundo (Hay, 1983).

La necesidad y por tanto la importancia de conservar, mejorar y ampliar los sistemas de autobuses, radica en el requerimiento social urbano actual para ofrecen la modalidad de transporte más accesible y eficaz en términos de costos, más eficiente en función del espacio y más amigable en cuanto al medio ambiente. (International Energy Agency, 2005)

Existen distintos tipos de transportes que pueden ser adaptados a la urbe dependiendo de la expansión de la mancha geográfica y las necesidades que la población pueda ir adquiriendo. Cada tipo de transporte representa distintos factores de aplicación como el costo inicial, la capacidad típica, la velocidad de operación, etc.

La **tabla 1**, muestra las características (costo inicial, capacidad típica y velocidad de operación) para los autobuses en carriles confinados, el tren ligero, el metro y el tren suburbano. Como podemos observar el autobús, tiene un costo inicial menor, cuenta con un rango de capacidad variable, aunque la velocidad de operación es baja en comparación con otros medios de transporte como el metro o el tren suburbano.

Características	Autobuses en carriles confinados	Tren ligero	Metro	Tren suburbano
Costo inicial (millones de dólares por kilómetro)	1 - 8	10 - 30	15 - 30 en la superficie; 30 - 75 elevado; 60 - 180 subterráneo	Varía mucho dependiendo de las necesidades de infraestructura
Capacidad típica (pasajeros por hora/dirección/carril)	15,000 - 35,000	10,000 - 20,000	Hasta 60,000	Hasta 30,000
Velocidad de operación (kilómetros por hora)	15 y 25 (mayor en algunos sistemas regionales)	15 - 25	30 - 40	40+

Nota: la capacidad de pasajeros y de los datos de velocidad también dependen de la frecuencia del servicio, la distancia entre estaciones y el grado de infraestructura exclusiva (para autobuses). No se dispuso de comparaciones que mantuvieran constantes estos elementos.

*Tabla 1 Características de los sistemas de transporte ferroviario y en autobuses.*

*Fuente: (International Energy Agency, 2005)*

Por otra parte, la problemática del transporte es muy compleja ya que ha demostrado tener una significativa repercusión en el medio ambiente, pero es necesaria para el desarrollo de la localidad y la movilidad de



mercancía y habitantes. Se sabe que el automóvil es el principal responsable de la contaminación ambiental, pero todas las formas de transporte contribuyen a diversos grados a la contaminación del aire, del agua, visual, auditiva, y del suelo. El crecimiento de las rutas y los servicios de transporte puede ocupar terrenos, separar áreas contiguas y reducir el nivel de vida. También puede aumentar el valor de la propiedad y propiciar un mejor modo de vida. La previsión que se tenga al hacer la selección del modo y diseño, así como de la ubicación y las instalaciones, puede aumentar o reducir la incidencia de contaminación en cualquiera de sus formas. (Hay, 1983)

Las altas tasas de crecimiento de las emisiones se han presentado a pesar de que, en muchas ciudades en desarrollo, una gran proporción del transporte urbano de pasajeros ya se lleva a cabo en autobuses. En algunas ciudades, los autobuses representan la mitad o más del total de viajes de pasajeros en vehículos motorizados, mientras que ocupan sólo una fracción del espacio de circulación.

En la Ciudad de México, Bangkok Tailandia y muchas otras urbes, los habitantes de ingresos medios están dejando los autobuses y otras formas de transporte colectivo y optan por los modos de transporte individual. Cuán rápido y cuán lejos avance esta tendencia dependerá de muchos factores, como las tasas de crecimiento del ingreso, el precio de los automóviles y la manera en que crezcan las ciudades. (International Energy Agency, 2005). Es importante mencionar que la utilización de la población de los autobuses radica en contar con un sistema de transporte eficaz que logre transportar a la mayor cantidad de pasajeros en la menor cantidad de tiempo, es decir que el sistema de transporte colectivo pueda igualar la confiabilidad y velocidad que los automóviles particulares. A mayor lentitud de los autobuses, menor la cantidad de kilómetros recorridos por día, por lo tanto, menos cantidad de usuarios transportados. La International Energy Agency dice que, los autobuses más rápidos, con menores tiempos de

espera y con un servicio más frecuente y confiable, pueden aumentar el número de pasajeros de manera considerable.

## **2.2. Evolución Histórica del Transporte**

Antes del siglo XIX el ser humano dependía únicamente de la naturaleza para obtener sus medios de locomoción. El viento, las corrientes, la gravedad, los animales y el mismo ser humano eran los medios de propulsión. Nadie sabe realmente cuándo se inventó la rueda, pero ya en el año 3000 a.C. los habitantes de Mesopotamia armaban vehículos de cuatro ruedas. En el periodo comprendido entre los años 360 A.C. y 360 D.C. los romanos desarrollaron la técnica de construcción masiva de caminos. (Hay, Ingeniería de transporte, 1983)

Entre 1800 y 1897 se logró un diseño práctico para los vehículos de motor de gasolina que recorrían las carreteras. Esta innovación radical en lo referente a la tecnología de los transportes por carretera evolucionó lentamente, sin dar muchos indicios del papel tan importante que habría de desempeñar en el siglo XX. Para fines de la Primera Guerra Mundial, en 1918, ya existían más de 5.5 millones de automóviles registrados. La inscripción en este registro ha aumentado desde entonces a más de 93 millones de automóviles y 18 millones de camiones de carga. (Hay, 1983)

También acorde a Hay (1983), durante la Segunda Guerra Mundial numerosos ferrocarriles lograban velocidades de 90 a 100 mph (145 a 161 km/h) con trenes de pasajeros que usaban locomotoras de vapor, diesel y electricidad. En la década de 1960 los trenes han alcanzado velocidades superiores a 120 mph (193 km/h) (el Tokaido Express de Japón) y hasta 186 + mph (299 km/h) en los Estados Unidos. (Hay, Ingeniería de transporte, 1983)

### ***2.2.1. Evolución del Transporte en México***

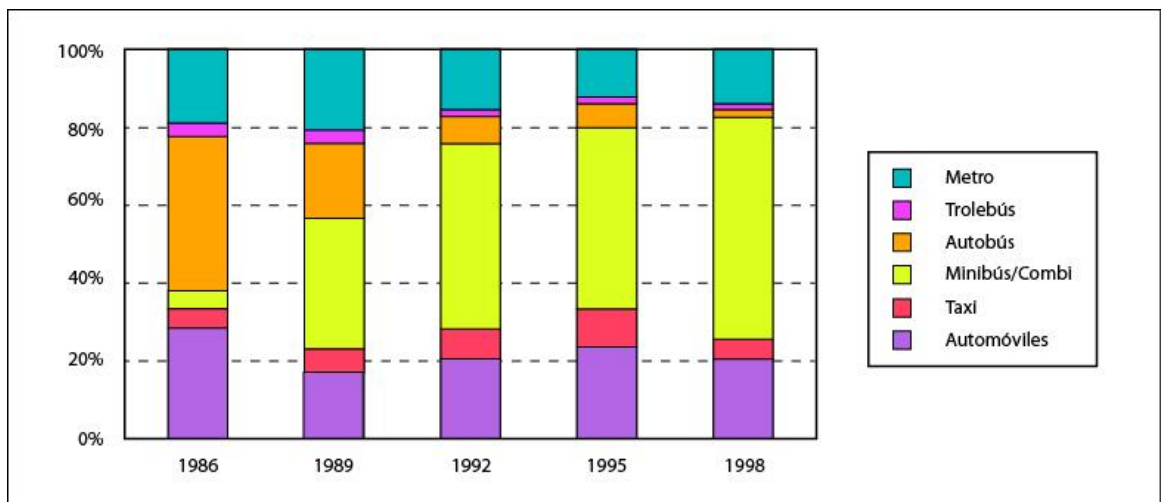
Acorde a Hay (1983), el desarrollo de la infraestructura del transporte en la Ciudad de México ha sido muy desigual. Se podría decir que uno de los momentos importantes para el transporte público en la Ciudad de México, fue el surgimiento de la “Ruta 100” en el año 1981, tras una huelga de los conductores de tranvías. Posteriormente, en 1985, en el DF operaban 10,000 autobuses y la ciudad de México funcionaba como cualquier otra gran urbe de América Latina. Sin embargo, muy poco después, el crecimiento en la circulación de los automóviles y la expansión del metro presionó con fuerza al sistema de autobuses. Llevando a la quiebra la “Ruta 100” en 1995 debido a la falta de inversión. Dicho fenómeno, provocó que minibuses colectivos surgieran de forma independiente, originando poco a poco el problema de la privatización del transporte público y la reducción de gastos gubernamentales en la ciudad capital.

Por otra parte, la capacidad vial se expandió de manera importante durante los años sesenta. Esto, junto con el abandono de las inversiones y el mantenimiento del sistema del transporte público, causó un aumento drástico en el uso de vehículos personales, taxis y colectivos durante los ochenta.

Actualmente, los autobuses en la Ciudad de México son operados por dos empresas: la Red de Transporte de pasajeros (RTP) y Servicios de Transportes Eléctricos (STE). Esta última opera los pocos trolebuses y tranvías eléctricos que aún existen y un pequeño número de autobuses articulados, algunos de los cuales circulan en carriles especiales. Los carriles para autobuses son considerados como una forma para integrar los colectivos y los recién ampliados servicios de los autobuses convencionales. Se sigue debatiendo acaloradamente sobre si la abolición total de los minibuses sería la mejor opción para la Ciudad de México.

Las cifras preliminares para el año 2000, proporcionadas por SETRAVI, indican que los colectivos representaron más del 55% total de los viajes, en tanto que los autobuses y trolebuses significaron apenas el 10%. En casi cualquier otra ciudad grande de América Latina, los autobuses representan cerca del 50% del total de viajes. (International Energy Agency, 2005)

La **Tabla 2** muestra la evolución en porcentajes del uso del transporte público en la Ciudad de México de acuerdo al tipo de vehículo. En esta **Tabla 2** se puede observar que el uso de minibús y combi ha incrementado, mientras que el uso de automóviles ha disminuido.



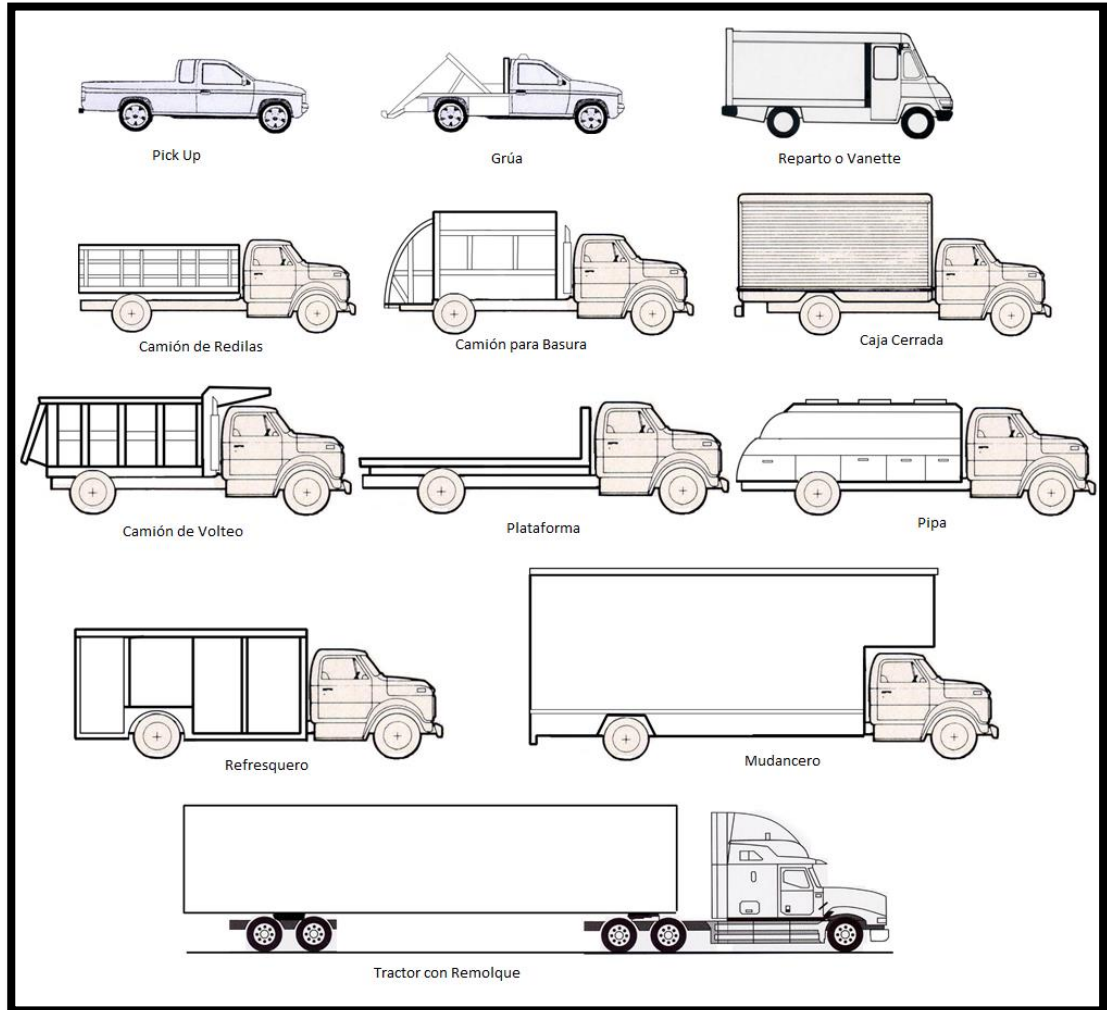
*Tabla 2 Evolución de las proporciones modales de los viajes en la ZMCM*

*Fuente: Secretaría del Medio Ambiente, citado en International Energy Agency (2005)*

### 2.3. Clasificación del Transporte

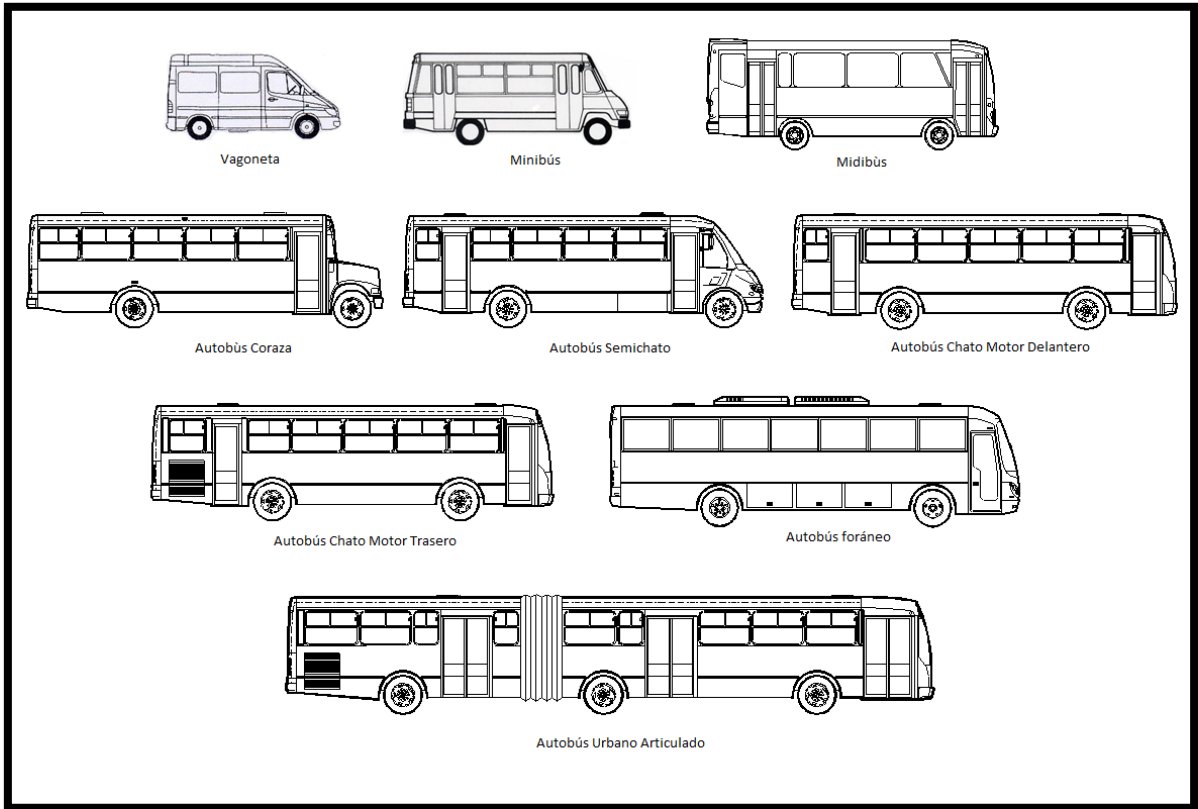
El transporte puede ser clasificado de acuerdo a diferentes atributos. La primera, y más obvia, es por el tipo de tránsito, principalmente de carga y de pasajeros y estos a su vez se clasifican de acuerdo al tipo de servicio que prestan.

El transporte de carga (los vehículos mostrados son los más representativos y su colocación es en relación a la distancia entre ejes). En la **Figura 1** se muestra los tipos de transporte de carga urbano



*Figura 1 Transporte de carga Fuente: (Martínez, 2009)*

Referente al transporte de pasajeros, la **Figura 2** muestra los vehículos mostrados son los más representativos y su colocación es en relación a la distancia entre ejes.



*Figura 2 Transporte de pasajeros Fuente: (Martínez, 2009)*

El transporte de pasajeros, clasificado según el tipo de servicio que prestan por lo que las unidades usadas son las mismas que los de la clasificación anterior, y utiliza el criterio utilizado para esta clasificación (Martínez, 2009)

- Autobús Urbano: Unidades que trasladan personas de un punto a otro dentro de la ciudad; lo constituyen los autobuses articulados, chatos, semichatos, corazas, minibuses y midibuses).
- Autobús Suburbano: Unidades que trasladan personas en la periferia de una ciudad, complementando el servicio urbano, operando en rutas que enlazan con rutas internas. (Autobuses semichatos y chatos).

- Autobús Foráneo: Unidades que trasladan personas y carga (equipaje) a varias ciudades, en una ruta directa. (Autobuses chatos).
- Autobús Escolar o de Personal: Unidades que trasladan estudiantes o trabajadores, en una ruta definida: de sus hogares a la escuela o lugar de trabajo y viceversa; dentro de la ciudad y a lugares cercanos. Estos los constituyen los Autobuses semichatos, coraza, minibuses y midibuses.
- Autobús Turístico: Unidades que trasladan turistas ya sea con rutas especiales (aeropuerto a hotel, hotel a zona turística, etc.) o con ruta fija para mostrar partes importantes de la ciudad.
- Autobús para Grupos Discapacitados: Unidades que contemplan dispositivos y lugares especiales para personas discapacitadas como, sillas de ruedas, rampas, lugar para invidentes y perros lazarillo, etc. así como el señalamiento adecuado tanto interno como externo.
- Autobuses Especiales: Unidades que se fabrican para dar servicios especializados y generalmente como particulares, por ejemplo el Aeroportuario, para uso del avión al edificio terminal, los militares o los de policías.

Es imprescindible que cada ciudad atienda las necesidades de transporte que se presenten tomando en cuenta todos los factores expuestos anteriormente. El sistema de Transporte Público de una urbe debe evolucionar y ser adaptado al crecimiento de la población. Dicha necesidad, así como las características del operador que los conduzca debes estar estipuladas en Leyes de Transporte Público.

En el Estado de Querétaro, por ejemplo, el Artículo 27 de la Ley de Transporte Público, establece que el transporte colectivo es aquel que se presta mediante concesión, al público en general y tiene como origen o

destino final o intermedio cualquier punto del territorio del Estado, a cambio del pago de la tarifa autorizada, sujeto a una ruta, horario, itinerario y demás especificaciones técnicas y condiciones de operación que asigne y establezca la Dirección y demás normas aplicables. Las disposiciones reglamentarias de esta Ley, establecerán las variedades, restricciones de servicio y especificaciones operacionales correspondientes a esta modalidad, conforme a las características urbanas, semiurbanas o rurales de la zona que abarquen las rutas autorizadas.

Por otra parte, acorde al artículo 29 del Reglamento de Tránsito del Estado de Querétaro, se establece que los conductores del servicio público se dividen en 3 subtipos: Taxi, Colectivos y de carga. El chofer del servicio público colectivo se describe como la persona apta para conducir toda clase de vehículos clasificados como transporte mercantil que excedan los 10 asientos y vehículos de carga. Existiendo así dos tipos de modalidades: urbano y suburbano.

#### **2.4. Los Operadores del Transporte Público**

El transportador supone la obligación implícita de que las personas que se le confían lleguen a su destino sin daño alguno, en el estado en el que inician el recorrido. (Hay, 1983)

El transporte tiene que comenzar por el operador del vehículo, sea piloto, maquinista o conductor de automóvil, camión o autobús. El operador es una persona que toma decisiones. La velocidad, la distancia entre vehículos, la elección de la ruta y la observancia de los reglamentos y leyes están bajo su control. Los operadores del transporte deben estar capacitados para atender su labor de la mejor manera posible. Independientemente de la pericia, la experiencia o la capacitación, los operadores son seres humanos expuestos a las naturales debilidades y



limitaciones. La mejor de las capacitaciones y la más larga experiencia pueden quedar anulados cuando el operador se siente enfermo, está bajo la influencia de drogas o alcohol, padece de fatiga o se encuentra alterado emocionalmente. El tiempo de reacción varía entre 0.5 y 3 o más segundos en condiciones de vigilancia; éste será más largo si el operador se encuentra bajo las circunstancias mencionadas anteriormente. (Hay, 1983)

Al operador se le puede auxiliar mediante el diseño apropiado de su medio de operación. Debería verse en el caso de tomar sólo una decisión a la vez. La disminución del número de controles, carátulas, medidores e indicadores colocados frente al operador (por ejemplo, el tablero simplificado de un automóvil) ayuda a reducir la gama de decisiones que tiene que tomar y le permite concentrarse en los aspectos más vitales de su tarea. (Pérez, 2006)

## **2.5 Los Riesgos del Trabajo**

### ***2.5.1. Estadísticas de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones Nacionales***

Conforme a la Organización Internacional del Trabajo (OIT), durante el año 2005 2.2 millones de personas perdieron la vida con motivo de accidentes y enfermedades laborales, 270 millones sufrieron lesiones en su lugar de trabajo y 160 millones fueron víctimas de enfermedades en estos establecimientos. Lo anterior significó alrededor del 4 por ciento del Producto Interno Bruto Mundial.

De acuerdo a la Información sobre Accidentes y Enfermedades de Trabajo Nacional 2001-2010, Memorias Estadísticas, proporcionada por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), de los 829,500 patrones y 14,342,126 trabajadores promedio registrados en el año 2010 a nivel nacional se registraron 403,336 accidentes de trabajo (2.81%), 3,466 casos

por enfermedad de trabajo (0.024%), 22,389 casos por incapacidad de trabajo (5.50%) y 1,125 defunciones en el mismo año (0.007%).

En el Estado de Querétaro se tienen registrados 7,779 accidentes de trabajo, 24 casos reportados por enfermedad de trabajo, 197 casos por incapacidad de trabajo y 21 defunciones registradas durante el año 2010 (IMSS, 2010)

La evolución de accidentes, incapacidades y defunciones de trayecto en el 2010 indica que se registraron 99,726 accidentes de trayecto, 2,070 incapacidades de trayecto y 308 defunciones de Trayecto a nivel nacional. (IMSS, 2010)

Sin embargo alrededor del 26% de los accidentes de trabajo que sufren los obreros y empleados mexicanos no son registrados, debido a que las empresas que no los reportan al Seguro Social para no pagar estos riesgos. Además se ha incrementado en casi 30 % el número de casos de trastornos mentales asociados al estrés que no se consideran enfermedades laborales en su mayoría. (Martínez, 2007)

### ***2.5.2. Estadísticas de Accidentes, Enfermedades, Incapacidades y Defunciones Nacionales en el Transporte Terrestre***

El transporte terrestre, como actividad económica, de acuerdo a las Memorias Estadísticas IMSS, 2008-2010, se tienen registrados a 36,114 patrones y 400,467 trabajadores promedios, de los cuales 7,958 hombres conductores de camiones pesados y 76 mujeres conductoras de camiones pesados, sufrieron algún tipo de accidente de trabajo en el 2010.

Lo cual representa 11,561,133 días subsidiados a causa de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, significando el 4,66% en relación a las demás actividades económicas a nivel nacional. Por otra

parte, el transporte terrestre representó el 12.44% de defunciones en el 2010, ocupando el segundo lugar por grupos de actividades económicas a nivel nacional después de Construcción de Edificaciones y de Obra de Ingeniería Civil. (IMSS, 2010)

La conducción de autobús es una de las profesiones con peores índices de salud. El operador constantemente se encuentra sometido a situaciones que lo orillan a vivir el riesgo ergonómico y psicosocial. La situación del tráfico, el trabajo programado en turnos y el diseño del puesto de trabajo de los conductores, junto con las altas demandas exigidas para proporcionar un buen servicio, han sido considerados como los factores que en mayor medida contribuyen al nivel de salud de los conductores. Sin embargo el estado del vehículo ocupa un lugar relevante ya que en él el trabajador pasa ocho horas diarias durante las cuales se le exige un esfuerzo muy elevado de atención permanente. Las incomodidades físicas, los sobreesfuerzos o posturas forzadas por malos diseños menoscaban, también, las capacidades mentales, que han de estar siempre al límite de sus posibilidades. (SGS TECNOS, 2008)

Las lesiones laborales en México representan un problema para las grandes, pequeñas y medianas industrias del país. De acuerdo con la información reportada por el Instituto Mexicano del Seguro Social, entre 1999 y 2003, los trastornos del oído y sorderas traumáticas, trastornos de la cápsula sinovial, de la sinovia y de los tendones, y los trastornos del túnel carpiano, se encuentran entre los primeros once lugares de mayor incidencia de lesiones relacionadas con el trabajo, mismas que pueden reducirse con la participación de la ergonomía, al intervenir en la evaluación, diseño y rediseño de las actividades y puestos de trabajo. (Pérez, 2006)

Los costos indirectos muchas veces están ocultos, son de difícil percepción y por ello, suelen pasar desapercibidos para quien no conoce esta posibilidad. La figura 3 nos permite visualizar mejor lo que está

ocurriendo con los costos ocultos o también considerados como costos no asegurados. (Pérez, 2006).

La **Figura 3** muestra los costos que no están asegurados, pero que ocurren en la industria, es decir, representan un costo para la empresa a largo plazo.

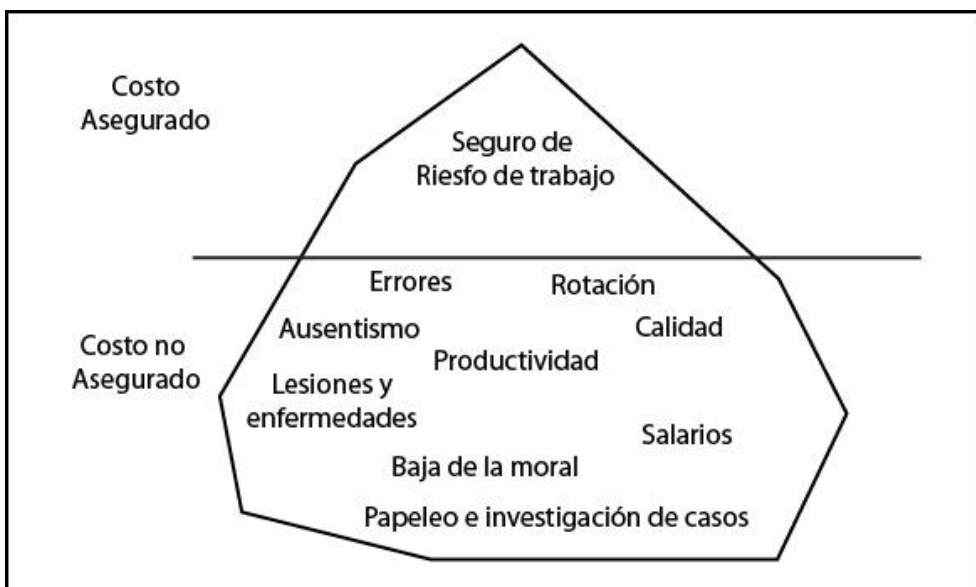


Figura 3 Costos ocultos Fuente: (Pérez, 2006)

## 2.6. Ergonomía

### 2.6.1. Definición de Ergonomía

La palabra ergonomía proviene del griego *ergon=trabajo* y *nomos=leyes naturales*. Según la Asociación Internacional de Ergonomía, es la disciplina científica interesada en la comprensión de la interacción entre los seres humanos y los elementos de un sistema; y la profesión que aplica la teoría, los principios, datos y métodos para diseñar, con el objeto de optimizar el bienestar de los seres humanos y el desempeño general del sistema.

La ergonomía es la disciplina que estudia las características humanas para diseñar de manera apropiada el medio ambiente laboral y la

vida moderna. Es preciso señalar que encierra todo lo que involucre la mano del hombre como herramientas, dispositivos, equipos, máquinas y los posibles avances directos e indirectos en el medio como la seguridad, el bienestar y la capacidad laboral. (Pérez, 2006)

Una de las más completas definiciones de ergonomía emitida por el Instituto de Ergonomía (INERMAP) dice lo siguiente:

*“Entenderemos por Ergonomía, la metodología multidisciplinaria que tiene como objeto la adaptación de la técnica y las tareas del hombre. De esta adaptación, ha de derivarse un menos riesgo laboral, mayor confort en los puestos de trabajo, así como un enriquecimiento de los contenidos de los mismos. Todos estos aspectos son compatibles con una mejor productividad, a través, entre otros, del ahorro y optimización de los esfuerzos y movimientos en el desarrollo de las tareas, de una disminución de la probabilidad de errores, y de la mejora de las condiciones de trabajo.” (INERMAP, 1998).*

Es importante entender que:

*“La ergonomía no trata de modificar al hombre sino sus condiciones de trabajo y se orienta principalmente a la protección del trabajador no al aumento de la producción...” (Pérez, 2006)*

### **2.6.2. Otros Aspectos de la Ergonomía**

Dentro de la ergonomía son considerados los 5 sentidos del ser humano, así como los elementos psicosociales. Cada uno juega un papel importante para generar el buen desarrollo del individuo en su espacio de actividad.

### *a) Ergonomía Visual*

En el campo de las Ciencias de la Visión, la Ergonomía de la Visión se dedica a identificar y analizar los aspectos medioambientales y laborales que pueden causar problemas de salud ocular o de funcionalidad visual, o bien, que optimizan el rendimiento visual en el entorno laboral.

En esta disciplina, es imprescindible:

- Valorar los factores de riesgo ambientales y laborales que deben controlarse para realizar tareas visuales seguras y confortables.
- Valorar cómo estos factores de riesgo, junto con el entrenamiento visual adecuado, pueden alterarse para mejorar el rendimiento visual en el trabajo o en actividades de ocio (deporte, conducción etc.).

El ojo humano, como órgano sensible a la luz visible, puede ser irradiado con cantidades de radiación no visible (UV, IR, etc.), e incluso en la banda visible, lo que puede provocar lesiones oculares en varios segmentos del ojo (córnea, cristalino, retina). (de Fez, Martínez, & et.al., 2006)

La ergonomía visual en la cabina del operador implica muchos elementos, tales como la iluminación, los alcances de visión interior y exterior del vehículo, evitar tener puntos ciegos que impidan la visibilidad, la simplificación de indicaciones y símbolos del tablero, etc.

A la hora de tratar el control de la iluminación en el entorno laboral, para realizar de forma segura y confortable cualquier tarea, hay que analizar los distintos tipos de lámparas que existen en el mercado:

- De incandescencia, que emiten luz por calentamiento de un filamento metálico.

- De luminiscencia, que emiten luz por procedimientos varios, como la fotoluminiscencia -principio de emisión de las lámparas fluorescentes- o de descarga (típicas en las instalaciones deportivas).

Según el uso que se pretenda dar a una lámpara, conviene tener en cuenta tanto el consumo eléctrico como su eficacia luminosa y el rendimiento de color. (de Fez, Martínez, & et.all., 2006)

El objetivo del diseño de iluminación es sustituir la iluminación natural cuando ésta sea insuficiente para el área de trabajo. Por eso, es muy importante establecer, en primer lugar, cómo se cuantifica el nivel de iluminación mínimo para una tarea. La Comisión Internacional de Iluminación y Color publica unas tablas de niveles recomendados de iluminación, en las que se aprecia la correlación siguiente:

Si la exigencia visual de la tarea es alta, es decir, se necesite ver, controlar, manejar, objetos pequeños a distancias intermedias (aprox. 1-2 metros), el nivel de iluminación requerido para hacer confortablemente la tarea será alto.

En función del tipo de lámpara seleccionada, incandescente o luminiscente, sobre todo si la luz es blanco-amarillenta o blanco-azulada, se recomiendan niveles medios de iluminación (aprox. 500 lx), para lámparas incandescentes; y niveles más altos (aprox. 1000 lx), para conseguir la misma sensación de confort visual con otro tipo de lámparas (de Fez, Martínez, & et.all., 2006)

#### *b) Ergonomía Auditiva*

El ruido es una molestia que por lo general acompaña a las operaciones de transporte. Interfiere con la recepción de los sonidos deseados. Varía en intensidad y duración con las diversas modalidades de transporte. Los niveles de ruido extremadamente altos pueden causar daño

físico al cuerpo humano; es decir, lesiones mecánicas a las celdillas y otras partes del oído. La exposición prolongada a niveles menores de ruido puede dar por resultado un eventual cambio metabólico.

Por lo general el ruido se expresa en decibeles. Un decibel representa el sonido más leve que es posible detectar. Se define como la intensidad del sonido capaz de producir un impacto de  $0.0002 \text{ dinas/cm}^2$ . La exposición a 85 dB o más durante un periodo de ocho horas puede ser perjudicial. Los niveles de 70 dB son comunes. Tal como lo muestra la **Tabla 3**. El ruido común en una oficina es del orden de 55 a 60 dB y las calles muy concurridas pueden llegar a los 85 dB. La siguiente tabla indica los calores generalmente aceptados para las diversas modalidades y situaciones de transporte. Los valores están expresados en su mayor parte en niveles de ruido de clasificación A, que corresponden a valores promedio a la distancia de 50 pies, en condiciones normales de operación y a las velocidades típicas. (Hay, Ingeniería de transporte, 1983)

### *c) Elementos Psicosociales*

Los elementos psicosociales a evaluar se categorizan en:

- Entorno Psicosocial: Organización del trabajo, las relaciones humanas y el tiempo de trabajo
- Entorno Físico: Entorno ambiental, espacios de trabajo, mobiliario y equipos.
- Exigencias de la Tarea: Demandas cognitivas, físicas y temporales.
- Personas: Aspectos fisiológicos y psicológicos, anatómicos y diferenciales como la edad y el sexo. (Universal, 2012)



Conversión normal	54 a	60 dB
La conversación por el teléfono se vuelve imposible		80 dB
Calles muy concurridas	90 a	95 dB
Automóviles: a 40-70 mph	65 a	70 dB-A
Camiones diesel y otros de servicio pesado: a 50-60 mph	75 a	85 dB-A
Trenes de ferrocarril, interurbanos	70 a	80 dB-A
Trenes de servicio urbano rápido	85 a	95 dB-A
Aviones en general	75 a	95 dB-A
Aviones a reacción	100 a	160 dB-A
Autobuses	70 a	85 dB-A
Lanchas de motor	75 a	80 dB-A
Barcos	55 a	68 dB-A
Motocicletas y trineos de motor	85 a	95 dB-A

*Tabla 3 Niveles de ruido relacionados con el transporte (Hay, 1983)*

### **2.6.3. Importancia de la Ergonomía en el Transporte Público**

Uno de los principales objetivos de la aplicación de la ergonomía es la de evadir accidentes que puedan afectar al usuario de manera temporal o definitiva. Un accidente es definido como: Suceso eventual o acción involuntaria que causa daño a persona o cosa. Entiéndase, entonces, por accidente de trabajo todo suceso derivado de una actividad laboral que lesione el organismo del trabajador, o lo perturbe funcionalmente, o cause su invalidez o muerte. (Pérez, 2006).

Debido a las diferentes condiciones y características de los habitáculos, a menudo se producen dolencias en los conductores, destacando la espalda, según un 67% de los trabajadores, como la parte del cuerpo que más sufre durante el desarrollo en el puesto de trabajo, seguido de dolencias en cervicales, rodillas, hombros, articulaciones y hernias. Además aparecen afecciones de tipo como insomnio y ansiedad (SGS TECNOS, 2008)

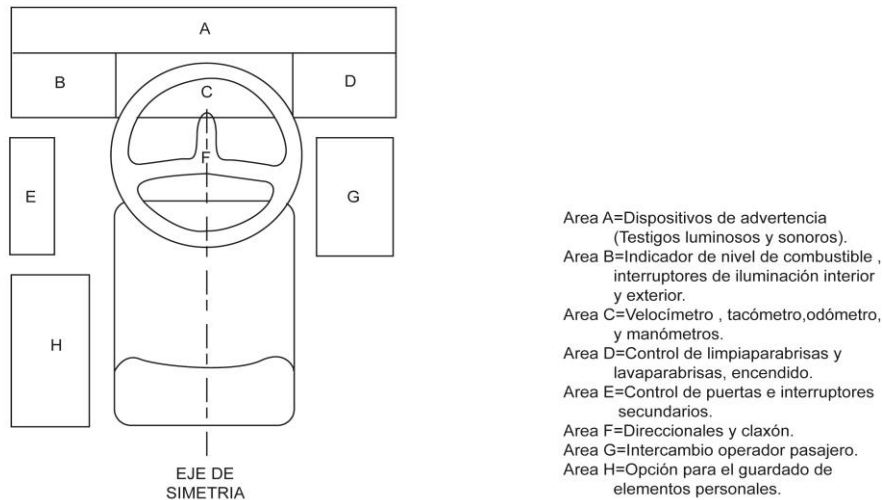
Dentro del área del operador se debe considerar la comodidad del conductor en los aspectos sensoriales como: vista, posiciones del cuerpo y audición principalmente. De este modo evitaremos que la seguridad tanto del conductor como de los pasajeros se vea afectada a causa una mala colocación de instrumentos o distracción por incomodidad.

Esta área deberá contemplar tres exigencias básicas: proporcionar al conductor la máxima visibilidad posible en condiciones de tránsito, asegurar el acceso de manera fácil a los instrumentos y equipos de control y proporcionar las condiciones de comodidad y privacidad. (Martínez, 2009)

El volante de dirección deberá ser colocado con el mismo eje de simetría del asiento, sin estorbar el movimiento de las piernas. No deberá dificultar la observación de los instrumentos y evitar que el conductor gire rápidamente el torso o los brazos al manipularlo. La sección del aro del

volante deberá ser de un diámetro tal que permita que el percentil 5% tenga adecuada sujeción, ser estable y considerar materiales rígidos de color obscuro mate, que no sufran deformaciones ni pérdida de color o textura.

La **figura 4**, muestra las áreas que deben considerarse dentro de la zona de trabajo del operador.

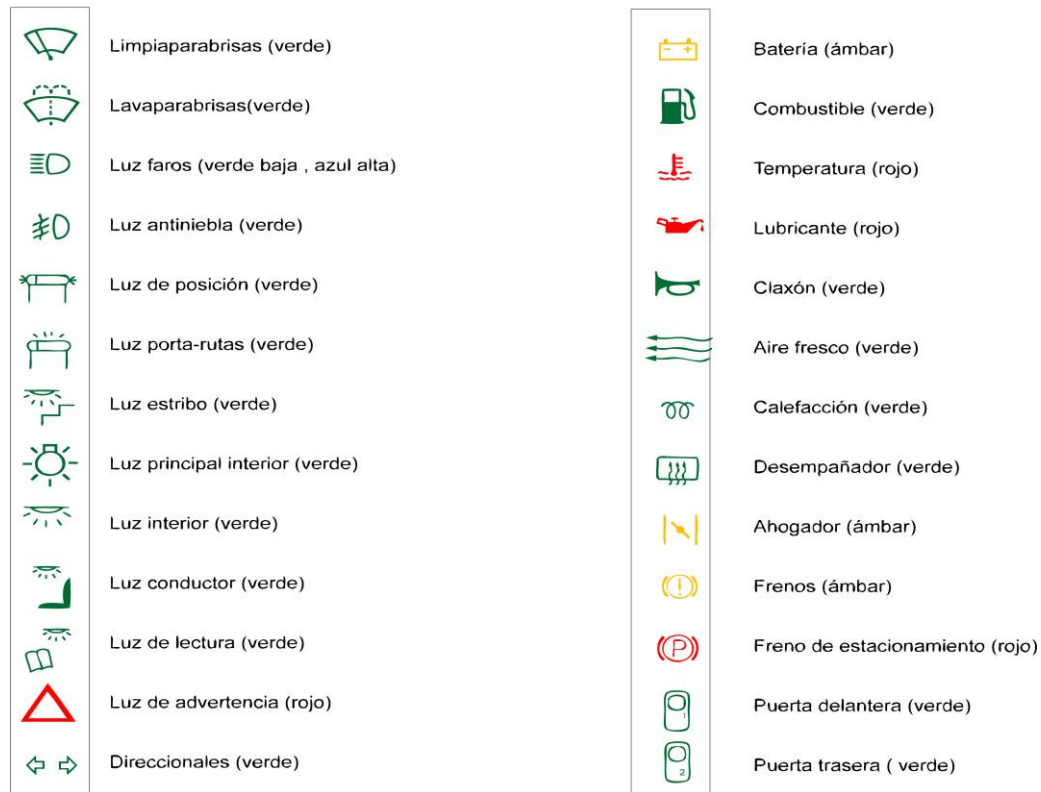


*Figura 4 Áreas principales del área de trabajo del operador (Martínez, 2009)*

El asiento del operador deberá ser sólido con mecanismo ajustable longitudinal, vertical y de respaldo a las alturas y alcances del cuerpo en el 5% y 95% percentil del cuerpo humano. Contemplar, de igual forma los elementos de seguridad: cabecera y cinturón de seguridad de 3 puntos. Tener acojinamiento y la tela del asiento deberá permitir la circulación del aire entre la ropa y piel. Deberá ser compatible con la anatomía humana, contemplando apoyo lumbar y renal para percentiles del 5% al 95% de un adulto hombre, según las tablas antropométricas de SETRAVI.

El tablero de instrumentos de indicación, medición y aviso, deberán estar empotrados en el tablero, colocado frente al conductor. Es recomendable que la cantidad de instrumentos sea únicamente la necesaria para evitar exceso de información y de esta forma evitar que el conductor

se confunda. Deberán ser utilizados símbolos universales tales como los que se muestran en la **figura 5**.



*Figura 5 Símbolos universales de instrumentos (Martínez, 2009)*

Los pedales forman parte del punto de partida para la disposición de los elementos que componen la zona del operador, ya que una vez colocados no deberán ser modificados, a excepción de los ángulos de inclinación. El material con el que deben ser cubiertos, deberá ser antiderrapante, para mejorar la adherencia.

Otros elementos como los expresados a continuación forman parte de la antropología del conductor y su confort:

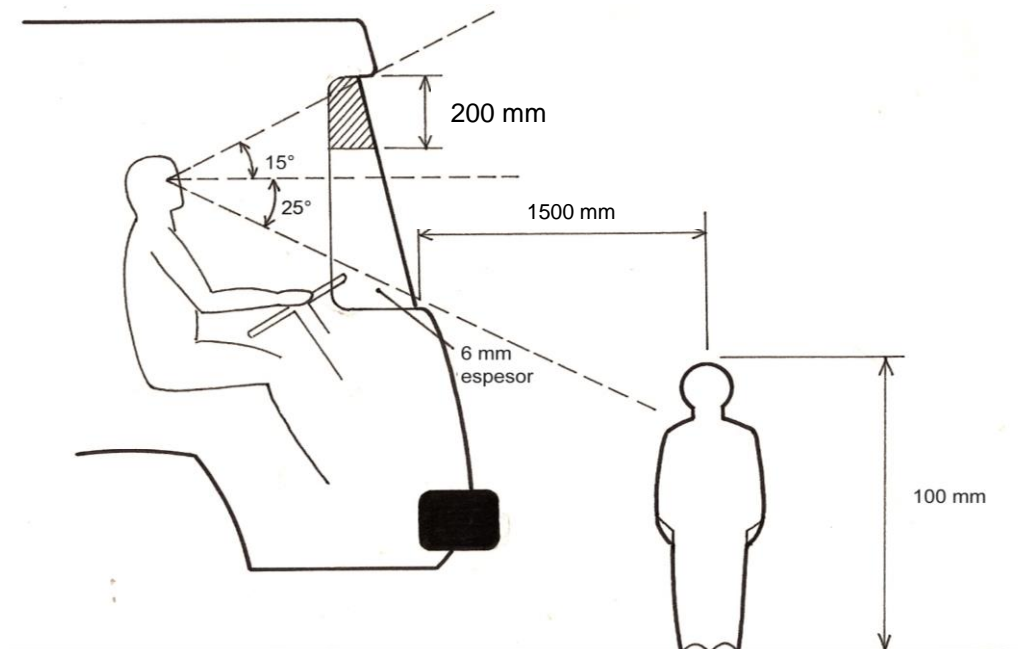
- la palanca de velocidades deberá ser accesible al conductor, sin que requiera de ser observada para manipularla. Deberá tener impresos los gráficos correspondientes que indiquen las velocidades.

-Deberá contener como mínimo la visera del lado superior y de dimensiones suficientes para evitar deslumbramientos.

- Compartimentos para objetos personales deberán ser integrados en la zona. Deberán permitir el fácil acceso a sus pertenencias.

-Los colores deberán ser sobrios, discretos y con acabado mate, evitando superficies brillantes o cromadas, para evitar distracciones y/o reflejos.

La visibilidad y alcance visual son primordiales, es por ello que la altura y colocación del tablero, así como el parabrisas, juegan una parte esencial en la correcta visibilidad del conductor. El diseño del parabrisas deberá permitir que un conductor del 5 percentil (según las tablas de SETRAVI) ocupe el asiento en la posición de menos altura y de mayor distancia al volante de dirección, permitiendo observar un objeto de 1000 mm de altura colocado a una distancia de 1500 mm. Tal como lo muestra la **figura 6**.



*Figura 6 Ángulos y distancias apropiadas para la visión del conductor (Martínez, 2006)*

La visibilidad que deberá tener en todo momento el conductor será de un ángulo de 20 o 25 grados hacia arriba, 60 grados a la derecha y 30 grados a la izquierda, como mínimo.

## **2.7. Antropometría**

Las diferencias genéticas dadas por la diferencia, así como las diferencias por sexo, costumbres y actividades, proporcionan las bases de toda investigación antropométrica que facilite un estudio ergonómico racional. No es viable usar las dimensiones de coches para la raza cuya estatura promedio es de 1.80 m en coches cuya estatura promedio es de 1.60 m. (Pérez, 2006). Por lo tanto, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos, entre otros, para el diseño ergonómico desde el punto de vista antropométrico:

- Raza. Configuración morfológica y genética de cada raza existente.
- Edad. La estatura y las dimensiones del cuerpo varían generalmente según la edad, alcanzando su crecimiento total a los 20 años para el hombre y a los 17 para la mujer, en tanto que en la tercera edad el cuerpo humano tiende a reducirse.
- Sexo. En conjunto, el hombre es de mayores dimensiones que la mujer, de mayor tamaño en promedio, sobre todo en extremidades, en caja torácica, manos, puños, muñecas, en tanto que la mujer es más ancha en lo que respecta al pecho, a la circunferencia de la cadera y de los muslos.
- Actividad. La actividad manual desarrolla mucho más las medidas antropométricas del trabajador que la actividad simplemente académica; por su parte, las actividades de tipo casi sedentario incrementan las medidas de ciertas partes del cuerpo (abdomen y muslos).

- Nación-cultura. El aspecto ergonómico se debe tener en cuenta desde el punto de vista de mercado, para lo cual deben conocerse las diferentes culturas y nacionalidades con sus características propias; así por ejemplo, para propósitos de diseño se deben considerar la estatura y las dimensiones del anglosajón, que son muy diferentes a las del latinoamericano medio, al igual que sus preferencias.
- Tendencias históricas. Se ha observado que las nuevas generaciones tienden a una estatura promedio mayor, debido quizás al avance de la medicina y de las condiciones de vida. Un ejemplo es la comparación promedio entre los soldados de Estados Unidos de la Primera y la Segunda Guerras Mundiales; éstos eran 3 cm más altos y 6 Kg. más pesados que aquéllos.

### ***2.7.1. Posturas Adecuadas para el Área de Trabajo***

Las posiciones o posturas más comunes, usadas en el trabajo son: sentado y de pie, pero algunas otras, como acostado también son usadas, por ejemplo: al desarrollar algún trabajo de reparación automotriz.

La postura de sentado es particularmente usada cuando el espacio de trabajo es relativamente pequeño y deberá ser realizado con las manos, en resumen, se controla el desarrollo de las actividades desde esta posición. Para estas estaciones y las herramientas de trabajo que se usen deberán ser diseñadas en forma apropiada, utilizando algunas restricciones o recomendaciones ergonómicas para el diseño de estaciones de trabajo para posiciones de pie.

El espacio de trabajo de las manos depende de la postura del cuerpo y los requerimientos del trabajo que se va a realizar. Por lo que, diversos

espacios de trabajo pueden ser concebidos; así mismo los requerimientos laborales de visión determinan también el volumen óptimo de trabajo.

El uso de controles puede ser realizado igualmente por las manos o los pies. La operación con el pie es fuerte pero lenta, y puede ser requerida sólo para operadores sentados. Los controles manuales son más rápidos, débiles pero mucho más versátiles que los operadores con los pies.

La superficie de contacto con la mano, en las herramientas o equipos pueden ser diseñadas para adaptarse en forma correcta a la mano. Esto no solo requiere conocer el tamaño apropiado de la mano, sino también requiere la adaptación de ésta a la muñeca o brazo para no provocar en estas articulaciones posturas forzadas o tensionantes.

Posturas inapropiadas, operaciones repetitivas que además requieran un esfuerzo vigoroso para su realización, pueden llegar a desencadenar traumatismos acumulativos, la mayoría de las veces este tipo de trastorno se asocia con el uso repetitivo de herramientas manuales, particularmente si éstas tienen algún tipo de vibración. Otra fuente muy común que puede dar origen a estos trastornos es la frecuencia de utilización de teclados para computadora. (Pérez, 2006)

### ***2.7.2. Tipos de Movimientos***

Los tipos de movimientos más comunes por el cuerpo son seis, los cuales se explican a continuación:

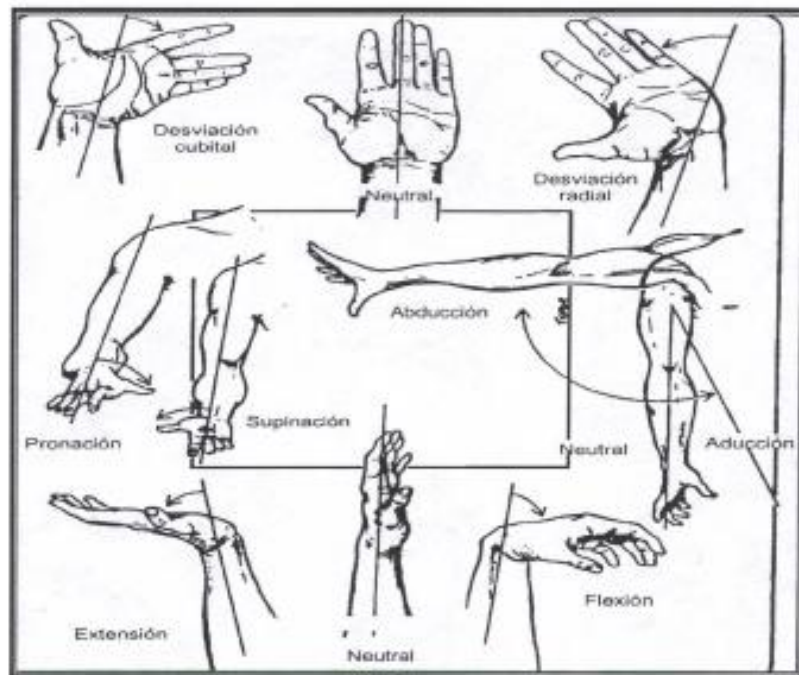
- Flexión- Curvatura o reducción que forman partes del cuerpo.
- Radial- Movimiento lateral de la mano que ocupa el pulgar hacia el lado radial del antebrazo (lado extremo del brazo)
- Lunar- Movimiento de la parte opuesta a la anterior hacia el lado lunar o cubital del antebrazo (lado interior del brazo)
- Extensión- Enderezamiento o incremento del ángulo que forman partes del cuerpo. Se define por lo general como el



retorno de la flexión. Cuando la extensión de una articulación excede a lo normal, se denomina “Hiperextensión”.

- Abducción- Movimiento de un segmento del cuerpo más allá del eje medio de este o de la parte a que va unido.
- Aducción- Movimiento de un segmento o combinación de segmentos del cuerpo hacia el eje medio de este o de la parte que esta o están unidos.
- Pronación- Giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se orienta hacia abajo.
- Supinación- Giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se oriente hacia arriba. (Pérez, 2006)

La **Figura 7** a continuación, muestra los principales tipos de movimientos de la mano.



*Figura 7 Tipos de movimientos*

### 2.7.3. Factores de Riesgo Ergonómico

Un factor de riesgo es conocido como el elemento o componente de un trabajo que incrementa la oportunidad de lesión o enfermedad para el trabajador. (Pérez, 2006).

Los factores de riesgos ergonómicos se clasifican en tres, los cuales son expuestos en la **tabla 4** que se muestran a continuación:

Factores de Riesgo	Del lugar de trabajo	Equipo, herramientas y accesorios con los que interactúa el trabajador.
	Del medio ambiente	Agentes físicos a los que se expone el trabajador
	Individuales	Diferencias físicas entre las personas.

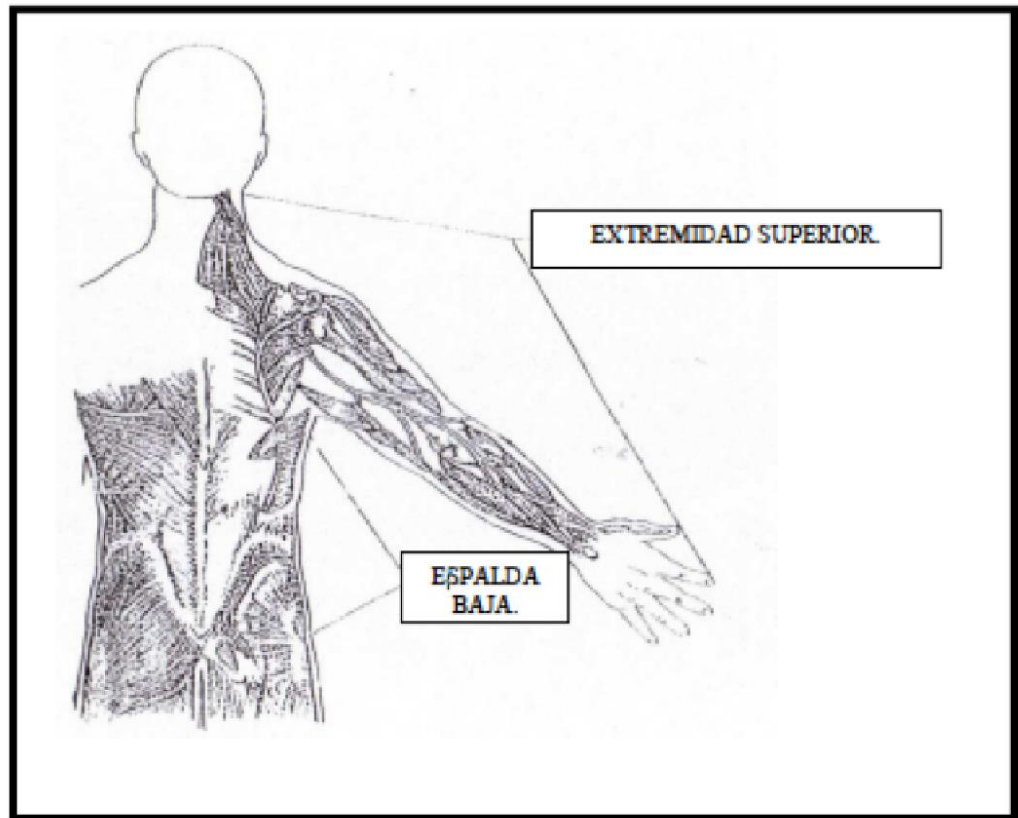
*Tabla 4 Clasificación de Riesgos Ergonómicos Fuente: (Pérez, 2006)*

Los desórdenes por trauma acumulativo ocurren en dos áreas del cuerpo:

- a) Extremidad Superior: área del cuerpo desde el cuello hasta la punta de los dedos incluyendo el cuello, hombro, codo, antebrazo, muñeca, dedos y pulgar.
- b) Espalda Baja: Área del cuerpo localizada en la región lumbar de la espalda en el tronco humano. Esta abarca desde la altura de las axilas hasta antes de la altura de los glúteos. De igual manera se verán involucrados músculos, vasos sanguíneos, nervios, tendones y órganos.

En ambos grupos corporales, están considerados los vasos sanguíneos, nervios y tendones.

La **figura 8**, muestra las partes del cuerpo que son afectadas por los desórdenes por trauma acumulativo.



*Figura 8 Partes del cuerpo que son afectadas por los desórdenes por trauma acumulativo fuente: (Pérez, 2006)*

#### *a) Factores de Riesgo en Extremidad Superior*

Para fines prácticos a la investigación únicamente se mencionarán los factores que puedan afectar a los operadores de los autobuses. Se tomara en cuenta la clasificación de los factores de riesgo mencionados anteriormente (lugar de trabajo, medio ambiente e individual).

La **figura 9**, ilustra los factores de riesgo en espalda baja que pueden afectar a los operadores de los autobuses, si el espacio de trabajo no está bien diseñado

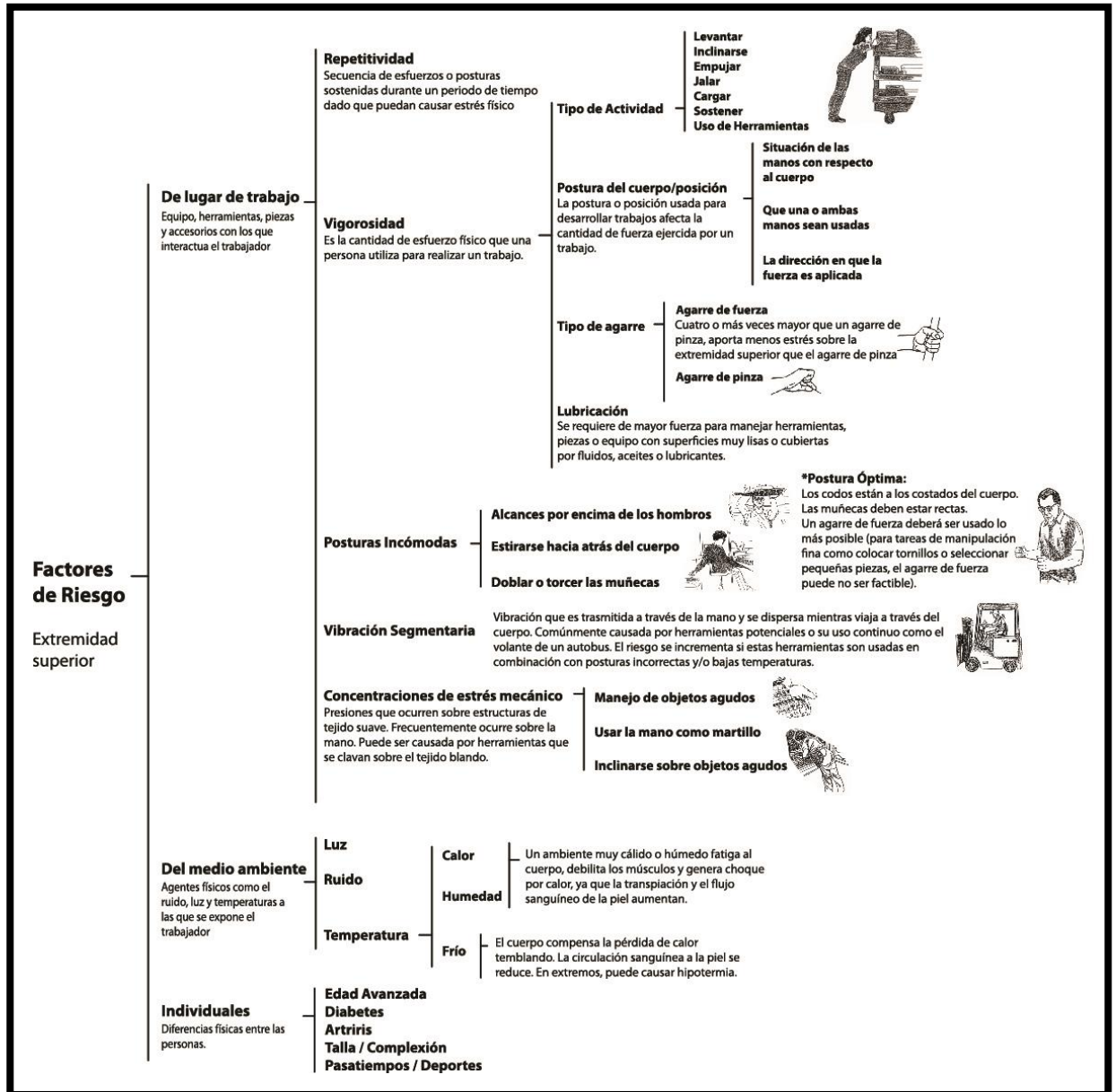


Figura 9 Factores de Riesgo en Extremidad Superior Fuente: Pérez-Muñoz (2006) Modificado

b) Factores de Riesgo en Espalda Baja.

Para fines prácticos a la investigación únicamente se mencionarán los factores de riesgo que puedan afectar a los operadores de los autobuses en espalda baja. Se tomara en cuenta la clasificación de los factores de riesgo mencionados anteriormente (lugar de trabajo, medio ambiente e individual).

La **figura 10**, ilustra los factores de riesgo en espalda baja que pueden afectar a los operadores de los autobuses, si el espacio de trabajo no está bien diseñado

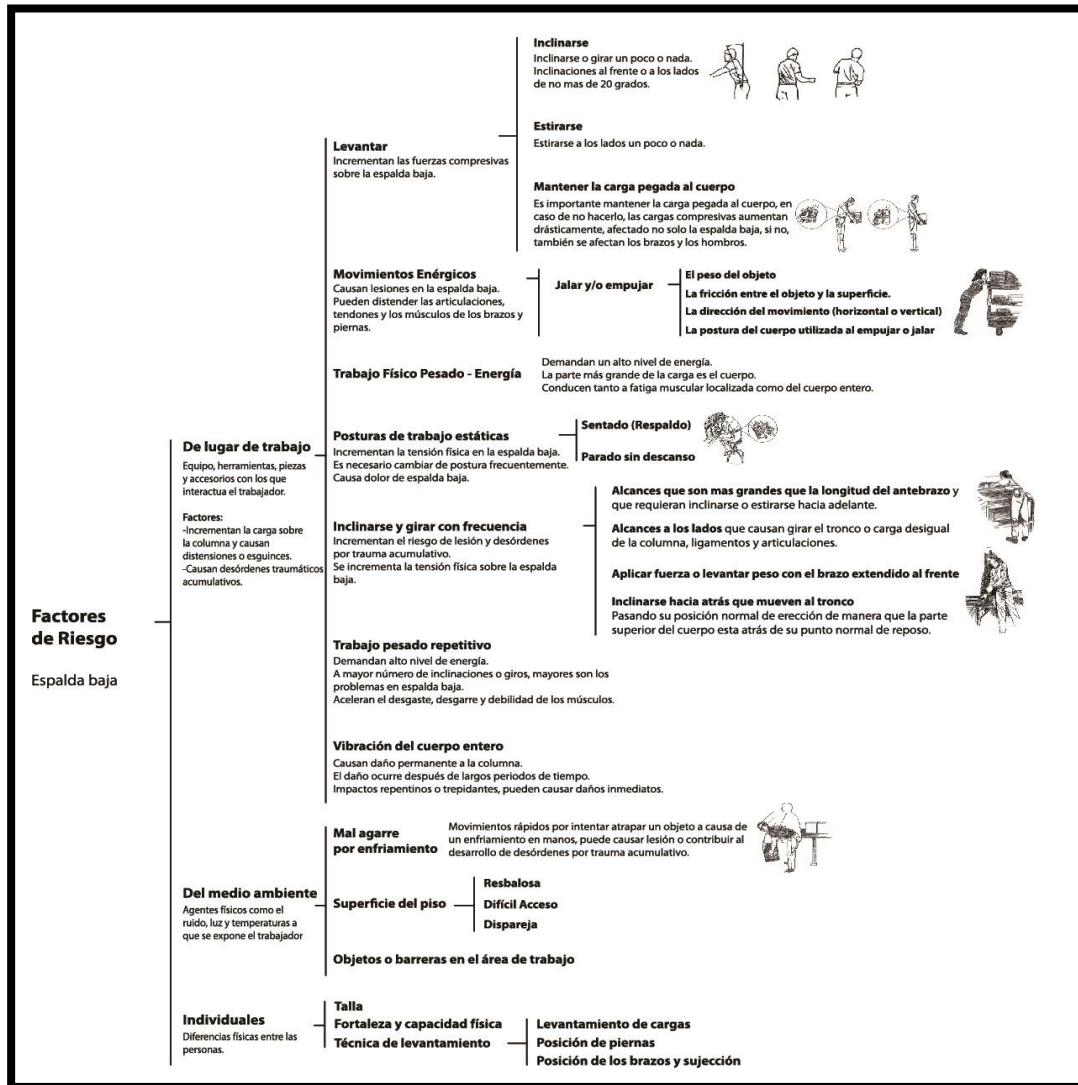


Figura 10 Factores de Riesgo en Espalda Baja Fuente: Pérez-Muñoz (2006) Modificado

## 2.8. Elementos Teóricos del Diseño Industrial

De acuerdo con la International Council of Societies of Industrial Design (ICSID), el diseño se define como:

*“Una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios y sus sistemas en ciclos vitales enteros. Por lo tanto, el diseño es el factor central de la humanización innovadora de las tecnologías y el factor crucial del intercambio cultural y económico.”*

El diseño trata de descubrir y evaluar las relaciones estructurales, organizacionales, funcionales, expresivas y económicas con la función de: aumentar la sostenibilidad global y la protección del medio ambiente, dar beneficios a la comunidad humana transmitidos a los usuarios finales, productores y protagonistas del mercado. El diseño se refiere a productos, servicios y sistemas. El adjetivo “industrial” se refiere a que pertenece al sector industrial en donde la actividad involucra una amplia gama en donde convergen otros rubros, tales como la arquitectura, el diseño de productos, el diseño gráfico, la ingeniería, etc. (ICSID, 2011)

El diseño industrial parte del análisis de diferentes elementos como lo son; los requerimientos y las exigencias sociales y económicas, la función y lo que debe expresar el producto, los materiales idóneos y su aplicación, las técnicas constructivas, los costos de producción y desde luego al usuario, (Gay & Samar, 2004). Un objeto de diseño industrial debe responder a diferentes características, como lo son; atender a diversas necesidades, deseos o demandas de la sociedad, es decir que deben tener una finalidad determinada. Son el resultado de un trabajo de preconcepción. Son materiales, o están pensados para ser objetos materiales y están pensados para la producción industrial. (Gay & Samar, 2004)

## **2.9. Estudio de Campo y Observaciones**

Durante el proceso de investigación, se realizaron diferentes visitas de campo, en dónde se analizaron autobuses para pasajeros diseñados y producidos por distintas carroceras. Se analizaron áreas de oportunidad, tales como: el análisis de elementos dentro del panel de instrumentos,

funciones, distribución del espacio, etc. A continuación se muestran las imágenes más representativas.



*Figura 11 MAN Lion City A21 100% Piso Bajo Vista frontal exterior*



*Figura 12 MAN Lion City A21. Detalle, espejo exterior*



*Figura 13 MAN Lion City A21. Sistema de cobro*



*Figura 14 MAN Lion City A21. Panel de instrumentos*



*Figura 15 MAN Lion City A21. Panel de instrumentos Lateral derecho*





*Figura 16 Autobús Urbano VW. Espacio para el operador*



*Figura 17 Autobús Urbano VW. Panel de Instrumentos*



*Figura 18 Autobús Urbano VW. Inclinación del volante*



*Figura 19 Autobús Urbano VOLVO. Sistema de cobro*



*Figura 20Autobús Urbano VOLVO. Panel de Instrumentos*



*Figura 21 Autobús Urbano VOLVO. Inclinación del volante*



*Figura 22 Autobús Urbano VOLVO. Sistema de seguridad interno*



*Figura 23 Autobús Urbano VOLVO. Usuario comprobando el nivel del asiento*



*Figura 24 Autobús Urbano VOLVO. Usuario cambiando el ángulo de uso del volante*



*Figura 25 Autobús Urbano VOLVO. Panel de instrumentos frontal*



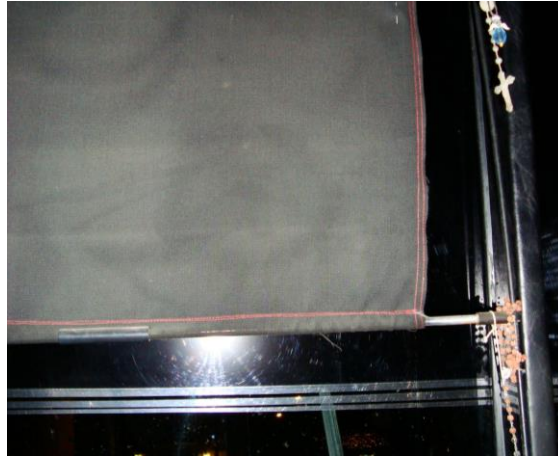
*Figura 26 Autobús Urbano, Carrocera independiente. Panel de Instrumentos*



*Figura 27 Atuobús Urbano. Carrocera Independiente. Inclinación del volante*

El día 29 de Agosto de 2010, fue realizada una entrevista a Miguel Ramírez, operador de un autobús foráneo. De la cual es importante rescatar los siguientes puntos:

- Le es cómodo poder modificar la altura, posición e inclinación del asiento, así como la altura del volante y altura de palanca de velocidades.
- Para él es muy útil contar con los 4 espejos retrovisores y el sensor de detección de objetos en la parte trasera, ya que de este modo puede medir distancias a la hora de conducir o de estacionar su unidad.
- Los instrumentos que utiliza la mayoría del tiempo son el tacómetro y el medidor de gasolina.
- El tamaño del volante, le es adecuado, ya que puede ir recargado en él durante el trayecto y de esta forma descansar los brazos. Sin embargo, le es complicado maniobrar cuando el camino presenta muchas curvas, ya que necesita realizar muchos movimientos con el volante.
- Le resulta complicado frenar repentinamente, ya que requiere lograr el arranque desde la primera velocidad.
- El autobús cuenta con una cortina retráctil como la presentada en la **figura 28**. A Miguel, le resulta cómodo ajustarla, dependiendo la hora del día. Sin embargo cuando se encuentra frente al sol al amanecer o al atardecer, ya que el la luz del sol incide de manera directa y de esta forma pierde visibilidad.



*Figura 28. Detalle de cortina retráctil en parabrisas en autobús foráneo.*

Las **figuras 29** a la **figura 31** que se presentan a continuación, representan las condiciones en las que nuestro encuestado se desenvuelve laboralmente.



*Figura 29 Panel de instrumentos de autobús foráneo*



*Figura 30 Panel de instrumentos lateral en autobús foráneo*



*Figura 31 Adaptaciones al espacio del operador e inclinación del volante en autobús foráneo*

Las investigaciones de campo presentadas anteriormente, se realizaron con el fin de conocer y comprender los usos y adaptaciones de los conductores en el espacio de trabajo.

### III. METODOLOGÍA

Para establecer la metodología, fue necesario plantear un plan de trabajo que cubriera todos los aspectos necesarios desde la planeación e investigación del proyecto, hasta la realización del prototipo final. La **tabla 5**, muestra un esquema gráfico de dicho plan de trabajo.

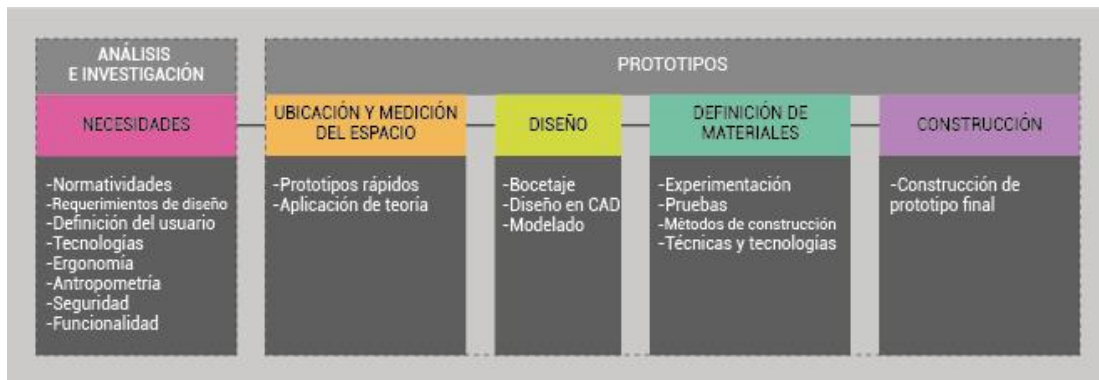


Tabla 5 Metodología del proyecto

#### 3.1 Definición de Necesidades

El midibús para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, surge de la necesidad de transportar a alumnos y docentes desde el campus Querétaro, ubicado en el Cerro de las Campanas de la Ciudad de Querétaro, hasta el campus Amazcala de la UAQ. El trayecto es de 30 km aproximadamente.

El primer reto a cumplir, consistió en ofrecer una opción de transporte confortable a los alumnos y a los docentes de la institución para cumplir con un viaje de forma segura y cómoda para un trayecto aproximado de 40 minutos.

El segundo reto, consistió en permitir la fácil accesibilidad de los pasajeros al interior del autobús mediante una cama baja, lo cual se traduce



en que el conductor debe solo subir un escalón para estar al interior del mismo.

El tercer reto, consistió en que el autobús funcionara con un método ecológico, como lo es la sustitución del Diesel común por el Biodiesel. Así como la incorporación de tecnologías alternativas tanto en la construcción del mismo como en la operación.

Por último, pero no menos importante, se debió proporcionar al conductor un área de trabajo confortable y apta para laborar por lo menos 8 horas al día.

### **3.1.1. Normatividad**

Para la construcción del midibús, específicamente la cabina del operador, fue necesario atender, analizar y aplicar a fondo las siguientes normas:

- NORMA Oficial Mexicana NOM-068-SCT-2-2000, Transporte terrestre-Servicio de autotransporte federal de pasaje, turismo, carga y transporte privado-Condiciones físico-mecánica y de seguridad para la operación en caminos y puentes de jurisdicción federal.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999. Transporte terrestre-servicio de autotransporte económico y mixto-midibús-características y especificaciones técnicas y de seguridad.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-014-SCT-2-1993. Características y especificaciones técnicas y de seguridad para los vehículos automotores de más de nueve personas.

### **3.1.2. Requerimientos de Diseño**

#### Definición del usuario

Los usuarios serán los conductores de autobuses de la UAQ, la edad oscila entre los 30 y los 55 años, y la mayoría pertenecientes al sexo masculino.

#### Tecnologías utilizadas

Se deberán utilizar tecnologías accesibles al presupuesto asignado por la Facultad de Ingeniería. Deberán ser en su mayoría tecnologías con las que cuente la UAQ, como por ejemplo, el taller de carpintería, la cortadora laser, maquinados CNC, etc.

#### Ergonomía aplicada

El área de trabajo deberá cumplir con las medidas antropométricas de la población latinoamericana, proporcionar buena visibilidad tanto al exterior como al interior del autobús y proporcionar al conductor la postura adecuada para el desenvolvimiento de su trabajo. Debe facilitar las actividades básicas, tales como la lectura del tablero, la simplificación de símbolos, manejo del vehículo, etc.

Se estudiarán diferentes documentos antropométricos que hablen de la aplicación de dichas medidas en un espacio ergonómico aplicables a la cabina del operador, tales como: *Las Dimensiones antropométricas, población latinoamericana, México, Cuba, Colombia, Chile, Venezuela*, publicadas por la Universidad de Guadalajara, en el año 2007. *Humanscale, seating guide* escrita por Henry Dreyfuss Associates en 1990. El estudio de la tesis del Maestro Héctor Martínez Marín, *Especificaciones de diseño para vehículos de transporte público*. Así como algunos estudios realizados por SETRAVI, tales como *El Estudio Antropométrico de los Usuarios de Modos de Transportes en la Ciudad de México, para el Diseño y Fabricación de los Vehículos de Transporte Colectivo*, publicado en 1996. Y *El Manual de lineamientos técnicos para vehículos de servicio público de transporte de pasajeros en el Distrito Federal*, publicado en el año 2000.

Para diseñar el puesto de un conductor de autobuses, es necesario pensar que éste tendrá que adecuarse de forma optimizada a las necesidades de naturaleza bio-fisiológicas, a las limitaciones de índole operativo-funcionales y a las particularidades psico-perceptivas del conductor, además de ofrecer múltiples y variadas prestaciones, utilizarse sin necesidad de esfuerzo y ajustarse al tamaño y forma del operario. (SGS TECNOS, 2008)

#### Factores de seguridad

El área de operación del autobús, así como el autobús, deberá proporcionar seguridad a todos los pasajeros, así como a los tripulantes de las avenidas y carreteras.

#### Factores de funcionalidad

La cabina debe estar adecuada para realizar por lo menos un viaje diario al Campus Amazcala de la UAQ, y considerar dentro de su funcionalidad aspectos como la ventilación y aislamiento del entorno, de manera adecuada para las diferentes situaciones climatológicas que se presenten durante el viaje.

### **3.2. Construcción de Prototipos**

Una vez analizados y estudiados los documentos mencionados anteriormente, se eligieron los elementos necesarios para la construcción de prototipos y maquetas que permitieran la comprensión del espacio a construir y de este modo obtener un prototipo final. La construcción del tablero se dividió en 4 etapas, las cuales se describen a continuación.

#### **3.2.1. Primera Etapa: Primer Prototipo.**

Fue requerido un primer prototipo escala 1:1 hecho de un material económico, fácil de manejar y en el cual se pudiera modificar durante el proceso de construcción y diseño. Por lo tanto, se eligieron placas de cartón

corrugado, flauta C con un espesor de 3.2 mm. Esto con la finalidad de ubicarlo en el espacio designado, ubicar los elementos básicos que debe contener el tablero, plasmar las medidas antropométricas mínimas recomendadas por las fuentes investigadas previamente y realizar modificaciones sobre el mismo.

Fueron ubicados virtualmente los espacios considerados para este primer prototipo y de este modo considerar los percentiles y ángulos de visión establecidos por las Normas mencionadas anteriormente. La **figura 32** representa una vista lateral del modelo construido posteriormente en cartón. En ella se muestran 3 esferas de 3 distintos colores, las cuales representan la altura a la que se encuentran los ojos del conductor, de acuerdo a los percentiles recomendados para el correcto ángulo de visión. La esfera amarilla representa el 95% percentil, la esfera roja representa el 50% percentil y la esfera azul representa el 5% percentil.

En las **figuras 33** y **34** se muestra el primer prototipo construido en el material seleccionado y las zonas de colocación de instrumentos asignadas conforme a la figura 4 estipulada en el capítulo 2.6.3 del presente documento.



Figura 32 Primer prototipo representado de manera virtual. Vista lateral.

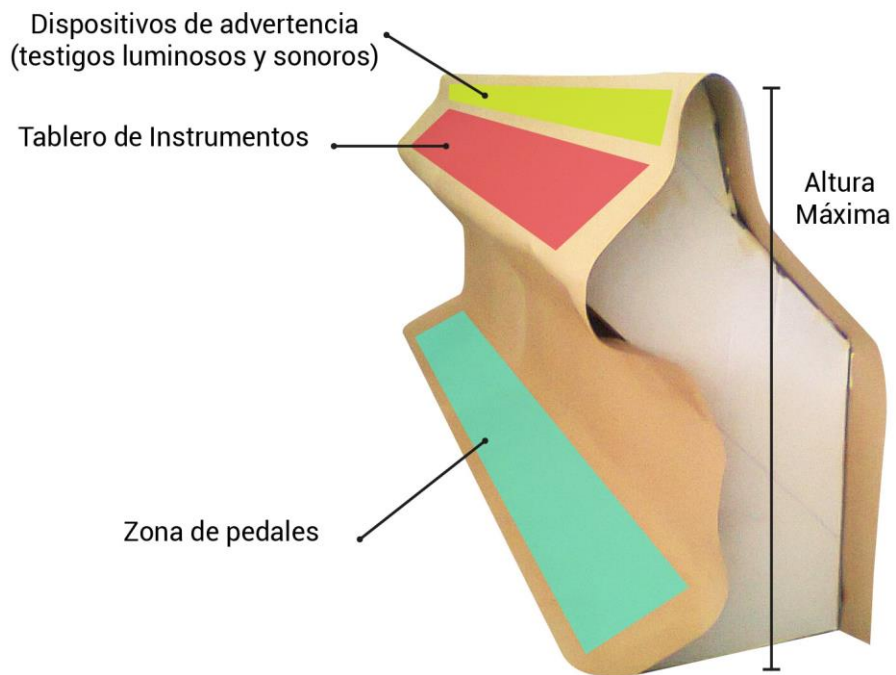
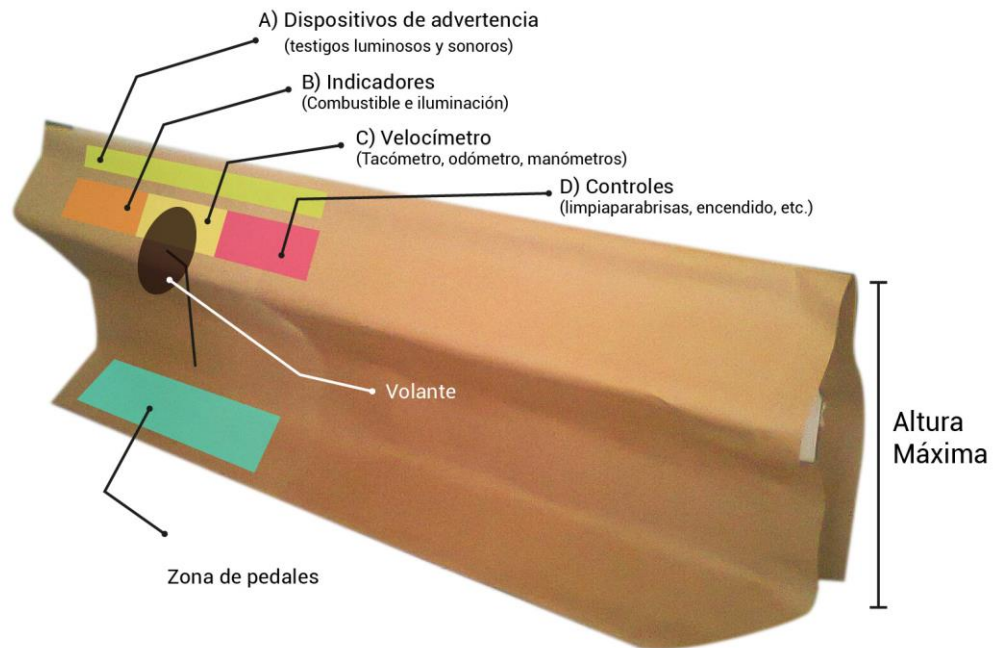


Figura 33 Zonas generales para ubicación de instrumentos en el primer prototipo



*Figura 34 Zonas específicas para ubicación de instrumentos en el primer prototipo*

El desarrollo y elaboración de este primer prototipo, fue respaldado teóricamente por la tesis de investigación para obtener el grado de maestría y asesoría del maestro Héctor Manuel Martínez Marín.

### **3.2.2. Segunda Etapa: Bocetaje y Diseño en CAD**

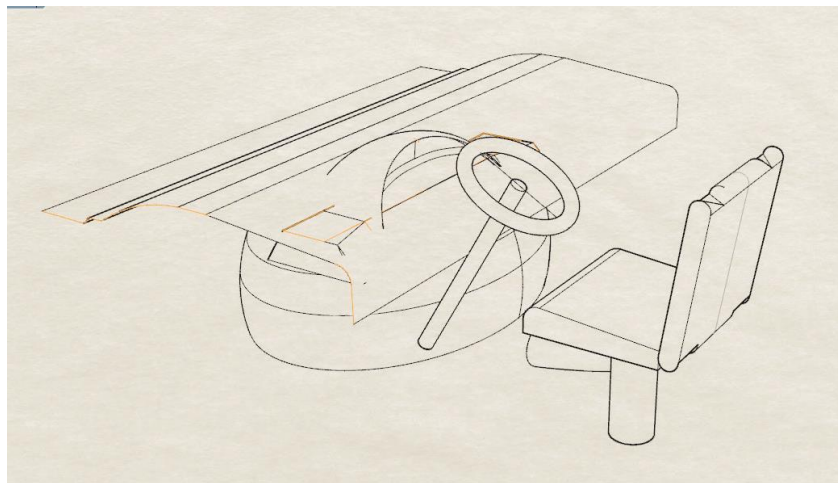
Se realizó el proceso de bocetaje del tablero de instrumentos. Como parte de los requerimientos se debieron incluir tres pantallas de 5 in. De las cuales, una fue contemplada para colocar los instrumentos de navegación del tablero central y las 2 pantallas restantes fueron colocadas a los costados del panel de instrumentos para la transmisión las cámaras colocadas al exterior del autobús y que suplirán los espejos retrovisores como parte de la innovación tecnológica del autobús. El proyecto relacionado con la automatización y programación de las mismas correría a cargo de alumnos e investigadores de Ingeniería en Automatización

impartida por la misma universidad en el Campus San Juan del Río.

Las **figuras 35** y **36** muestran los primeros trazos realizados como propuestas de diseño en programas de modelado en 3D.



*Figura 35 Propuesta de bocetaje y diseño*

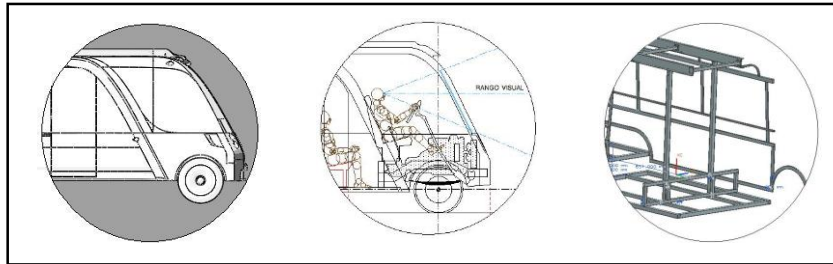


*Figura 36 Proceso de bocetaje y diseño*

Durante la etapa de bocetaje, fueron considerados diversos factores y problemáticas. Entre ellos, la construcción de los marcos que protegerían al motor y los cuales servirían de refuerzos estructurales para el descanso del tablero. Se consideró el montaje de la estructura que sostendría al

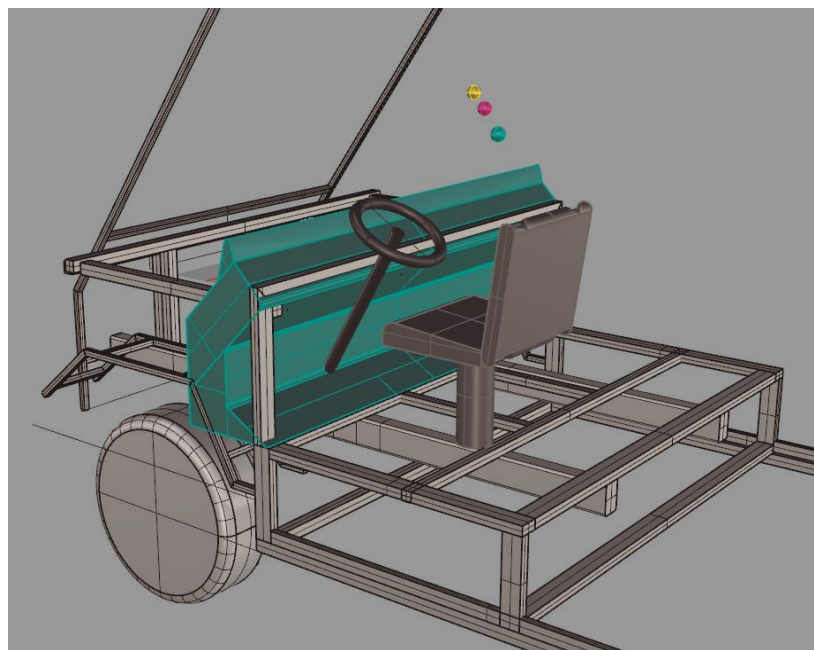
tablero con barras de acero, y en el mismo orden de importancia, brindar un espacio adecuado para el operador y sus actividades laborales.

La **figura 36**, nos muestra el proceso de definición de la estructura y el área asignada para el operador.



*Figura 37 Diseño de estructura*

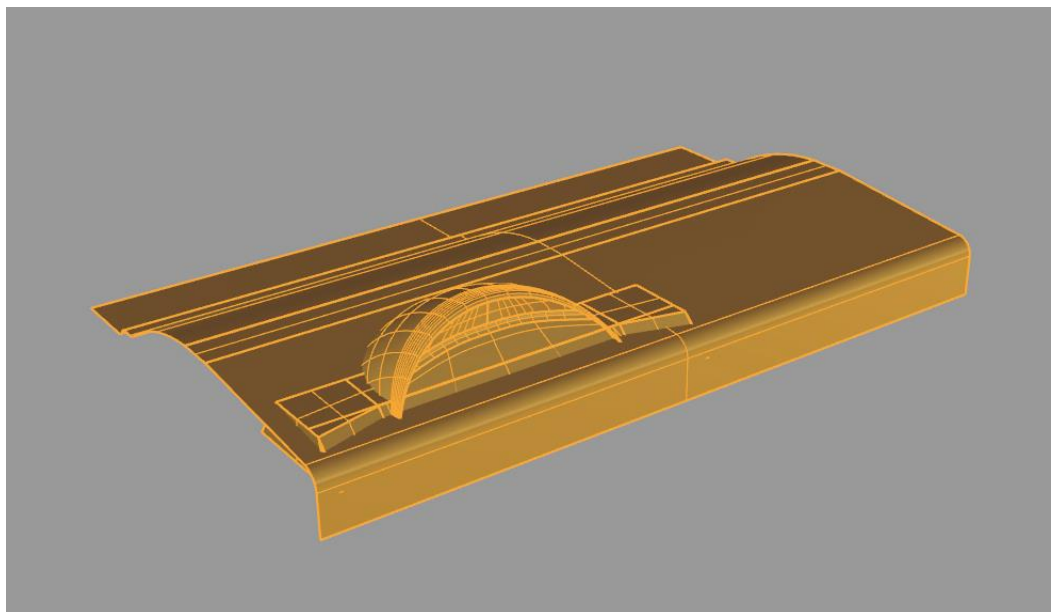
La **figura 38** muestra un montaje virtual en dónde se ubicó el tablero mostrado anteriormente en los trazos de la estructura construida a la par del proceso de diseño.



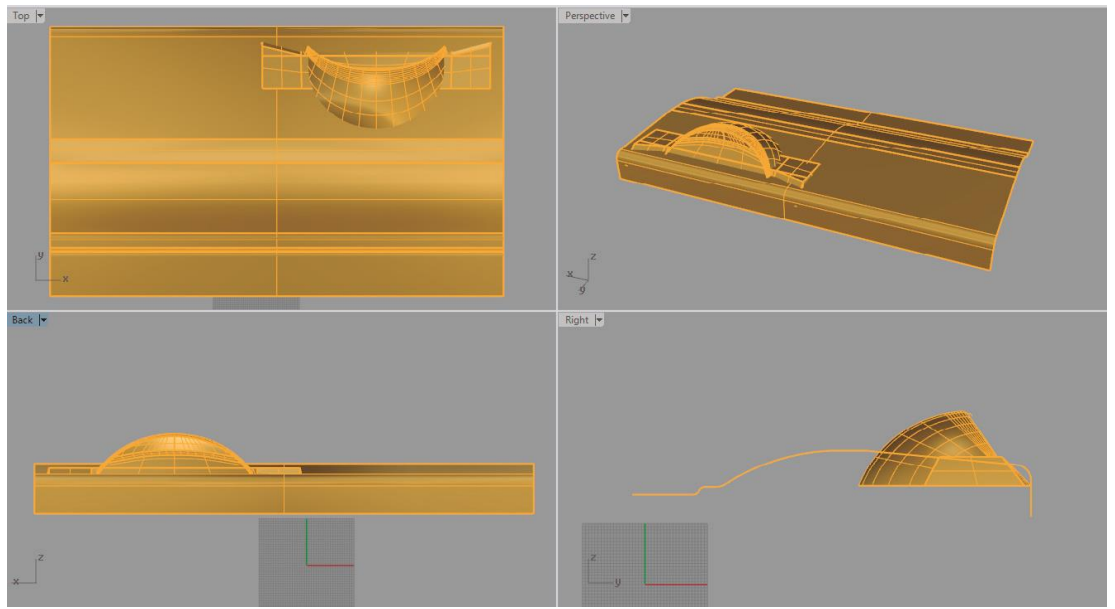
*Figura 38 Primer prototipo virtual montado en la propuesta de estructura.*



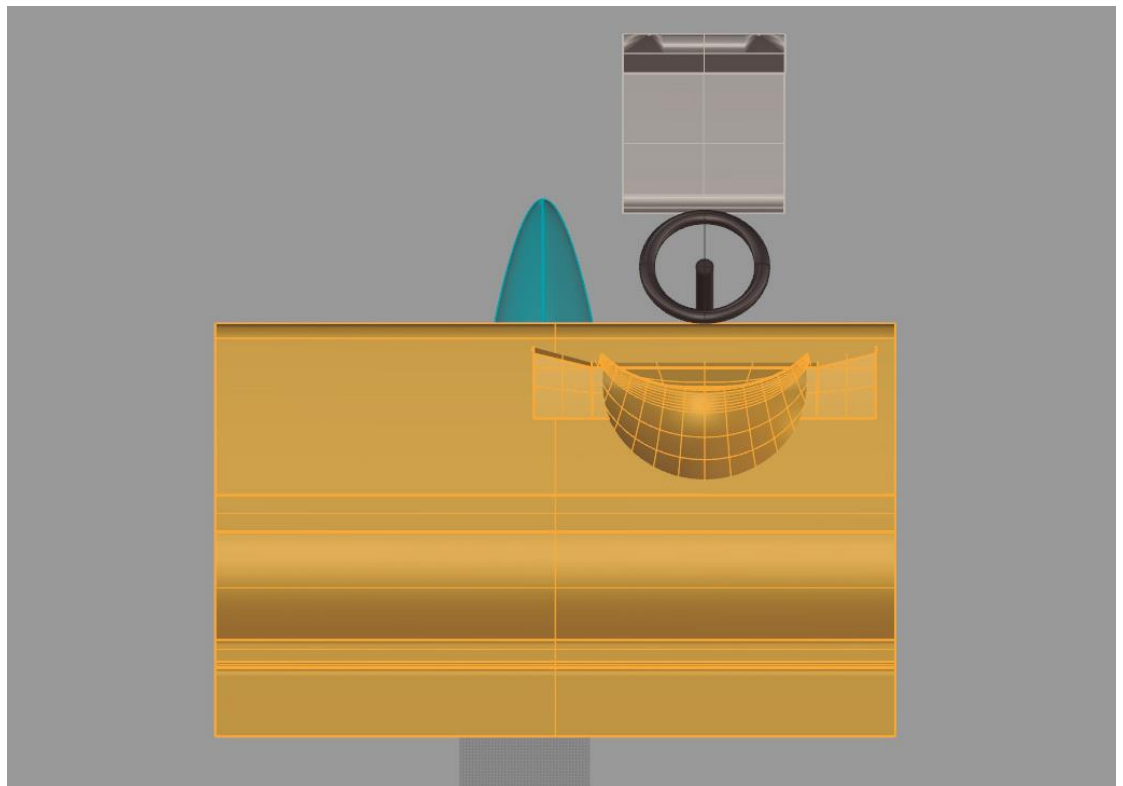
Posteriormente, haciendo uso de la tecnología de modelado y con la ayuda del diseño en CAD, Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design por sus siglas en inglés), se modelaron propuestas que dieran solución a parte de la problemática definida. Durante el proceso fueron plasmadas las modificaciones y mejoras observadas en el primer prototipo. Dando como resultado lo mostrado en las **figuras 39, 40, 41 y 42**.



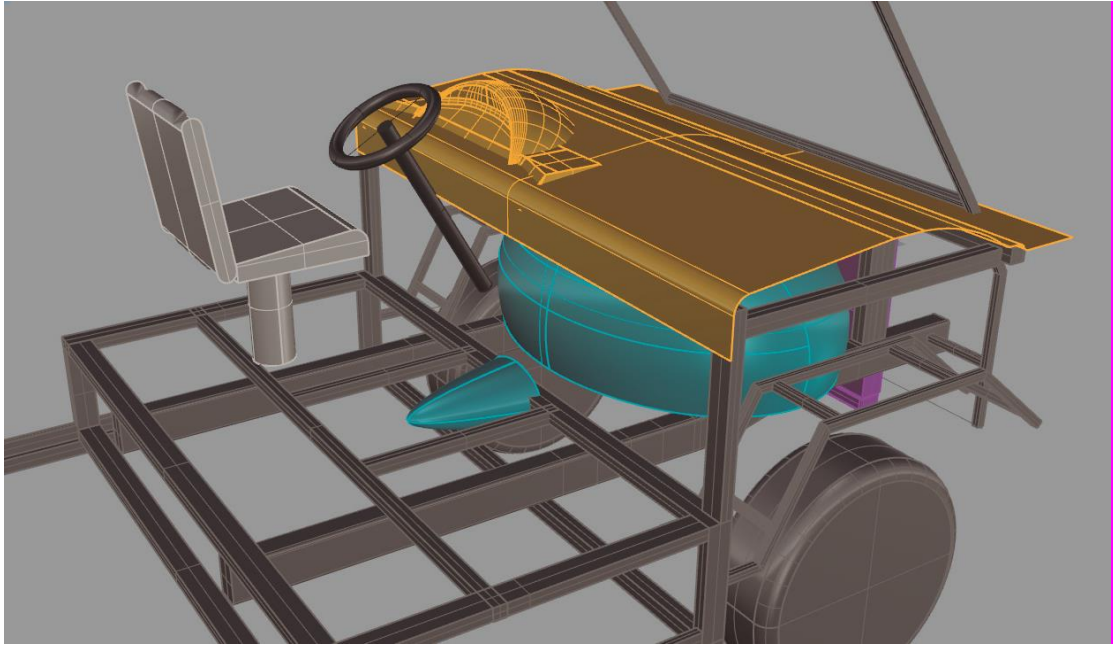
*Figura 39 Vista isométrica de diseño de tablero.*



*Figura 40 Cuatro vistas de la propuesta final de diseño.*



*Figura 41 Vista superior virtual de tablero, asiento y volante.*



*Figura 42 Vista isométrica del tablero sobre la estructura del autobús.*

### **3.2.3. Tercera etapa: Prueba de materiales.**

Una vez analizadas las medidas, corroborado los alcances de los elementos principales para el tablero y obtenido el diseño final, se trabajó en la realización de pruebas de materiales y procesos que se adaptaran de mejor forma a la construcción final del tablero.

Se optó por la aplicación de la técnica “planos seriados”, que consiste generar un conjunto de cuerpos planos que al estar en repetición uno tras otro genera tridimensionalidad, mediante la utilización de plantillas de MDF (sigla en inglés de Medium Density Fibreboard que en español significa Tablero de Fibras Aglomeradas de Densidad Media) de un espesor de 6mm, cortadas en laser (maquinaria con la que cuenta la Universidad). Posteriormente se procedió a generar los cortes en placas de espuma de poliestireno de alta densidad de 5 cm de espesor. Las cuales, fueron

adheridas con pegamento “Blanco 850”, tal como se muestra en la **Figura 43** y posteriormente fueron lijadas para generar uniformidad en la superficie.



*Figura 43 Planos seriados en poliestireno de alta densidad*

Fueron aplicadas dos capas de pintura vinílica a la superficie y “pegamento 850” con la finalidad de recubrir la superficie y sellar los poros del material. Una vez cubierto el material con la técnica mencionada anteriormente, se le aplicó una capa de sellador para maderas, tal como se muestra en la **Figura 44**, y de esta forma asegurar que el material no se quemaría con la aplicación de pasta automotriz, la cual fue aplicada posteriormente. Ambos productos fueron pulidos con lijas de diferentes granos hasta dejar una superficie uniforme y lisa.



*Figura 44 Aplicación de sellador de maderas*

Una vez obtenido un fragmento del “modelo muestra” en positivo, se procedió a la colocación de 4 capas de fibra de vidrio con resina sintética (mostrado en la **figura 45**) para obtener un molde en escala real.



*Figura 45 Colocación de fibra de vidrio y resina.*

Durante esta tercer etapa se comprobó que; el proceso requeriría de muchas horas de trabajo manual, pero que de esta forma se utilizarían tecnologías de bajo costo. Los materiales serían viables y no serían tan costosos. El método funcionaría para el propósito que se planteó.

### **3.2.4. Cuarta etapa: Prototipo Final.**

Una vez comprobada la técnica anterior, se siguieron todos los pasos mencionados en la tercer etapa para la construcción de la pieza en positivo. Y posteriormente obtener un molde, el cual daría como resultado la pieza final en fibra de vidrio. El proceso se ilustra en las figuras a continuación:



*Figura 46 Pegado de planos seriados*



*Figura 47 Tablero de instrumentos construidos en planos seriados*



*Figura 48 Bocetaje y propuesta de gráficos e instrumentos de tablero*



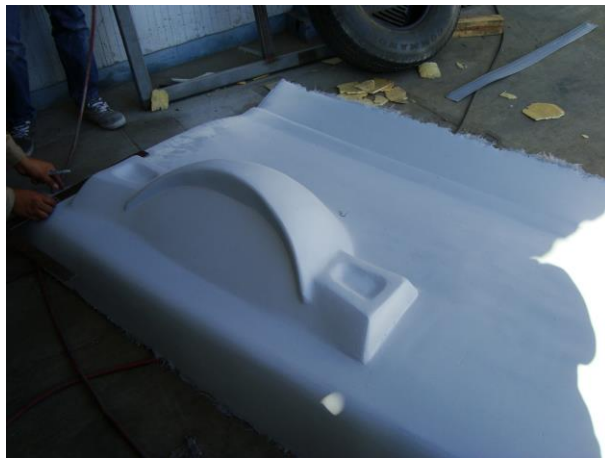
*Figura 49 Comprobación de medidas y ajustes.*



*Figura 50 Aplicación de pasta automotriz*



*Figura 51 Aplicación de pasta automotriz y pulido.*



*Figura 52 Pieza final y pre-acabados.*





*Figura 53 Perforaciones para colocación de pantallas.*



*Figura 54 Eliminación de poliuretano y polietileno interior.*



*Figura 55 Montaje y colocación del tablero sobre la estructura.*



*Figura 56 Render isométrico. Resultado final*



*Figura 57 Render Vista frontal. Panel de instrumentos.*



*Figura 58 Render isométrico. Resultado final.*

## IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La aportación de este trabajo, consistió en el estudio y aplicación de todos los factores involucrados, tales como la ergonomía, la antropometría y las normas ajustadas a la cabina del conductor mexicano promedio de un midibús de pasajeros. Los resultados específicos de este trabajo fueron la definición, diseño y construcción del espacio de la cabina de un operador; así como el diseño y construcción de un prototipo funcional del tablero de instrumentos y panel de operación.

Para lograrlo, fue formado un equipo multidisciplinario que agrupó a Ingenieros Electromecánicos, Ingenieros en Automatización y Diseñadores Industriales, lo que demuestra la capacidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro de coordinar las habilidades adquiridas por estudiantes, profesores e investigadores de la misma, durante la licenciatura de las distintas disciplinas.

Fue necesaria la documentación de los estudios de campo y observaciones realizadas durante el proceso de construcción e investigación. Entendiendo así que el operador es la figura más relevante para el correcto funcionamiento del mismo. Es quien se encarga de la seguridad, del mantenimiento y conducción del vehículo. Por tal motivo, se podría decir que el operador es la interface entre los pasajeros y el vehículo como tal. Es por ello que es de vital importancia la aplicación del estudio teórico de su espacio de trabajo y alcances físicos y psicológicos para lograr el confort adecuado y confort del mismo.

El cuerpo de este documento fue dividido en tres capítulos. El primero “Introducción” expone los objetivos y alcances planteados a través de la hipótesis planteada. El segundo, “Revisión de la literatura”, plantea los fundamentos teóricos que fueron tomados en cuenta para la fundamentación de conceptos y problemáticas analizadas. Y el tercero, “Metodología”, fue estructurado con la intención de ilustrar y documentar el

proceso de construcción una vez estudiados los capítulos anteriores. Este capítulo a su vez expone las necesidades a las que estaba sujeto el proyecto por normatividad y al desarrollo de los prototipos experimentales, hasta llegar al diseño y construcción del prototipo final

De lo planteado anteriormente se podría resaltar que para el desarrollo de este tipo de proyectos es vital entender que, como diseñadores, se debe considerar el usuario final como el punto de partida y es necesario entender el contexto en el que se desarrolla el sujeto de estudio, así como su contexto cultural y los usos y costumbres. Por ejemplo, es necesario entender que el conductor pasa alrededor de ocho horas de trabajo en su espacio de trabajo, ya que de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo en México, eso equivale al tiempo de una jornada laboral. O comprender que el exceso de componentes en el vehículo, incrementa las tareas del operador y generan una fuerte carga mental. Es, en consecuencia, un proceso especialmente fatigante.

Por otro lado, para la construcción de los prototipos, es necesario considerar los procesos, herramientas y el tiempo con el que se cuenta para el desarrollo de los mismos. De este modo se podrán plantear objetivos alcanzables y adaptar el proceso de diseño a los procesos de fabricación disponibles.

Finalmente quedaría plantear cuáles pueden ser las futuras líneas de investigación. Como continuación natural del trabajo desarrollado en esta tesis, una línea futura inmediata podría ser el estudio de mejora de la propuesta del tablero presentado. Haciendo un análisis de funcionalidad y tomando el presente como partida de mejora, eliminación y aumento de elementos que complementen la propuesta. Por otra parte, se podría realizar un estudio de investigación incorporando nuevos materiales al asiento del conductor, logrando una nueva propuesta vanguardista de confort para el operador y acorde al clima árido del Estado de Querétaro.

En conclusión se demuestra que es posible diseñar y construir una cabina de midibús que incluya aspectos de diseño innovadores y que garanticen un ambiente cómodo y seguro para el operador y de igual forma es posible aplicar tecnologías de baja inversión para el diseño y desarrollo de la cabina para el operador de un midibús, pero sin duda la propuesta presentada es mejorable.

## BIBLIOGRAFÍA

- de Fez, D., Martínez, F., & et.all. (2006, Mayo 1). La esgonomía visual en el puesto de trabajo: rendimiento y seguridad visual. *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*(27), 50-62.
- Gay, A., & Samar, L. (2004). *El diseño industrial en la historia*. Córdoba, Argentina: Ediciones Tec.
- Hay, W. W. (1983). *Ingeniería de transporte*. (R. Calvet, Trans.) México DF: Editorial Limusa.
- Hay, W. W. (1983). *Ingeniería de trasnporte*. (R. Calvet, Trans.) México DF: Editorial Limusa.
- ICSID. (2011). *About: Design definition*. Retrieved Marzo 19, 2013, from Sitio web de International Council of Societies of Industrial Design: <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>
- IMSS. (2010). *Información sobre Accidentes y Enfermedades de Trabajo*. Secretaría de Transporte y Previsión Social, México DF.
- International Energy Agency. (2005). *Sistemas de Autobuses para el Futuro*. París, Francia: IEA Publications.
- Martínez, H. M. (2009). *Especificaciones de diseño para vehiculos de transporte público*. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Diseño Industrial, México.
- Martínez, S. (2007). *Los riesgos de trabajo en el país*. México, DF: UAM-Zochimilco.
- Pérez, J. M. (2006). *Propuesta de Procedimiento para Evaluación Ergonómica de los Desórdenes por Trauma Acumulativos en las Estaciones de Trabajo*. México DF: Instituto Politécnico Nacional.

SGS TECNOS. (2008). *Análisis ergonómico, organizacional y psicosocial del puesto de conductor de autobuses urbanos e interurbanos*. Madrid.

Universal. (2012, abril 2012). *boletin-infomail*. Retrieved marzo 2013, 2013, from México Laboral: <http://www.boletin-infomail.com/2010/04/mueren-1412-al-ao-por-riesgos-laborales.html>

W. Hay, W. (1983). *Ingeniería de trasnporte*. (R. Calvet, Trans.) México DF: Editorial Limusa.