



00172



# Metodología para la evaluación ergonómica de productos

## Estudio de caso: asiento del automóvil



Tesis que para obtener el grado de  
**Maestro en Diseño Industrial**  
presenta

**Alejandro Rodríguez López**

Posgrado en Diseño Industrial  
Maestría en Diseño Industrial  
Universidad Nacional Autónoma de México  
México, 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

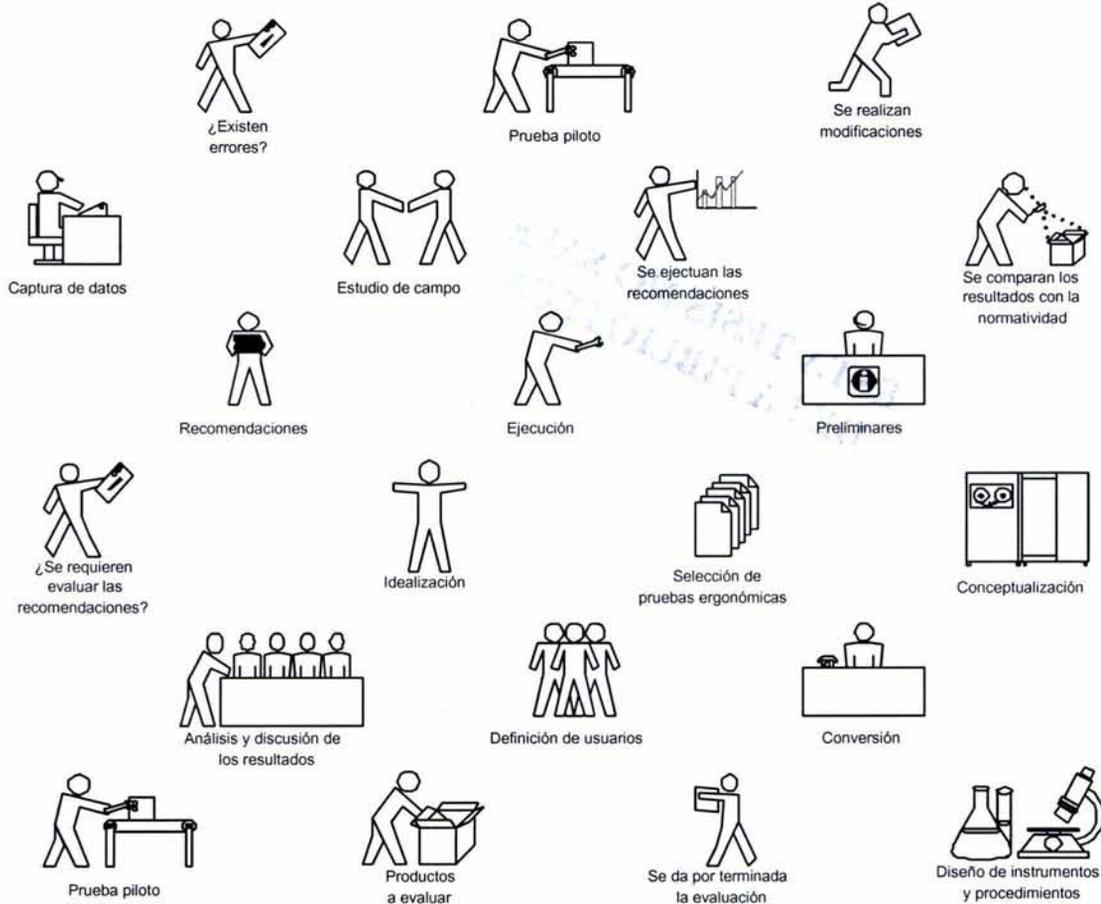
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



00172

# Metodología para la evaluación ergonómica de productos

## Estudio de caso: asiento del automóvil



Tesis que para obtener el grado de  
**Maestro en Diseño Industrial**  
 presenta

**Alejandro Rodríguez López**

Posgrado en Diseño Industrial  
 Maestría en Diseño Industrial  
 Universidad Nacional Autónoma de México  
 México, 2004

EST A TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ALEJANDRO RODRÍGUEZ LÓPEZ

FECHA: 15-11-08

FIRMA: Alej

## **Director de Tesis:**

Dr. Oscar Salinas

## **Sinodales:**

MDI. Cecilia Flores  
Dr. Matilde Espinosa  
M en C. Elvia González  
M en C. Doris Vélez

# Dedicatoria

## A mis padres

Marta López y Roger Rodríguez  
Su apoyo en todas mis decisiones, logros y derrotas

## A mis hermanos

Claudia, Luis Carlos, Guillermo, Roger y  
Arturo  
Siempre cuento con ustedes

## A mi abuelita

Beatriz Trinidad  
Su entrega a las cosas

## A toda mi familia

Beatriz López con Ana y Paola  
Yahaira, Eder, Mónica y Jessica  
Su risa y apoyo

## Mis amigos

Josué Rojas, Patricia Herrera,  
Luis A. Salamanca, Jorge Tamayo,  
Vania Aldrete, Carlos Quintal, Jorge Suarez,  
Rayner Castillo, Felipe Estrella, Heriberto  
Díaz, Arturo Ávalos, Magali Esparza, Cesar  
Jiménez, Cecilia Flores, Yola, Ana Lozada,  
Doris Vélez, Elvia González, Mario Towaga,  
Carmine Panico, Thomas Bueser y a mu-  
chos más.  
Por ser cómplices en esta experiencia

## Y por supuesto

A mi.

## Índice

<u>Introducción</u>	<u>1</u>
Parte uno <u>Ergonomía</u>	<u>2</u>
Parte dos <u>Metodología de evaluación ergonómica</u>	<u>6</u>
Parte tres <u>Estudio de caso</u>	<u>15</u>
	Preliminares 15
	Productos a evaluar 30
	Definición de usuarios 34
	Selección de pruebas ergonómicas 34
	Diseño de instrumentos y procedimientos 46
	Prueba piloto 50
	Estudio de campo 55
	Captura de datos 56
	Análisis y discusión de los resultados 58
	Recomendaciones 70
<u>Conclusiones</u>	<u>71</u>
<u>Anexos</u>	<u>72</u>
<u>Bibliografía</u>	<u>85</u>

## **Introducción**

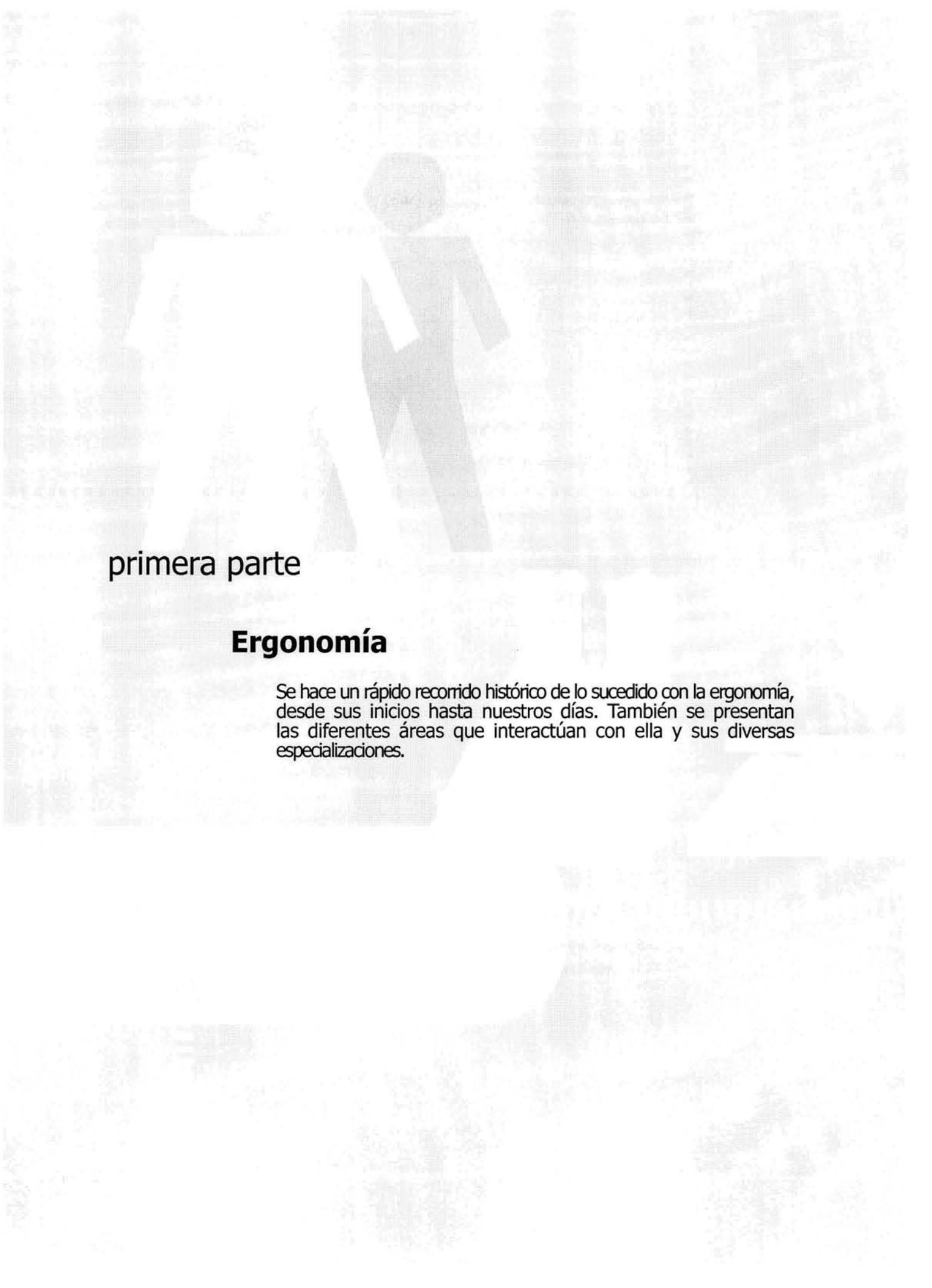
En el presente documento se hace una propuesta de metodología de evaluación ergonómica para productos, que tiene como objetivo aplicar las diferentes pruebas ergonómicas bajo una misma secuencia de pasos que permita su lógica aplicación y justificación.

En la primera parte se hace un rápido recuento de lo sucedido con la ergonomía, desde su inicio hasta nuestros días. También se presentan las diferentes áreas que interactúan con la ergonomía y sus diferentes especializaciones.

En la segunda parte, se presenta la metodología de evaluación, la cual se encuentra descrita paso a paso. Es aquí en donde se mencionan las distintas pruebas ergonómicas y su localización dentro del proceso de diseño.

La tercera parte es la aplicación de la metodología en el caso de estudio de la evaluación del asiento de automóvil. Se aplica casi en su totalidad la metodología descrita en el capítulo anterior.

Y por último, se encuentran las conclusiones, anexos y bibliografía utilizada.



primera parte

## **Ergonomía**

Se hace un rápido recorrido histórico de lo sucedido con la ergonomía, desde sus inicios hasta nuestros días. También se presentan las diferentes áreas que interactúan con ella y sus diversas especializaciones.

## Aspectos históricos de la ergonomía

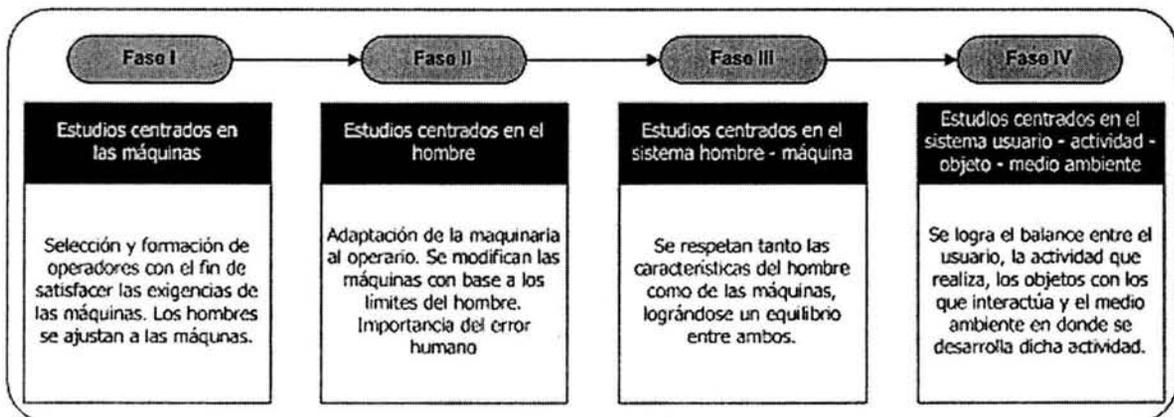
La ergonomía ha estado presente desde los inicios de los primeros humanos (*homo faber*) sobre la tierra (García, 2002), cuando empezaron a crear los objetos que les servirían para cazar y poder alimentarse. Estos eran de materiales y formas que les permitieran lograr sus hazañas lo mejor posible. Existen evidencias de que en la antigua Grecia se consideraron criterios ergonómicos cuando se diseñaban herramientas, lugares de trabajo y las actividades. Sin embargo, la ergonomía no se consideraba como una ciencia, sino como la preocupación del tratar de ajustar la actividad al humano, por medio del diseño centrado en el usuario (Marmaras, 1999).

La historia moderna de la ergonomía inicia durante la segunda guerra mundial, en donde se trató de reducir el error humano de pilotos de guerra. En el Reino Unido, las ideas y experiencias de diferentes disciplinas interesadas en la efectividad del desempeño humano<sup>1</sup> y un énfasis en la teoría y metodología, permitió la formación de la disciplina de ergonomía bajo dos grandes líneas: en la primera, se enfoca en la anatomía y fisiología. La segunda es la enfocada en la psicología experimental. En forma paralela, la profesión de los factores humanos fue creciendo en los Estados Unidos con fuerte presencia de la psicología e ingeniería. En Alemania, Holanda y los países Escandinavos, la base de la ergonomía fue creciendo gracias al trabajo en medicina y anatomía funcional; mientras que en Europa del este el crecimiento fue con base a la profesión de la ingeniería industrial (Wilson, 2000).

En el desarrollo histórico de la ergonomía como disciplina autónoma se puede dividir en cuatro fases<sup>2</sup> (Montmollin, 1996), véase *Figura 1.1*. En la primera, en la cual se denomina ingeniería humana (*human engineering*), los estudios están centrados en las máquinas, pudiendo ser estas utensilios o herramientas hasta maquinaria bélica. En esta fase las máquinas son el eje central y el hombre es seleccionado y capacitado arduamente con el fin de satisfacer las exigencias mecánicas de las máquinas. Los accidentes son muy frecuentes al igual del exceso de carga física y mental del hombre.

En la segunda fase, los estudios ergonómicos son centrados en el hombre. Siendo de gran importancia el cambio de enfoque con respecto a la primera fase; la razón del cambio de estudios es debido al aumento del error humano, ya que éstos ponen en riesgo la vida del trabajador, elevan los costos de producción o hasta puede provocar la pérdida de maquinaria y equipos. Las modificaciones realizadas a las máquinas están basadas en los límites humanos los cuales pueden ser físicos o mentales. Es por lo ante-

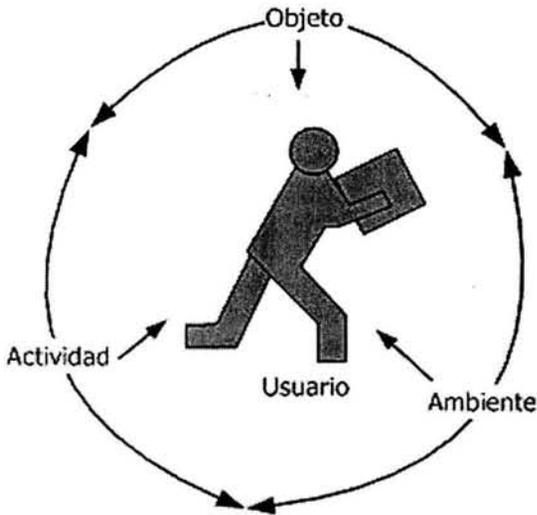
*Figura 1.1 Fases de la ergonomía*



<sup>1</sup>Ciencias tales como la anatomía, fisiología, psicología, medicina e higiene industrial, diseño y arquitectura.

<sup>2</sup>Las primeras tres fases son propuestas por Montmollin (1996). La cuarta fase nace de los conocimientos y enfoque del posgrado de Diseño Industrial de la UNAM. A esta fase también se le es conocida como Sistema Usuario—Objeto—Actividad—Entorno (UOAE).

Figura 1.2 Concepto moderno de ergonomía.



rior que en esta fase los psicólogos tienen una presencia muy importante, denominándose a esta etapa psicología ingenieril (*engineering psychology*).

En la tercera, los estudios están enfocados al estudio del sistema hombre – máquina. En esta fase se busca lograr un balance entre los límites del hombre y las características de las máquinas. Se realizan análisis de las interacciones hombre – máquina con el fin de reducir los errores y los accidentes. Hasta estas tres fases, la ergonomía en su mayor parte se concentra en la industria.

En la última fase, los estudios se centran en la interacción que existe entre el usuario, la actividad que realiza, los objetos con los que interactúa y el medio ambiente en donde se desarrolla, véase Figura 1.2. El usuario es percibido por los investigadores con una

visión más amplia, no sólo como el operador de una máquina o equipo en la industria sino como toda persona que interactúa con los objetos. Al igual que el usuario, la actividad se vuelve más diversa pudiendo ser remunerada o no. El ambiente, al tener influencia en la forma en que se pueden desempeñar tanto el usuario como la actividad, toma una importancia relevante en el sistema. Los factores ambientales considerados son la iluminación, ruido, vibración y temperatura entre otros. Es en esta fase en la cual la ergonomía encuentra un campo de aplicación mucho más amplio, ya que le permite dar soluciones integrales a los problemas que aquejan a una sociedad o grupo de usuarios.

## Disciplinas que interactúan con la ergonomía

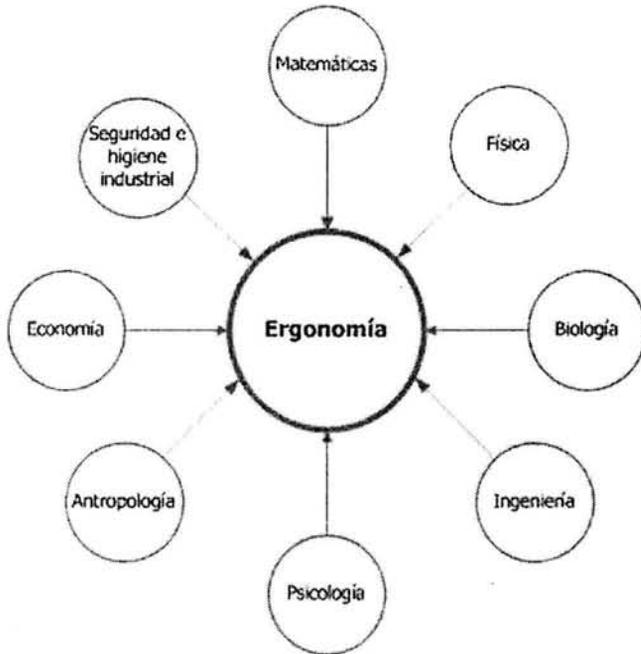
Como se puede observar en los aspectos históricos de la ergonomía, ésta necesita del apoyo de otras disciplinas para lograr el objetivo de analizar y mejorar el sistema usuario – objeto – actividad – entorno. Esto es alcanzado por medio de equipos multidisciplinarios e interdisciplinarios que actúan en forma conjunta, lográndose así el objetivo buscado.

De las ciencias matemáticas, la ergonomía se apoya en la estadística y la biometría, para el análisis de los datos duros recolectados durante los estudios realizados. De la física, el análisis dinámico de los cuerpos sólidos para analizar los efectos que tienen cuando el usuario está en contacto con ellos. La dinámica de fluidos ayuda a observar el comportamiento de gases, temperatura, presión y humedad. Para medir el intercambio del calor del ser humano con el medio ambiente, la física proporciona la termodinámica y la meteorología (Estrada, 1993), véase Figura 1.3.

De la biología, se aplica la fisiología del trabajo, en la cual se estudian las respuestas fisiológicas del cuerpo humano a la actividad física realizada en las diferentes tareas durante una actividad, de igual forma, estudia los requerimientos de energía, límites de fatiga y límites de capacidad de adaptación física bajo diferentes tensiones. Así mismo, la bioquímica, biofísica y la morfología funcional apoyan a la fisiología para hacer un análisis más completo de las investigaciones. La medicina del trabajo ayuda a la búsqueda de la protección de las personas y determina su aptitud física para poder realizar las actividades.

En las áreas de las diferentes ingenierías la ergonomía encuentra soporte, en la ingeniería industrial para el estudio de tiempos y movimientos, división del trabajo, estandarización de procesos y actividades, entre otras. De la ingeniería de materiales, para la selección de los materiales de las herramientas y utensilios. La ingeniería mecánica – eléctrica - electrónica, el funcionamiento de máquinas y equipos al

Figura 1.3 Disciplinas que interactúan con la ergonomía



igual que las modificaciones necesarias de los mismos para ajustarlos a las características del usuario. La ingeniería de sistemas e informática, para diseño de interfases y sistemas amigables.

La psicología apoya a la ergonomía en el estudio de los efectos que ejerce el trabajo sobre el comportamiento humano, el nivel de jerarquía, formas de comunicación interna en la empresa y las relaciones interpersonales. De igual forma analiza los procesos cognitivos que se realizan al desempeñar una actividad. Estudia al ser humano en base al análisis de la personalidad y en función de sus componentes intrínsecos: temperamento, carácter, conducta, motivaciones o integración del yo (Ramírez, 1991).

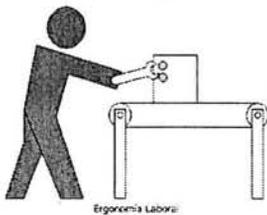
En la ergonomía se aplica la antropometría (que es parte de la antropología física) con el fin de lograr el adecuado dimensiona-

miento de las herramientas, estaciones de trabajo, dispositivos de seguridad, distribución de equipos y maquinarias. La antropología, también aporta el estudio del comportamiento de los usuarios, la forma en que éstos interactúan con los objetos y su grado de identificación con los objetos.

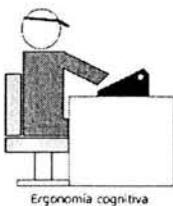
La economía fija las limitantes monetarias de las posibles implicaciones ergonómicas. Igualmente, el efecto de la macroergonomía en la administración de los recursos físicos, monetarios y humanos.

Y para finalizar, la seguridad e higiene estudian los riesgos a los que se encuentran expuestas los usuarios al realizar sus actividades, también estudian las condiciones ambientales, condiciones de las instalaciones, previenen accidentes y capacitan en la forma de prevención de los mismos. Todo esto es con el fin de mantener la salud integral física y mental de los trabajadores (García, 2002).

Una vez expuestas las diferentes ciencias y disciplinas que interactúan con la ergonomía, se puede entender el porqué se deben formar equipos multidisciplinarios e interdisciplinarios para darle soluciones a los problemas ergonómicos. Con lo anterior, se pueden deducir tres áreas en las que se especializa la ergonomía.



**La ergonomía laboral.** En ésta se estudia al usuario desde un enfoque industrial; como es el análisis de las tareas que realiza, la carga de trabajo, las posturas y movimientos que efectúa, las condiciones ambientales como iluminación, ruido, vibración y temperatura presentes en diferentes periodos de tiempo, el estrés, al igual de los riesgos físicos, químicos, biológicos y mecánicos a los que se enfrenta, entre muchos otros.



**Ergonomía cognitiva.** Estudia los procesos del aprendizaje, atención, percepción, memoria, razonamiento, imaginación, toma de decisiones, pensamiento y lenguaje que el usuario necesita para poder realizar una o varias

actividades. De igual forma, analiza la forma en que se lleva a cabo la relación interfaz – usuario.



Ergonomía de producto

**Ergonomía de producto.** Por medio de ella se puede establecer la forma, materiales y dimensiones que los objetos o productos de uso cotidiano, deben tener para que el usuario pueda interactuar adecuadamente con ellos. Así mismo, la forma en que los usuarios se sienten identificados y seguros al usar los objetos.

Con las diferentes especialidades de la ergonomía, se puede observar su vasto campo de aplicación. Este campo no se limita solamente a la empresa, sino que puede ser empleada en las actividades que se realizan en vida diaria de cualquier persona con respecto al uso de objetos, sus relaciones y sus consecuencias. Es por eso la importancia del análisis y evaluación ergonómica de los objetos. Este tipo de evaluación ayudará a proponer y diseñar soluciones enfocadas en los usuarios. Con este enfoque, los usuarios toman un papel muy importante dentro del proceso de diseño. Es en ellos y sus necesidades en las que se deben pensar cuando se proponga la construcción de objetos o sistema de objetos. La evaluación permitirá analizar las fuerzas y debilidades de los productos y los ayudará a ser más competitivos dentro de segmentos de mercado específicos.

segunda parte

## **Metodología de evaluación ergonómica**

Se presenta la descripción de la metodología propuesta en este documento. También, se hace mención de las distintas técnicas ergonómicas que se pueden aplicar en las etapas del proceso de diseño.

## Metodología de evaluación ergonómica

### La necesidad de una metodología de evaluación ergonómica

En el Reino Unido 4,000 personas mueren cada año y cerca de 3 millones son afectadas seriamente y buscan atención médica en hospitales; todos estos accidentes son referidos a actividades domésticas y recreativas. Los accidentes domésticos son más tratados en hospitales que la combinación de los accidentes de trabajo y de carretera. En 1995 la Comisión Europea estimó que habían 30 mil muertes y 40 millones de accidentes anuales en sus doce países miembros y que los costos de los accidentes domésticos y de actividades recreativas estaban estimados en 60 billones de euros anuales (Norris y Willson, 1997).

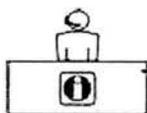
La seguridad es un criterio obvio que se debe considerar para el uso de productos, todos los productos deben ser seguros, eficientes, confiables y durables (Norris y Willson, 1997). Un producto inseguro no es un producto de fácil uso y ciertamente no será un producto eficiente o confiable y tal vez tampoco sea un producto durable. Los ergónomos sugieren que los consumidores están incrementando la intolerancia al diseño inadecuado y empiezan a buscar indicadores de un buen diseño (Bullock, 1994). Si se asume que un diseño seguro es componente de un buen diseño, esto sugiere que la seguridad debería ahora considerarse como un criterio de compra.

Con el incremento de la competencia y de las presiones económicas, cualquier mejora en la seguridad del producto podría ser un factor tangible para incrementar su presencia en el mercado. Sin embargo, aún con los estándares y legislación acerca de los productos en toda Europa y Estados Unidos para asegurar al máximo la seguridad de los consumidores, las estadísticas de accidentes indican que hay una relación significativa entre el cambio de la mejora de la seguridad de los productos y los accidentes ocurridos con estos.

Con lo expuesto anteriormente, varias empresas como IBM, Mac, Microsoft, Phillips, Siemens, General Electric, entre otras, han desarrollado diferentes métodos internos para validar sus productos y difieren entre sí, afirma en una entrevista realizada a Patrick Jordan (México, 2004). Debido a esto propongo una metodología genérica adecuada a las necesidades de las organizaciones lucrativas o no, que requieran mejorar la seguridad de los productos por medio de técnicas ergonómicas, véase *Figura 2.1*. La metodología está dividida en cuatro etapas, **Delimitación relación usuario – objeto, Diseño de la evaluación, Estudio de campo y resultados y Recomendaciones y acciones.**

A continuación se describe el proceso de evaluación, pero se deben tener en cuenta tres consideraciones. La primera, es que la metodología está desarrollada apegada al método científico. La segunda es, que a pesar de que se considera como base el método científico, la metodología propuesta esta pensada para su aplicación en las empresas y por lo tanto se deben reducir el tiempo y recursos en todo el proceso.

Y por último, la presente evaluación esta pensada para ser aplicada en las diferentes partes del proceso de diseño, como se podrá observar más adelante.



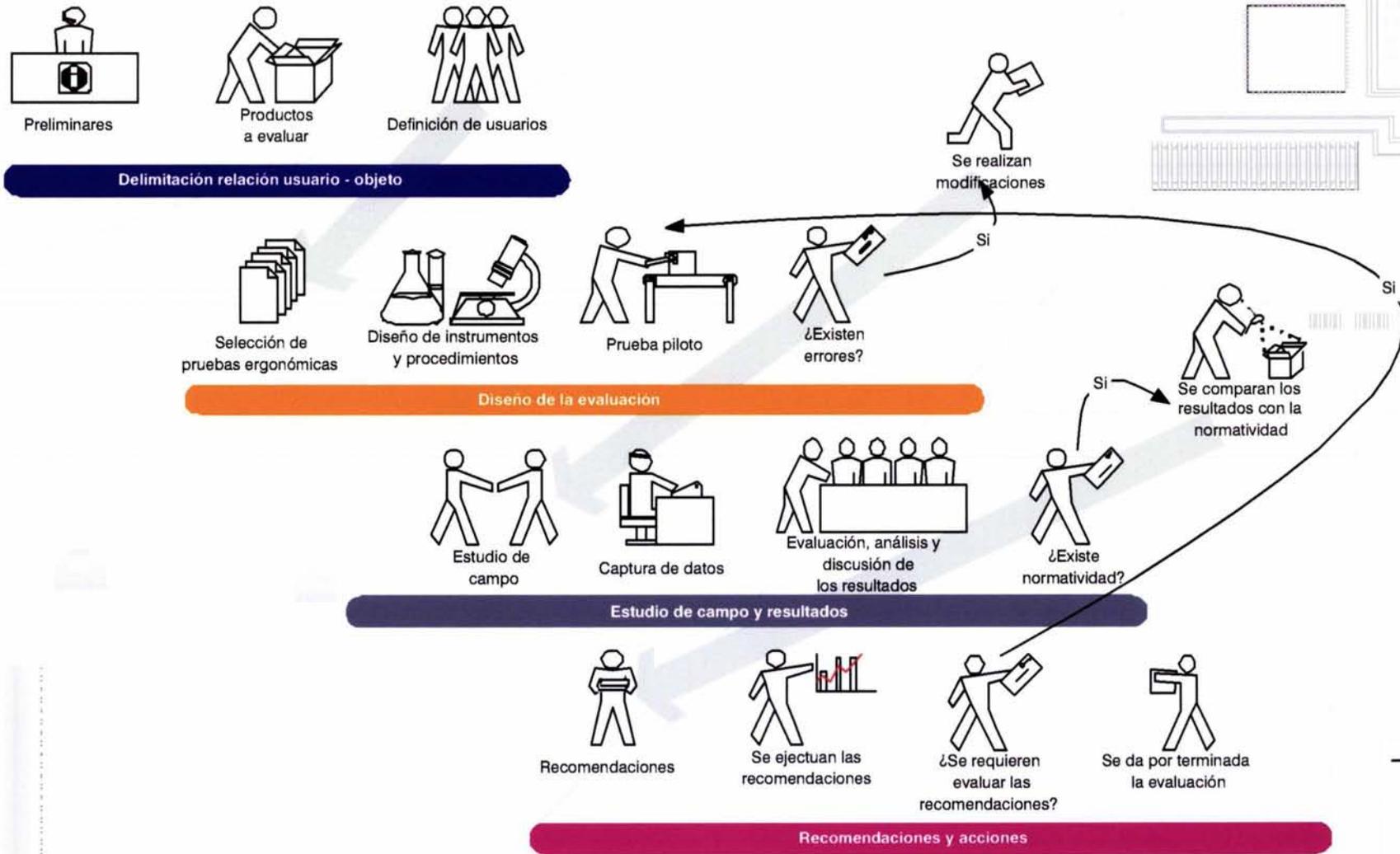
Preliminares

#### Preliminares

Una evaluación ergonómica requiere de fundamentos necesarios para poder ser realizada. El equipo de trabajo multidisciplinario que realizará el estudio deberá considerarlos para poder tener éxito. Éste equipo podrá estar conformado por psicólogos, diseñadores, antropólogos, ingenieros, administradores y marketing, entre otros.

Para poder iniciar esta evaluación, se requieren de factores o información que servirán como base para su realización. El factor principal y que aporta los motivos de la evaluación es la detección del problema, ya sea latente o consumado. Éste puede ser funda-

Figura 2.1 Figura de evaluación de objetos



mentado por evaluaciones anteriores o por estudios de usabilidad, percepción estética o de usuarios. En los estudios de usabilidad, se analizan los diferentes problemas a los que se enfrentan los usuarios al interactuar con los objetos. La percepción estética, ayuda a detectar las preferencias y la forma en que los usuarios perciben partes, componentes o la totalidad de los objetos. Y por último, en el estudio de usuarios, se describe la forma en que los objetos son utilizados por los usuarios día a día, para detectar nuevas necesidades o atributos. Este tipo de estudio ayuda a conocer hábitos y costumbres.

Una vez detectadas las necesidades se establecen los objetivos y alcance de la evaluación, o sea, el establecimiento de lo que se pretende hacer. Estos deben expresarse con claridad y precisión para evitar posibles desviaciones en el proceso de evaluación y deben ser susceptibles de alcanzarse. Son las guías de la evaluación y durante todo el proceso deben tenerse presentes.

Posteriormente, se buscará información que ayude a detectar soluciones que se les hayan dado a problemas semejantes y ver su posible aplicación para el problema o necesidad en cuestión. De nada servirá realizar evaluaciones que ya han sido efectuadas y aprobadas por otras instituciones científicas o empresas privadas. En casos específicos, en donde por necesidades o políticas de las empresas, se repiten evaluaciones pero con metodologías propias con el fin de validarlos o reproducir los resultados para obtener más información. Con la revisión de estudios semejantes, según Hernández et al. (1998), se pueden prevenir errores que se hayan cometido, ayudan al cómo se habrá de realizar el estudio, amplían el horizonte del estudio y guía al equipo para que se centre en el problema, inspiran nuevas líneas y áreas de investigación y provee de un marco de referencia para interpretar los resultados del estudio.

Seguido del punto anterior, se deberán analizar los recursos humanos y financieros que se disponen para la evaluación. Éstos son importantes en las evaluaciones, ya que determinarán la profundidad del estudio. De nada servirá hacer una recolección de datos de un gran número de usuarios si no se cuenta con los recursos humanos especializados suficientes para su análisis ni los recursos financieros para contratarlos.

Y por último, obedeciendo la multidisciplinaria de la ergonomía, se establecerán las responsabilidades que tendrán los diferentes integrantes del equipo de trabajo. Esto es para lograr el compromiso de cada uno de los integrantes y establecer los límites de responsabilidad de cada área involucrada.



### **Productos a evaluar**

Como parte vital de los estudios de evaluación ergonómica, aunque parezca obvio, se deben identificar plenamente los objetos que se van a estudiar, sus funciones, estructuras, materiales y otras características que permitan discernir de un gran conjunto de ellos y seleccionar los más parecidos. Un ejemplo de esto pueden ser una evaluación de teléfonos. Este estudio debería ser más delimitado ya que existen de varios tipos, como son los inalámbricos, celulares, estáticos, públicos y de emergencia, entre otros. Un buen criterio de inclusión, sería teléfonos celulares de 300 gramos de peso, de 12 X 4 X 2.5 centímetros, pantalla a color, cámara digital y menú en idioma español. Esta descripción limita a los teléfonos que cumplen con las características descritas y de esta forma éstas podrían ser evaluadas con instrumentos, normas y métodos adecuados.

Junto con la definición del producto, se deben considerar las funciones del producto que se van a evaluar. Este punto es muy crítico, ya que todos los productos tienen una razón de existir, están hechos para cumplir con un fin o satisfacer una necesidad. No se

les pueden atribuir funciones que no tiene y evaluárselas. Un buen ejemplo de esto son los triciclos de carga. Éstos fueron diseñados con el fin de transportar carga de un lugar a otro por medio de la fuerza física de una persona. No se puede evaluar su comodidad para transporte de personas, ya que su fin es otro. A pesar que las personas le den ese uso, pero su diseño obedece a otras necesidades.

De nada servirá delimitar perfectamente las características de los objetos y la función a evaluar, si se aíslan los objetos o se separan de los sistemas a los que pertenecen. Es muy diferente evaluar el volante de un automóvil si se quita del vehículo al que pertenece, ya que se rompería la relación que mantiene con los objetos contiguos y los entornos creados a su alrededor. De igual manera sería erróneo tratar de evaluar un objeto en un entorno distinto para el que fue diseñado.



Definición de usuarios

### Definición de usuarios

Además de tener una adecuada selección de los objetos a evaluar, la definición del perfil del tipo de usuario que usa el producto es muy importante ya que éste es el que se enfrenta todos los días a sus virtudes o defectos. Estos usuarios deben estar descritos alrededor del objeto, o sea, las características que posean estarán en función de las características que se analizarán de los objetos además de los perfiles comunes que se pueden utilizar en mercadotecnia, como la edad, género, status social, ingreso, etc. Un ejemplo sería en el caso de la evaluación de estufas empotradas de 30 pulgadas: persona que utiliza estufa empotrada de 30 pulgadas de 1 a 3 horas al día de lunes a viernes, identificada con la actividad de cocinar. Y no solamente, mujer de 30 años o más, nivel socioeconómico C+ y mexicana. Es recomendable hacer una delimitación de los usuarios adecuada, ya que ésta dará información específica y vital de los objetos que se están estudiando, como se vio en el ejemplo anterior.



Selección de pruebas ergonómicas

### Selección de las pruebas ergonómicas

Para poder lograr una adecuada evaluación de productos desde la perspectiva ergonómica, se deberán seleccionar las pruebas adecuadas que logren alcanzar los objetivos propuestos. Existen varias pruebas que se podrían aplicarse dependiendo de los fines buscados. A continuación se describen algunas de ellas.

1. La evaluación de facilidad de uso (*usability test*), en la cual se analizan las dificultades a las que se enfrentan los usuarios cuando interactúan con los objetos. Esta interacción se puede analizar desde el desempaque del producto hasta su programación para realizar tareas específicas. La facilidad de uso, ha tenido mucha importancia en los últimos años debido a la especialización de los objetos y la misma competencia entre ellos. Otro factor que se podría atribuir a su aceptación como herramienta ergonómica, es que con ella se pueden detectar posibles accidentes derivados del uso, que con un adecuado rediseño se podrían evitar o reducir.

2. Otro tipo de prueba es la evaluación de cargas, se utilizan varias técnicas entre las que se encuentran la medición de la presión discal, electromiografía (EMG), gravedad de carga, volumen de pie y pierna, presión en superficies, presión intra-abdominal, presión y flujo sanguíneo, entre otras. Estas pruebas están basadas en la carga que se ejerce en el cuerpo o éste puede ejercer para realizar una actividad definida. De igual forma, el análisis postural de curvatura de la columna vertebral, medición de ángulos y análisis de la posición de cabeza, cuello, brazos, piernas y tronco, son pruebas que permiten analizar y describir las diferentes posiciones que adoptan los usuarios al interactuar con los objetos y realizar una actividad.

3. La antropometría aporta las dimensiones corporales y ayuda a ajustar las dimensiones objetuales a la población de éstos. En la aplicación de esta prueba se deben utilizar datos antropométricos de las poblaciones que se están analizando. No es válida una comparación de dimensiones antropométricas de poblaciones distintas a la definición de usuarios propuesta.

4. Las pruebas de comodidad son otras pruebas de gran uso en los estudios ergonómicos. En estas pruebas se trata de recabar información sobre la medición de la incomodidad, dolor y esfuerzo. Al igual de desordenes, satisfacción y preferencia.

5. Entre otras pruebas ergonómicas, se encuentran las cognitivas. En éstas se analiza la percepción que tienen los usuarios con respecto a los objetos. El SEQUAM (*SEnsorial QUALity Method*) es una herramienta que ayuda a interpretar y transformar la información cualitativa en cuantitativa, permitiendo tomar decisiones de diseño o económicas (en el caso de selección de materiales).

6. Al igual que las pruebas anteriores, se pueden hacer benchmarking. En éstos se analizan las fuerzas y debilidades de productos actuales para detectar oportunidades de diseño y mejora.

Es de gran importancia la combinación de la aplicación de las pruebas ergonómicas, ya que en algunos casos no es suficiente la aplicación de una prueba para la recolección de información y lograr así una la solución óptima de los problemas.



### Diseño de instrumentos y procedimientos

Para la recolección de información se requiere seleccionar un instrumento o varios de medición, los cuales hay que explicar y ejemplificar con todo detalle. La finalidad principal es describir el diseño experimental y dar luego datos suficientes para que en posibles estudios futuros se pueda repetir la evaluación (Day, 1990).

Los métodos e instrumentos pueden estar ya creados o crear uno propio que se adecue a las necesidades de la evaluación, considerando en su desarrollo la confiabilidad y validez. Según Hernández et al. (1998), la confiabilidad es el grado en que la aplicación repetida de un instrumento de medición al mismo usuario u objeto, produce iguales resultados y la validez es el grado en que el instrumento mide realmente la o las variables que se pretenden medir. En la mayoría de las herramientas ergonómicas se cuentan con instrumentos creados para su aplicación como listas de verificación, formatos NIOSH y OWAS; pero se deben adecuar a las necesidades de los estudios. De igual forma, éstos establecen el número adecuado de usuarios a los que se deben considerar para cada estudio, dependiendo del tipo de actividad y del tiempo que tome en realizarla.

El procedimiento, es la forma en que se van a aplicar los instrumentos. Son los procedimientos de recolección de información que se siguen durante toda la investigación. El método puede ser motivo de invalidación de la evaluación, debido a su forma no precisa o imparcial de aplicación. Por eso, es de gran importancia de su validación. Sin embargo, no siempre se podrá seguir una secuencia cronológica estricta.



Prueba piloto

### Prueba piloto

Una vez que se hayan definido los usuarios, objetos, actividades a realizar y la forma de medición, se procede a la prueba piloto. En esta etapa se ponen a prueba los instrumentos y métodos que se van a aplicar en el estudio a una pequeña población que posea, en lo más posible, el mayor número de las características de los usuarios objetivo. Es decir, se hace un pequeño estudio de campo con el fin de analizar si la investigación puede llevarse a cabo, se calcula el tiempo aproximado de la evaluación y si es posible, ver el alcance de los resultados que se podrían tener en el estudio de campo.

Sobre la base de la prueba piloto, el o los instrumentos de medición se modifican, ajustan y se mejoran. Este procedimiento general para desarrollar una medición debe adaptarse a las características de los tipos de instrumentos. En algunos casos, cuando la técnica ergonómica a aplicar es parte del procedimiento normal de aplicación en la empresa en donde se este realizando la evaluación, ya no es necesaria esta etapa, debido a que ya es un proceso probado y normalizado.



Estudio de campo

### Estudio de campo

Una vez que se hayan hecho las modificaciones requeridas en las pruebas piloto se procede a la realización del estudio del campo. Se aplican los instrumentos de la forma expuesta en el método a los usuarios objetivo. Este es el punto en donde se recolecta los datos duros de la evaluación.



Captura de datos

### Captura de datos

Durante o al término del estudio de campo se capturan los resultados de la misma. Se crean bases de datos para que se puedan procesar adecuadamente los datos. También, existen programas informáticos especializados que soportan a las técnicas ergonómicas. No está de más, el establecimiento de recomendaciones para la captura de la información como el adecuado diseño de la interfaz y la similitud de las pantallas con los cuestionarios o listas de verificación creadas para el estudio con el fin de evitar errores en la captura de datos.



Evaluación, análisis y discusión de los resultados

### Evaluación, análisis y discusión de los resultados

En esta fase se presentan los datos obtenidos en la evaluación. La exposición de los resultados debe expresarse en tiempo pasado. Se deben ofrecer los datos representativos y no los interminablemente repetitivos, esto dependerá del tipo de información que necesiten las distintas áreas involucradas y del grupo de personas que la van a recibir. Éstos tienen que expresarse clara y sencillamente, porque representan los nuevos conocimientos que se están ofreciendo al negocio o a un área de conocimientos.

Una vez obtenidos los resultados, éstos se discuten con el equipo de trabajo. Analizándose los principios, relaciones y generalizaciones que los resultados presentan. De igual forma se deberán considerar las excepciones o las faltas de correlación y la delimitación de los aspectos no resueltos. Al igual, se presentarán las relaciones que concuerdan con los resultados o interpretaciones con trabajos anteriores. En otras palabras, la finalidad principal de la discusión de los resultados es mostrar las relaciones existentes entre los hechos observados y poder así dar consejos, recomendaciones o dictámenes sobre los productos evaluados.



Normatividad

### Normatividad

En algunos productos y países existe legislación o normas que los productos deben cumplir. Muchas de estas normas están relacionadas con materiales, procesos, componentes y seguridad. Algunas disposiciones oficiales son las normas ISO (Internacional Standard Organization), ANSI (American National Standards Institute), NOM (Normas Oficiales Mexicanas), BSI (British Standards Institution) y CEN (Committee European of Normalization). Debido a lo anterior, es necesario y parte de la presente metodología la comparación de los resultados obtenidos con las diferentes normatividades, con el fin de verificar su cumplimiento (Stanton, 1998).



Recomendaciones

### Recomendaciones

Una vez que se hayan discutido los resultados y éstos comparados con la normatividad correspondiente, se procede a postular las recomendaciones. En ellas se establecerán las modificaciones pertinentes de diseño, materiales o condiciones de seguridad, para que el producto pueda incrementar su calidad o su aceptación en el mercado. Estas modificaciones serán presentadas a las autoridades competentes para que se puedan tomar las decisiones correspondientes. No obstante, todo dependerá del compromiso que éstos tengan con respecto con su negocio, objeto o actividad.

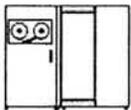
En ocasiones, cuando se realiza la evaluación de un objeto muy complejo, se requiere aplicar nuevamente la evaluación fuente de las recomendaciones. Con ello se quiere verificar si el o los problemas motivadores de la evaluación fueron eliminados o reducidos. En caso de que éstos se sigan presentado, se tendrán que analizar nuevas pruebas ergonómicas o adecuar alguna de ellas y reiniciar el proceso.

## La evaluación ergonómica y el proceso de diseño



Idealización

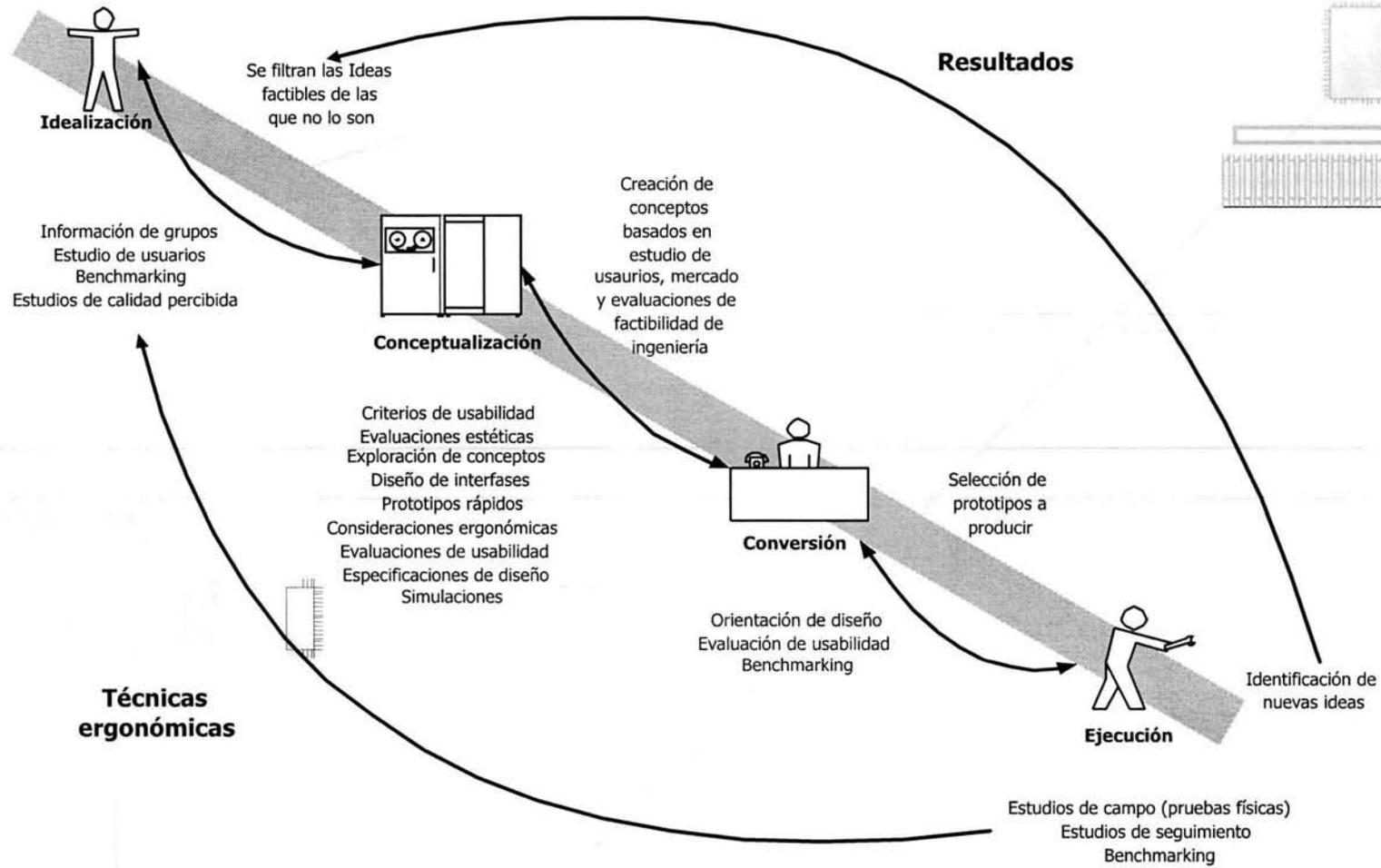
Una vez explicada la metodología ergonómica propuesta, es de vital importancia determinar en que parte del proceso de diseño se pueden aplicar las diferentes técnicas ergonómicas con la metodología descrita anteriormente. Para ello, se ha dividido el proceso de diseño en cuatro etapas, véase Figura 2.2. La primera es llamada **idealización** en la cual se generan las ideas o conceptos nuevos, basándose en una forma de pensar sobre lo que constituye el producto ideal. Los equipos de ideación siempre están tratando de ver más allá de lo común o romper paradigmas. Esto se puede lograr estudiando las tecnologías emergentes, ejemplos y lecciones de otras industrias (benchmarking) y necesidades latentes; incluyendo aquellas que los usuarios aún no han detectado. En esta etapa es donde se deben filtrar las ideas factibles de las que no lo son. Las técnicas ergonómicas que podrían ser utilizadas son: la información de grupos, estudio de usuarios, benchmarking y estudios de calidad percibida.



Conceptualización

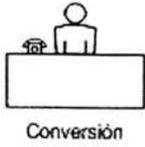
La **conceptualización** es la segunda etapa. Es aquí en donde las ideas seleccionadas en la etapa de idealización se empiezan a materializar por medio de prototipos rápidos y se inician las primeras simulaciones. Los prototipos pueden ser conceptuales o físicos. Para lograr esto, se requiere de un proyecto de planeación en donde se deben crear los grupos de trabajo multidisciplinarios, se establecen los criterios y conceptos de desarrollo, y al mismo tiempo las responsabilidades de cada integrante de equipo. Las técnicas ergonómicas utilizables son los criterios de usabilidad, evaluaciones estéticas, exploración de conceptos, evaluación de interfases, prototipos rápidos, consideraciones ergonómicas, evaluaciones de usabilidad, especificaciones de diseño y diferentes tipos de simulaciones.

Figura 2.2 El proceso de diseño y las diferentes técnicas ergonómicas a aplicar.



**Técnicas ergonómicas**

**Resultados**



En la etapa de **conversión**, se analizan detalladamente los prototipos seleccionados y el diseño ingenieril o de planta verifican la factibilidad de producción, disposición de equipo y del capital humano necesario para su producción. El objetivo principal de esta fase es la completa evaluación de la funcionabilidad de los prototipos. También se realizan estudios económicos y de identificación con la marca por parte de los departamentos de mercadotecnia y publicidad. Las técnicas ergonómicas a utilizar son la orientación de diseño, evaluación de usabilidad y benchmarking.



Para terminar, en la etapa de **ejecución**, se crean las especificaciones de diseño, ingeniería y costos, con las cuales el prototipo ya está listo para su producción. En esta etapa es donde se termina el proyecto, aunque sea por tiempo limitado; ya que siempre se le estará haciendo modificaciones debido a la creación de nuevas tecnologías, cambio de necesidades de usuarios, comportamiento del producto en el mercado, evaluaciones realizadas o simplemente por cambios estéticos. Aquí, las técnicas a utilizar son los estudios de campo, estudios de seguimientos y el benchmarking.

tercera parte

## **Estudio de Caso**

Para ejemplificar la aplicación de la metodología de evaluación de productos propuesta, se decidió evaluar el asiento del automóvil. A continuación se presenta dicha aplicación paso a paso.





## **Preliminares**

Como forma ilustrativa de la aplicación de la metodología propuesta en el capítulo anterior se analizarán los asientos del automóvil. En éste estudio de caso se aplicarán todas las etapas de la evaluación a excepción de la etapa de recomendaciones y acciones. De ésta última sólo se darán las recomendaciones debido a que el objetivo es solamente evaluar los asientos.

### **Planteamiento del problema**

Debido a los bajos costos a los que se están ofreciendo los automóviles en México se está incrementando su venta en un promedio de más de 184 mil unidades anuales de 1995 al 2001, según INEGI (2000, 2001). Esto tiene como consecuencia que existan más autos en las calles de las ciudades y por consiguiente más tráfico y tiempo de permanencia dentro del mismo por parte de los usuarios. Por esta razón es necesario analizar la postura dentro del automóvil para evitar daños a largo plazo en los usuarios y hacer más cómoda la estancia dentro del mismo.

Según estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (2000, 2001) en el periodo de 1999 – 2000 los mexicanos entre 20 y 34 años de edad representaron más del 53% de los accidentes con repercusiones en abdomen, región lumbrosácea, columna lumbar y pelvis. De los cuales más de 41 mil son conductores de automóviles y operadores de vehículos pesados y móviles.

### **Interrogante de investigación**

¿Cuál asiento, de los dos automóviles más vendidos en México, es el que se ajusta a las necesidades físicas (presión interdiscal, contracción muscular y antropométrica) de los usuarios?

### **Viabilidad de la investigación**

La investigación será no probabilística, entonces la muestra no será una limitante para alcanzar el objetivo.

### **Alcances de la investigación**

La metodología de evaluación utilizada se podrán evaluar no sólo asientos para automóviles convencionales sino también otros tipos de asientos como de maquinaria, transporte público, muebles, etc.

Otro alcance será la comparación de los resultados con los estándares que se utilizan en la industria del asiento del automóvil (autopartes).

### **Limitante del proyecto**

Debido al largo proceso de obtención de datos (por medio de observación y medición directa) no es posible usar una muestra probabilística, utilizándose una muestra no probabilística de tipo "Muestra de sujetos voluntarios". Por ello no se puede calcular con precisión el error estándar del estudio y que la muestra dependerá de la decisión del investigador, según, afirma Hernández, Roberto et al (2001).

### **Objetivo general**

Comparar si los asientos de los dos automóviles más vendidos en México se ajustan a las necesidades físicas (presión interdiscal, contracción muscular y antropométrica) de los usuarios.

## Objetivos específicos

Buscar información general sobre posturas, tipos de asientos y estudios ergonómicos relacionados con el tema.

Seleccionar los dos asientos de automóviles.

Seleccionar las técnicas ergonómicas a utilizar.

Realizar la evaluación.

Proponer consideraciones para el diseño de asientos de automóviles.

## Generalidades de la postura sentado

Aún no se puede crear un asiento 100% cómodo para el automóvil. Una muy buena razón a este fenómeno, según Verriest (1982), es que al conducir se adoptan malas posturas y sumándole las vibraciones del movimiento resulta, a largo plazo la aparición de trastornos en los sistemas músculo esquelético, digestivo y circulatorio. ¿Pero a qué se debe la no creación de un asiento cómodo?, existen básicamente dos respuestas, la primera, la producción del asiento del automóvil es en serie, con ciertas especificaciones como dimensiones, materiales y pruebas de resistencia de países donde se exigen. En el caso de México, no existen especificaciones de este tipo, así que los asientos producidos siguen parámetros físicos de poblaciones distintas a la mexicana. La segunda, el asiento es el resultado de un compromiso de seguridad y confort; este ha de adaptarse a las condiciones tanto de los viajeros como del conductor pero respetando criterios de tipo técnico y económico, que no necesariamente son compatibles con la noción de comodidad.

También, si hoy la concepción del asiento del automóvil tiene bases mucho más científicas que en tiempos pasados, el empirismo y la habilidad son todavía dos factores que intervienen en ciertas fases del proceso de su diseño, afirma Verriest (1982). Porque es cierto que no existe duda de que los productores utilizan datos biomecánicos, fisiológicos y antropométricos para su creación, pero los criterios ergonómicos son todavía incompletos. Park et al. (2000), afirma que no son conocidos los factores que determinan la comodidad en posición sedente, además, no siempre es fácil estimar la importancia de ciertos factores subjetivos como los de orden psicológico y social. Estos factores condicionan la noción de bienestar y lo hacen hasta tal punto que incluso un asiento diseñado a la medida no garantizaría la comodidad de su usuario.

Por lo anterior, no sólo la industria debe hacer investigaciones para reducir la ignorancia en estos campos, sino que también las universidades podrían proporcionar información importante en el campo. Las instituciones educativas son fuente de conocimiento que enfocado a las necesidades de la sociedad podrían aumentar las utilidades y riquezas de un país.

Otra variable muy importante de entender es la comodidad, ya que ésta se puede considerar como un factor de bienestar físico, además de permitir realizar la actividad cómodamente. Sin duda alguna, los criterios ergonómicos se han establecido con el fin de asegurar la máxima comodidad al futuro ocupante del asiento. La comodidad se trata de una noción global, subjetiva y relativa que corresponde a cierto bienestar físico, pero también psicológico. El bienestar es el resultado de los ruidos, los olores, la temperatura y la luz ambiental, considerándose también las limitaciones físicas y psíquicas a las que está sometido el usuario. Debido a lo anterior, es casi imposible evaluar exactamente lo que representa la comodidad, lo que se hace, es utilizar una noción negativa de ésta: la ausencia de la incomodidad, una reducción al mínimo de las diversas tensiones a las que se ha de someter el pasajero.

Desde el punto de vista de la biomecánica, la comodidad estática de la posición sedente dependen fundamentalmente de la geometría adoptada por el cuerpo y del trabajo proporcionado por los músculos; en ausencia de toda fuerza exterior, en un estado de relajación total, el cuerpo adopta

una geometría "óptima", llamada geometría de la menor tensión. Según Verriest (1982), esta posición se puede observar en los astronautas en un vuelo orbital. Véase Figura 3.1.

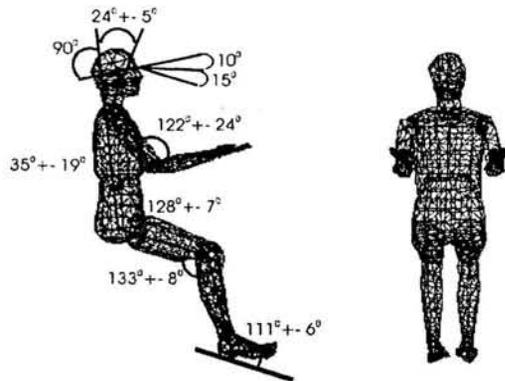


Figura 3.1 Geometría de la menor tensión.

En esta posición, la extensión de todos los músculos y de todos los ligamentos es globalmente mínima; los ángulos adoptados por todas las articulaciones incluyendo las articulaciones intervertebrales, están casi a media distancia de sus valores extremos, y la curvatura de la espina dorsal esta muy próxima a la que se observa estando acurrucado en la cama. La orientación de la vista en relación a la cabeza queda muy bien definida en esta geometría: el trabajo de los músculos que sostienen los globos oculares es mínimo cuando la mirada se dirige ligeramente hacia abajo en relación con la cabeza. Esta geometría óptima es, evidentemente, incompatible con toda forma de actividad.

Cuando el cuerpo es sometido a la gravedad y adopta la posición de sentado, pierde su geometría óptima. Al sentarse, principalmente la curvatura de la columna vertebral y la orientación de la mirada quedan muy modificadas con relación a los valores óptimos. Esto se debe a que si la mirada es horizontal – lo más aconsejable para el conductor- la postura resultante es inestable. Para garantizar la estabilidad, el cojín del asiento suele estar inclinado hacia abajo y hacia atrás, lo que cierra el ángulo de la cadera. En radiografías de pelvis en posición sedente muestran que esta postura hace bascular la pelvis hacia atrás y reduce la lordosis lumbar, es decir, aplanan el arco de los riñones.

Toda variación en la columna vertebral con relación a su geometría ideal origina fuertes tensiones mecánicas. Se ha observado que la presión hidrostática en los discos intervertebrales aumenta notablemente cuando la curvatura lumbar se aparta de su valor ideal. Normalmente, estas tensiones se compensan inclinando ligeramente el respaldo hacia atrás, lo que permite abrir un poco más el ángulo troncomuscular y colocando un adecuado soporte en la zona lumbar, la lordosis de la columna vertebral más o menos se restaura.

Respecto a la geometría de la mínima tensión y reducción del trabajo muscular, no se asegura la comodidad de la posición sedente, que también depende del reparto del peso del individuo. En dicha posición, el peso del cuerpo se reparte principalmente sobre la cara posterior de los muslos y las protuberancias situadas en la parte inferior de la pelvis, llamados tuberosidades esquiáles (IT). En cambio, la cara posterior de los muslos está constituida por músculos inervados y muy vascularizados que no puede soportar una presión superior, según Verriest (1982) de 400 pascales, por encima de este valor, los capilares sanguíneos que garantizan la circulación periférica de la sangre se bloquean. La obstrucción provoca el cese de esta circulación periférica y la aparición de los llamados hormigueos y picazón.

Por lo tanto, el material del cojín del asiento no ha de ser ni demasiado duro ni demasiado blando. Sobre un asiento demasiado duro, todo el esfuerzo se concentrará en los isquiones, la presión local inducirá rápidamente a dolores. Un asiento demasiado blando, por el contrario, dará una sensación inicial de gran comodidad, pero pronto resultara insoportable, ya que la presión se repartirá de manera casi uniforme sobre toda la superficie posterior del cuerpo; las terminaciones nerviosas quedarán comprimidas, los capilares se bloquearán y aparecerán sensaciones de picazón e insensibilización. Es por esto, la importancia de que el peso de los miembros inferiores sea soportado por los pies puestos sobre el suelo además que las piernas no cuelguen en el vacío.

En el presente estudio se estudiará la relación del conductor con el asiento del automóvil desde tres puntos de vista: el antropométrico, el biomecánico y el fisiológico. En el primero se compararán las dimensiones antropométricas de los usuarios con respecto a las dimensiones de los asientos. En el segundo, se realizará un análisis de la inclinación del asiento con respecto al efecto que tenga este con la columna lumbar. En la tercera, se efectuarán las mediciones de las contracciones musculares en la columna lumbar durante la conducción. Cabe mencionar que el objetivo de este estudio, es evaluar los asientos de automóvil desde un punto de vista ergonómico.

### Posición de sedente o de pie

Cuando se empieza a diseñar un objeto se debe tomar la decisión de si el usuario debe estar en forma sedente o de pie al interactuar con el objeto. Es por esto que se debe analizar las ventajas y desventajas de las posiciones anteriores. Véase Cuadro 3.1 y 3.2.

*Cuadro 3.1.1 Ventajas y desventajas de la posición sedente*

Posición sedente	
Ventajas	Desventajas
Según Grandjean (1973) en Osborne, David J. (1987), es una posición humana natural.	La movilidad queda restringida notablemente.
Alivia la posición de pie.	Podría ocurrir fatiga si cambia de posiciones constantemente.
Reduce la carga de trabajo estático muscular.	Tiene problemas al usar controles que requieran de esfuerzos considerables o fuerzas de torsión.
Reduce el consumo de energía.	Si se producen vibraciones, estas pueden afectar al operario.
La sangre circula mejor.	Causa que los músculos abdominales se aflojen y la columna vertebral sufra una curvatura.
La presión hidrostática de las venas en las piernas ofrecen menos resistencia a la sangre para que regrese al corazón.	Desajuste de las funciones de algunos órganos internos.
Ayuda al operario a adoptar posturas más estables.	Produce hinchazón en la parte inferior de las piernas.
Permite una mejor postura para hacer funcionar controles de pie.	

Fuente: Osborne (1987), Ergonomía en acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre. Pp. 217-218

*Cuadro 3.1.2 Ventajas y desventajas de la posición de pie*

Posición de pie	
Ventajas	Desventajas
Mejor y mayor movilidad del operario.	La sangre y los fluidos tienden a acumularse en las piernas.
Puede utilizar mejor su fuerza para la activación de palancas.	Aumenta el consumo de energía.
No le afectan directamente las vibraciones que se presenten en el área del asiento.	Debido a una mala posición o problema físico, puede sufrir problemas en la columna vertebral.
Permite una mejor circulación de la sangre (siempre y cuando se encuentre el operario en movimiento).	

Fuente: Osborne (1987), Ergonomía en acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre. Pp. 217-218



Con los cuadros anteriores, se puede observar que son varios los factores que se deben considerar para decidir si el usuario requiere estar en posición de pie o sedente, además de considerar el tipo de actividad que va a realizar.

### Características de los asientos

El ser humano pasa una gran cantidad de tiempo sentado, esto puede ser mientras trabaja en la oficina, come en un restaurante o en el parque, estudia en una biblioteca, en el camino a casa u otro destino o como cuando viaja, para mencionar algunos ejemplos. Algunos de estos asientos son más cómodos que otros, por ejemplo, en los restaurantes de comida rápida, los asientos son diseñados intencionalmente para ser incómodos. Después de un corto periodo de tiempo, los comensales no tardarán mucho en su estadía.

El diseño del asiento y su influencia en la postura sedente ha sido por mucho tiempo una de las preocupaciones de los ergónomos. El progreso del entendimiento de que hace una silla cómoda no ha sido muy grande, afirma Singleton (1986), sin embargo, algunas causas de la incomodidad han sido identificadas. A continuación se presentan algunas de ellas.

- Si la altura de la base del asiento es mayor que la altura poplítea del usuario, la compresión en las piernas será mayor resultando dolor en las tuberosidades isquiáticas (IT).
- Si la longitud del asiento es mayor que la longitud glúteos – zona poplítea, el respaldo del asiento no podrá ser usado adecuadamente, ocasionando que los usuarios adopten posturas en donde se flexiona la columna.
- Si el respaldo no tiene soporte lumbar, hará que la pequeña concavidad de las espalda baja, llamada lordosis lumbar sea afectada, aumentando la posibilidad de una lesión.

El soporte proporcionado por el asiento es especialmente crucial cuando este va a ser ocupado por muchas horas y dependiendo del tipo de personas que lo van a utilizar, como los pupitres de un salón de clases de primaria y una silla de oficina, los usuarios son distintos pero el tiempo de permanencia es semejante.

Pheasant (1996), propone que los asientos deben cumplir con las siguientes características:

- Comodidad en un periodo de tiempo.
- Fisiológicamente satisfactorio.
- Apropiado a la tarea o actividad en cuestión.

Todos los asientos son incómodos cuando se trata de largos periodos de tiempo, pero algunos llegan a ser incómodos más rápido que otros, y algunas personas se sienten más incómodas que otras en los mismos asientos. La comodidad también está influida por el tipo de tarea o actividad que ejecuten los usuarios con el tiempo. En otras palabras, la comodidad está en función de las características del asiento, usuarios y tareas según la afirmación de Pheasant (1996). Ver el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.1.3 Determinantes de la comodidad de la posición sentado**

Características		
Asiento	Usuario	Tarea
Dimensiones	Dimensiones	Duración
Ángulos	Dolores y molestias	Demandas visuales
Tipo	Circulación	Demandas físicas
Tapicería	Estado mental	Demandas mentales

Fuente: Traducción de Pheasant, Stephen, *Bodyspace. Anthropometry, ergonomics and the design of work*, Tabla 4.1, p. 68.

### Consideraciones de diseño para los asientos

Kantowitz y Sorkin (1983), proponen algunas consideraciones generales para el diseño de asientos en las cuales la mayoría de los expertos están de acuerdo. Recordando que no existe el asiento ideal para todas las personas y todas las aplicaciones. Estas consideraciones se presentan a continuación:

- El mayor peso corporal debe ser cargado por la protuberancia ósea de los glúteos, mejor conocida como tuberosidades isquiáticas (IT).
- Los muslos deben ejercer una pequeña presión en el asiento o en la orilla del mismo.
- La zona lumbar de la espalda debe estar soportada, para que se reduzca el estrés en la parte de la columna vertebral mencionada afirma Osborne (1987). Según Bendix, Poulsen, Klausen y Jensen (1996), debido a la falta del soporte lumbar, la espina lumbar tiende a asumir más posiciones de lordosis para obtener su balance.
- El pie debe estar localizado firmemente en el suelo o, si esto no es posible, en un descansapie.
- La persona sentada debe tener la posibilidad de cambiar de posición (sin levantarse). Omino y Hayashi (1992), afirman que las posturas no adecuadas son causa de dolor en la espalda baja.

Algunos asientos violan algunas de estas consideraciones, como los asientos de algunos transportes públicos y de restaurantes los cuales no cuentan con soporte en la zona lumbar al igual del poco alcance de los pies al piso que tienen algunas personas al sentarse en los asientos y la falta de los descansapies.

En el presente estudio, se propone tomar en cuenta dentro de las consideraciones anteriores el tipo del acojinamiento del asiento<sup>4</sup>, por la razón de que el IT soporta la mayor parte del peso corporal y el acojinamiento le ayudará a amortiguarlo. Así que no será lo mismo estar sentado en el asiento de una sala de cine de lujo que estar sentado en el suelo de esa misma sala de cine de lujo.

A las consideraciones anteriores se sumarán los criterios que utiliza Osborne, (1987) en sus principios para el diseño de los asientos, los cuales son:

- El tipo y las dimensiones del asiento están relacionados con la razón de estar sentado.
- Las dimensiones del asiento deberían adecuarse a las dimensiones antropométricas apropiadas de la persona que se sienta, en este caso, modificaría este criterio, ya que como se mencionó anteriormente no se puede diseñar un asiento para cada persona, sino que se diseña por medio de los percentiles.

<sup>4</sup> Pope, Malcom H., Broman Holger & Hansson Tommy, hicieron estudios en donde se analizan las respuestas dinámicas que se obtenían al sentar a varios sujetos en asientos con diferentes acojinamientos utilizando un péndulo de impacto.



- El asiento debe diseñarse para dar apoyo y estabilidad a la persona que se sienta.
- El tapiz necesita ser resistente a los resbalones cuando la persona se mueva o acomode en el asiento.

## Estudios realizados

### Asientos de oficina y escuela

Algunos de los asientos más estudiados han sido los de las sillas de oficina y de escuela, Murphy, Bucle, y Stubbs (2002), los cuales investigaron las posturas de sentado de 18 estudiantes de 11 a 14 años de edad, por medio de los métodos de observación ergonómica portátil (PEO), análisis de video y por entrevista. Posteriormente los tres métodos fueron comparados.

También Vergara y Page (2000), analizaron un sistema simple de medición de la forma de uso del respaldo del asiento, el cual se basa en colocar electrodos en la espalda de los usuarios y en el respaldo del asiento. Cuando las dos superficies tienen contacto ambos electrodos mandan una señal a una computadora registrándose así el área de contacto. El estudio se realizó en sillas estándar de oficinas realizando tareas cotidianas.

Vink, Douwes y Woensel (1994), estudiaron los efectos de un soporte de espalda portátil, llamado Back-up, en donde se examinaron 28 variables. El estudio se realizó comparando el uso del soporte con la ausencia de este. Wall, Van Riel, y Snijders (1991), investigaron los efectos en la postura sentado de un escritorio con diez grados de inclinación mientras los usuarios leían o escribían.

Un descubrimiento importante en esta área lo realizaron Hunting y Grandjean (1976), citados en Kantowitz, y Sorkin (1983), cuando estaban evaluando las causas de incomodidad de 246 empleados de oficina por observaciones posturales y preguntando si se presentó algún dolor en las diferentes posiciones que tomaban. El resultado fue que la razón de la incomodidad en las partes bajas y altas del cuerpo fue por no utilizar datos antropométricos adecuados para el diseño de los asientos.

Otro tipo de asientos que se han estudiado es el típico asiento del baño, el cual es plano. Los glúteos son curvados, por lo consiguiente, permanecer sentado en el inodoro hace que el cuerpo ponga la mayor parte del peso en las piernas en lugar de ponerlo en el IT. Esto trae como consecuencia el corte de la circulación sanguínea causando el entumecimiento de las piernas, en especial en personas adultas.

El asiento molde de postura (*Posture Mold Seat*), diseñado por el arquitecto Alexander Kira es curvo y provee el soporte adecuado para las piernas. Esta moldura fue seleccionada por la colección del estudio de diseño del Museo de Arte Moderno de Nueva York, demostrando que la buena ergonomía puede ser estética y funcional.

### El asiento en vehículos

Una vez que el asiento ha sido diseñado, para proveer soporte al cuerpo humano, los especialistas en ergonomía deben decidir dónde localizarlo en relación al resto del sistema. Para los asientos de vehículos para automóviles, autobuses y aviones, el asiento es un componente de un área de trabajo. Los conductores de los vehículos deben ser capaces de tener una adecuada visión del entorno y alcanzar todos los controles de la cabina al mismo tiempo.

El vehículo para pasajeros requiere de una distribución de asientos que promueva la seguridad y comodidad al igual que se maximice la densidad de los pasajeros por razones económicas.

## Diseño de asientos para pasajeros

La cantidad de asientos que tienen los transportes públicos son decididos mediante un método basado en datos antropométricos, los cuales deben de considerar las siguientes normas:

*Cuadro 3.1.4 Características de la distribución de los asientos de transporte público*

Dimensión	Descripción
A	La distancia mínima entre el respaldo (considerando el acojinamiento) del asiento y la parte de atrás del asiento u otra estructura próxima.
B	La distancia mínima entre la base del asiento y la parte de atrás del asiento u otra estructura próxima.
C	La mínima distancia vertical proyectada del asiento entre las filas de los asientos u otra estructura próxima.

Fuente: Quigley, Southall, Freer, Moody y Porter, *Antropometric Study to update minimum aircraft seating standards.*, p. 6.

Se han realizado estudios con respecto a los vehículos para pasajeros, como es el trabajo desarrollado por Quigley, Southall, Freer, Moody y Porter (2001), en donde se hicieron las recomendaciones a la Junta de Autoridades de Aviación de Inglaterra con respecto a la actualización de los estándares de las medidas mínimas de los asientos para avión por medio de estudios antropométricos de personas europeas, considerando las características antes mencionadas.

Otro estudio fue hecho por Jianghong, Zhao y Long Tang (1994), en donde se evaluó la comodidad de un asiento de pasajero para un nuevo tipo de autobús. El modelo de multi etapas de escalas de comodidad (MCS<sup>5</sup>) fue adoptado para la evaluación de la comodidad, junto con las técnicas de la forma humana de la espalda, medidas electromiográficas y análisis posturales. Concluyeron que el perfil del asiento se deberá asemejar a la forma de la espalda de los usuarios, tomando en cuenta la zonas de la columna vertebral desde la cervical, pasando por la torácica y el área lumbar.

También Lusted, M., Healey, S. y Mandryk, J. A. (1994), analizaron el asiento de los pilotos de la aerolínea Qantas, en donde encontraron el mayor problema en la falta de ajuste del rango del soporte en el área lumbar y el soporte de las piernas, al igual de la falta de frecuencia del cambio de los cojines de los asientos. Formularon tres tipos de recomendaciones:

*Cuadro 3.1.5. Recomendaciones para la aerolínea Qantas con respecto a los asientos de los pilotos*

Tipo	Recomendación
Mantenimiento	Creación de simples procedimientos para reportar fallas en los asientos. Programa de cambio de cojines de los asientos. Limpieza de las cubiertas de los asientos programadas. Regular inspección y cambio/limpieza del Velcro.
Diseño	Todo el diseño del soporte de los muslos debe ser revisado. Asumiendo la necesidad del soporte en los muslos, se debe considerar un diseño para la base del asiento adecuado que permita ese soporte y a la vez comodidad. Incremento del rango de ajuste del soporte de la zona lumbar y decrementar la forma lateral para reducir el radio horizontal. Incrementar el grueso del ancho del acojinamiento del asiento. Incrementar el ajuste de las cabeceras. Incrementar el acojinamiento del descansa brazos.
Capacitación	Los pilotos necesitan capacitación especial del cómo ajustar el asiento para aumentar el grado de comodidad y una postura saludable.

Fuente: Lusted, M., Healey, S. y Mandryk, J. A., *Evaluation of the seating of Qantas flight deck crew*, p. 281.

<sup>5</sup> MCS: Multistage Comfort Scale

## Diseño de asientos para conductores de vehículos

Según Kantowitz, Barry H. y Sorkin, Robert D (1983), la distribución de la mayoría de las cabinas de los vehículos comienza en la teoría de diseño posición de la altura del ojo. Dicha teoría trata de encontrar la posición física del ojo para que se puedan trazar líneas imaginarias tomándola como origen y posteriormente poder medir el alcance y dirección que podrá percibir el conductor cuando este conduzca. Esta teoría es muy discutida, ya que usualmente los conductores no siempre se fijan en las mismas cosas, dependiendo del campo de visión que le permita la posición misma del asiento y la destreza del conductor. Para esta teoría se debe considerar el punto medio de las pupilas de los ojos de los conductores.

Para localizar la posición de los ojos se puede usar la medición antropométrica de altura de ojo, según las normas ISO 3635 (1981) e ISO 7250 (1996), la cual se mide en posición sentado (para el caso de los asientos) de la base del asiento a la altura del ojo con el antropómetro en posición recta. Desgraciadamente la conducción no se hace en dicha posición, sino con cierto grado de inclinación y el efecto de sumergión del asiento debido al peso del conductor, haciendo que la medida obtenida anteriormente varíe hasta en dos pulgadas, afirman Kantowitz, Barry H. y Sorkin, Robert D (1983).

Debido a lo anterior es casi imposible diseñar adecuadamente un asiento de automóvil sólo con los datos antropométricos rigurosos, si se quieren obtener los datos adecuadamente se deben tomar los datos antropométricos a los conductores con el asiento para que los efectos de la inclinación y la sumergión sean considerados.

También se debe considerar el dorso en el 95 percentil del hombre y el 5 percentil de la mujer para el respaldo. La posición del asiento del auto es entonces ajustado tomando en cuenta la localización de los ojos y la intrusión de los pedales y otros controles del vehículo.

Estudios relevantes sobre el tema lo han hecho Goonetilleke, Ravindra S. y Feizhou, Song (2001), que proponen una metodología para determinar la profundidad óptima del asiento dada una población, utilizando un total de 30 sujetos (22 hombres y 8 mujeres) estudiantes chinos de la Universidad de Hong Kong. De los cuales ninguno tenía problemas músculo esqueléticos.

Se diseñó un asiento especial con una superficie en la base de caña pero sin respaldo. Una forma modificada del CFCL fue usada para obtener las respuestas subjetivas de las configuración del asiento. Características como el acojinamiento, estabilidad, aceptabilidad personal y todo lo relacionado a la incomodidad fueron anexados al CFCL (*Chair Feature Check List*), quedando las variables del asiento como altura, ancho, profundidad, acojinamiento, estabilidad, superficie, aceptabilidad personal y todo relacionado con la incomodidad. Los sujetos probaron los asientos dos veces y contestaron los cuestionarios utilizando escalas del 0 al 5 por tipo de característica.

La investigación dio como resultado que la profundidad adecuada para la población del sur de China es de 31 a 33 centímetros en contraste a los estándares de la ANSI de 38-43 centímetros. Los valores del asiento de superficie, estabilidad, aceptabilidad personal y todo lo relacionado a incomodidad tal vez se verán afectados usando un adecuado acojinamiento, soporte, estética y muy raras ocasiones, incrementando la profundidad del asiento.

Park, Se Jin, Kim, Chae-Bogk, Kim, Chul Jung y Lee, Jeong Woo (2000), investigan las posturas que prefieren los conductores por medio del DPMS (*Driving Posture Monitoring System*) el cual consiste en un asiento, una computadora, un motor de poder y un controlador, desarrollados exclusivamente para el proyecto. Cuando los sujetos ajustan el asiento para encontrar la comodidad postural, el sistema graba el rango de traslación y el ángulo de cada parte del asiento del conductor. También, se utiliza el VICON 140 (*Three Dimensional Motion Analysis System*) para

obtener los ángulos posturales de los segmentos de las personas. Adicional a todo esto, las medidas antropométricas de cada usuario fueron recolectadas directamente, y también serán utilizados para investigar la relación entre las características antropométricas, los ángulos posturales preferidos y el nivel de ajuste del asiento. Utilizaron 43 sujetos saludables (24 hombres y 19 mujeres) con rangos de edad de 25 a 50 años, fueron seleccionados de tal forma que se consideraron dentro de un amplio rango de percentiles (entre 5 y el 95), y que representaran los poblaciones de conductores de automóviles (exceptuando a los conductores de camiones de carga) de Corea.

Para el ajuste de la silla consideraron el ángulo del tobillo, ángulo de la rodilla, ángulo del tronco – muslo, ángulo del hombro, ángulo del codo, sensación de opresión en la cadera, sensación de opresión del muslo y soporte lumbar. Siendo las más importantes el ángulo del tronco – muslo y el soporte lumbar.

Compararon los ángulos posturales observados de comodidad con respecto a los teóricos, siendo estos ángulo del tronco – muslo, rodilla, codo, pie – pantorrilla y hombro. Encontrándose diferencias significativas en ángulo del tronco – muslo, rodilla y pie – pantorrilla.

Basándose en los resultados del ajuste del asiento, la distancia del deslizado del asiento estaba correlacionada con varios factores como la estatura, altura tibial media, longitud acromio – oleocraneón, longitud oleocraneón – mano, altura sentado del acromio y la altura cadera sentado. Así se demuestra que existen diferencias entre la gente coreana y los caucásicos, pudiéndose aplicar los datos obtenidos para el diseño de interiores para coreanos.

Kayis, B. y Hoang, K (1999), construyeron un modelo estático tridimensional de una persona sentada para calcular el compresión discal intervertebral en el quinto disco lumbar usando el software SAMMIE. También se utiliza el software para determinar la distribución de la masa del cuerpo en la posición sentado.

Once posturas fueron analizadas en donde la base del asiento y el respaldo fueron variables, siendo las siguientes:

*Cuadro 3.1.6 Posiciones para el modelo estático tridimensional de Kayis y Hoang*

Postura	Descripción
1	Base del asiento horizontal, respaldo vertical y parte superior del dorso en postura erecta.
2	Base del asiento horizontal, respaldo vertical y postura erguido/hundido.
3	Base del asiento horizontal, respaldo vertical y postura doblada hacia delante
4	Base del asiento horizontal, respaldo reclinado a 110° (1) y completo uso del respaldo apoyado hacia atrás.
5	Base del asiento reclinado 5°, respaldo a 95° (1) y tronco erguido.
6	Base del asiento reclinado 5°, respaldo a 95° (1) y postura doblada hacia delante.
7	Base del asiento reclinado 5°, respaldo a 115° (1) y completo uso del respaldo apoyado hacia atrás.
8	Base del asiento reclinado 5°, respaldo a 115° (1) y uso parcial del respaldo apoyado hacia atrás.
9	Base del asiento inclinado hacia atrás (2), sin uso de respaldo y con el tronco erguido.
10	Base del asiento inclinado hacia atrás (2), sin uso de respaldo y con el tronco doblado hacia delante.
11	Base del asiento inclinado hacia atrás (2), respaldo a 105° (1) y completo uso del respaldo apoyado hacia atrás.

Simbología: (1) Desde cero con la horizontal, (2) Menos de 5 grados.

Resultando que las posturas 3 y 10, son las que presentan mayor fuerza muscular requerida por los músculos de la espalda para sostener el momento calculado y la fuerza discal L5/S1 (lumbar 5/ Sacra 1), con 572.8 y 504.8 N respectivamente. Igualmente el modelo detectó, que las posturas con la base del asiento y respaldo inclinados, reducen la fuerza de compresión discal, mientras que las posturas en donde el operador se inclina hacia adelante registran la mayor fuerza de compresión discal.

### Consideraciones relacionadas con el asiento del automóvil

Existen consideraciones generales que se deben tomar en cuenta al sentarse en el asiento del automóvil antes de conducir. Estas consideraciones las expone ICE Ergonomics (2002) que se presenta en el Cuadro 3.1.7.

*Cuadro 3.1.7 Consideraciones para ajuste del asiento del automóvil*

<p><b>1. Movimiento de la base del asiento</b> El brazo y el antebrazo se deberán encontrar en un ángulo mayor de 90 grados.</p>	
<p>1.1 Se podrá presionar el cubo central del volante y al mismo tiempo los codos deberán tocar ligeramente el cinturón de seguridad.</p>	<p>1.1</p>
<p>1.2 Verificar que se puede apretar hasta el fondo del pedal del clutch con el pie, sin que el usuario se tenga que mover hacia adelante.</p>	<p>1.2</p>
<p>1.3 Se podrán operar los pedales sin que las rodillas toquen al volante o a su eje.</p>	<p>1.3</p>
<p>1.4 Las manos se deberán mover alrededor del volante sin que los nudillos de las manos topen con las piernas.</p>	<p>1.4</p>

<i>2. La base del asiento</i>	
2.1 Se podrán introducir los dedos entre el borde de la base del asiento y la parte posterior de la rodilla, cuando la espalda se encuentre completamente recostada completamente en el respaldo del asiento.	
2.2 Si la base del asiento tiene formas de aumentos en los lados, verificar que se puedan introducir los dedos entre la forma del aumento y el usuario.	
<i>3. La altura de la base</i>	
	3.1 Verificar que se pueda ver el camino a la distancia de un auto enfrente.
	3.2 Verificar que se pueda poner un puño vertical entre la cabeza y el techo del automóvil.
3.3 Verificar que se puedan introducir los dedos con facilidad entre la pierna y el dobles de la rodilla del usuario.	
<i>4. Angulo de la base</i>	
4.1 Verificar que el ángulo entre las piernas y el dorso sea mayor a los 90 grados.	
4.2 Tratar de mover los brazos y las piernas como si se estuviera manejando, y verificar que no se deslizan o se desploman.	
<i>5. Angulo del respaldo</i>	
	5.1 El respaldo deberá estar ligeramente inclinado.
<i>6. Ancho del respaldo</i>	
6.1 Verificar que el respaldo es lo suficientemente ancho como para soportar el ancho de la espalda del usuario.	
6.2 Verificar que los soportes laterales del respaldo no presionen a los hombros.	
6.3 La forma del respaldo no debe hacer que los hombros se curveen.	

<b>7. Altura del respaldo</b>	
<p>7.1 Para permitir un adecuado soporte, la altura máxima del respaldo del asiento debe ser de una pulgada o menos de la altura del hombro del usuario.</p>	
<b>8. Soporte lumbar</b>	
<p>8.1 El soporte lumbar deberá estar a la misma altura de la cintura del usuario.</p>	
<b>9. Cabecera</b>	
	<p>9.1 Verificar que el centro de la cabecera corresponda aproximadamente a la altura del ojo</p> <p>9.2 La distancia entre la cabeza y la cabecera debe ser igual a una pulgada.</p>
<b>10. Forma del asiento</b>	
<p>10.1 Verificar que cada forma del asiento se ajuste al usuario.</p> <p>10.2 Verificar que el usuario puede asumir posturas cómodas sin que se deslice.</p> <p>10.3 Verificar que todo el cuerpo este completamente alineado al volante del automóvil.</p>	

<i>11. Controles de ajustes</i>	
<p>11</p>	<p>11.1 Verificar que los controles son fáciles de alcanzar desde la posición sentado</p>
<p>11.2 Verificar que los controles son fáciles de operar con una sola mano.</p>	<p>11.3 Si el auto es de dos puertas, verificar que no se necesiten ajustes cada vez que entren personas en la parte posterior del mismo.</p>
<i>12. Relleno del asiento</i>	
<p>12.1 Verificar que el material sea adecuado para soportar todo el peso del usuario, en especial la base del asiento.</p>	
<i>13. Recubrimiento del asiento.</i>	
<p>13.1 Verificar que el material no permita que se deslice el usuario en el asiento.</p>	<p>The slump test</p> <p>13.1</p>
<p>13.2 Verificar que el material no sujete la ropa, teniendo que moverse el usuario bruscamente para acomodarse.</p>	
<i>14. Acceso</i>	
<p>14.1 Se deberá tener un fácil acceso al sentarse en el asiento del automóvil.</p>	

Fuente: ICE Ergonomics, Pp. 10-13.

Una vez analizada la información, se deben definir los integrantes del equipo multidisciplinario, sus responsabilidades dentro de la evaluación y el presupuesto designado, según la metodología de evaluación propuesta. En los Cuadros 3.1.8, 3.1.9 y 3.1.10, se encuentran las designaciones correspondientes.

*Cuadro 3.1.8. Integrantes del equipo multidisciplinario*

Área	Integrante (s)
Responsable del proyecto	Ing. Alejandro Rodríguez
Asesor general	Dr. Oscar Salinas
Asesoría en antropometría	Dr. Aréchiga
Asesoría en biomecánica	Dr. Matilde Espinosa
Asesoría en fisiología	M. en C. Luis Madrazo
Revisión de instrumentos, métodos, análisis estadístico	M. en C. Doris Vélez
Revisión de consideraciones ergonómicas	MDI. Cecilia Flores M. en C. Elvia González



*Cuadro 3.1.09 Responsabilidades de los integrantes del equipo multidisciplinario.*

Etapa	Fase	Duración (días)	Responsable (s)
Delimitación relación usuario – objeto	Preliminares	5	Ing. Alejandro Rodríguez
	Productos a evaluar		
	Definición de usuarios		
Diseño de la evaluación	Selección de pruebas ergonómicas	3	Ing. Alejandro Rodríguez MDI Cecilia Flores
	Diseño de instrumentos y métodos	6	Ing. Alejandro Rodríguez M. en C. Doris Vélez
	Prueba piloto	4	Ing. Alejandro Rodríguez
Estudio de campo y resultados	Evaluación	3	Ing. Alejandro Rodríguez
	Captura de datos	2	Ing. Alejandro Rodríguez
	Análisis y discusión de los resultados	5	Ing. Alejandro Rodríguez Dr. Julieta Aréchiga Dr. Matilde Espinosa M. en C. Luis Madrazo M. en C. Doris Vélez
Recomendaciones y acciones	Recomendaciones	5	Ing. Alejandro Rodríguez MDI Cecilia Flores M. en C. Elvia González.
Total		<b>33</b>	

*Cuadro 3.1.10 Presupuesto para la evaluación.*

Concepto	Costo (PMX)
Impresiones	\$300.00
Compra de materiales	\$600.00
Renta de equipo especializado	\$1000.00
Renta de automóviles	\$3000.00
Asesoría	\$7000.00
Recompensa participantes	\$2000.00
Total	\$13,900.00

Ya que se ha recolectado la información necesaria para poder realizar la evaluación ergonómica se procede al siguiente paso, **Productos a evaluar**.



## Productos a evaluar

### Selección de los asientos a estudiar

La selección de los asientos a estudiar se realizará a partir del volumen total acumulado de ventas en el periodo de 1995 al 2001. Para ello se analizó cada marca y modelo que distribuye la industria automotriz en México, en donde se encontró una clasificación de vehículos producidos dentro del país, importados y distribuidos, se presenta a continuación:

Automóviles  
Camiones ligeros  
Camiones pesados  
Tractocamiones quinta rueda  
Segmento construcción / otros  
Autobuses integrales  
Chasis para pasaje

En la presente evaluación se considerarán solamente los automóviles, clasificándose según su tipo en Subcompactos, Compactos, Lujo y Deportivos. En el Cuadro 3.2.1 se exponen las ventas totales de automóviles por cada tipo de automóvil en el periodo 1995-2001<sup>6</sup>.

*Cuadro 3.2.1 Unidades vendidas y porcentajes de mercado por tipo de automóvil en la República mexicana y el Distrito Federal*

Tipo	República Mexicana	%	Distrito Federal	%
Subcompacto	1,348,221	48.26	460,064	47.75
Compacto	1,202,240	43.03	405,717	42.11
Lujo	198,121	7.09	79,580	8.26
Deportivo	45,259	1.62	18,169	1.89
Total	2,793,841	100.00	963,530	100.00

Fuente: INEGI y AMIA

En el Cuadro 3.2.1, se puede observar que en el Distrito Federal se venden aproximadamente el 34.48 por ciento de las ventas de la República Mexicana. Al igual que los tipos de autos más vendidos son los subcompactos y compactos<sup>7</sup>.

La distribución por marcas de ventas registradas en el Distrito Federal se encuentran en el Cuadro 3.2.2.

*Cuadro 3.2.2 Volumen de ventas y porcentajes en el Distrito Federal por marca de automóvil*

Marca	Unidades	% del mercado
Audi	4,572	0.47
BMW	8,506	0.88
Chrysler	97,714	10.14
Ford	105,630	10.96
GM	205,674	21.35

<sup>6</sup> Se consideran las ventas a distribuidores en el periodo 1995 al 2001, aunque algunas marcas no se encontraban presentes en el mercado, tomándose en cuenta sólo los años que participaron.

<sup>7</sup> La información que se maneja es oficial tanto del Gobierno Mexicano como son estadísticas de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y como de la entidad privada Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y de los sitios web de cada compañía, tomando en cuenta también otras bibliografías complementarias.



Honda	46,499	4.83
Jugar	907	0.09
Mercedes	4,580	0.48
Nissan	200,459	20.80
Peugeot	6,121	0.64
Porsche	188	0.02
Volkswagen	272,275	28.26
Volvo	2,399	0.25
Seat	6,039	0.63
Renault	1,966	0.20
Total	963,529	100.00

Fuente: INEGI y AMIA

En el Cuadro 3.2.2 se presenta la importante presencia en el mercado de las marcas General Motors y Nissan, teniendo todas ellas un más del 40% del mercado total<sup>8</sup>. De aquí, el análisis de ventas de cada modelo de cada una de las marcas es útil para poder seleccionar los tres modelos más vendidos.

*Cuadro 3.2.3 Volumen de ventas de automóviles a distribuidores por modelo en el Distrito Federal de la marca General Motors.*

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
Tipo	Modelo	8,963	16,101	25,847	32,469	34,431	44,768	43,095	205,674
C-A	Astra	-	-	-	-	-	3,652	6,057	9,709
C-A	Astra wagon	-	-	-	-	-	-	1,015	1,015
L-B	Bonneville SSE	80	132	278	109	2	0	-	601
L-C	Cadillac	-	388	338	233	203	141	123	1,426
L-C	Cadillac de ville	185	-	-	-	-	-	-	185
D-B	Camaro	368	497	294	108	59	51	26	1,404
C-A	Cavalier 2 puertas	1,284	808	990	935	927	831	217	5,992
C-A	Cavalier 4 puertas	2,960	2,434	2,972	3,135	2,462	2,925	1,959	18,846
L-A	Century 4 puertas	390	250	8	-	-	-	-	648
SC-B	Corsa	-	-	-	-	-	-	218	218
D-C	Corvette	3	4	44	63	23	30	57	224
C-B	Cutlass 2 puertas	78	8	-	-	-	-	-	85
C-B	Cutlass 4 puertas	1,186	1,768	11	-	-	-	-	2,966
C-B	Chevy station wagon	-	-	-	-	243	1,463	1,088	2,794
SC-B	Chevy	1,068	6,035	10,443	16,904	16,664	20,757	21,550	93,421
SC-B	Chevy monza	-	2,386	5,696	6,840	8,219	6,966	5,897	36,004

<sup>8</sup> Como se puede observar en el cuadro 3.2.2 la marca más vendida es Volkswagen con un 28.26% del mercado del Distrito Federal. Sin embargo, para fines de este estudio, se excluye esta marca debido a que el auto compacto VW Sedán (es el que registra más ventas) va dejar de ser producido por dicha empresa y no tendría razón su evaluación.



D-B	Eurosport 2 puertas	262	22	-	-	-	-	-	285
D-B	Eurosport 4 puertas	360	126	-	-	-	-	-	486
D-B	Firebird Transam	102	108	104	46	32	29	1	420
C-B	Grand am	-	-	-	-	977	961	514	2,453
C-B	Grand Prix 2 puertas	-	-	116	49	31	5	1	203
C-B	Grand Prix 4 puertas	-	310	837	392	278	62	23	1,902
L-B	Impala	-	-	-	-	310	400	385	1,094
C-B	Malibu	-	-	2,265	1,652	1,786	3,218	1,498	10,419
L-B	Oldsmobile 88	41	0	-	-	-	-	-	41
L-C	Saab 5 puertas	-	-	-	-	-	-	30	30
L-C	Saab convertible	-	-	-	-	-	-	5	5
L-C	Saab sedan	-	-	-	-	-	-	19	19
L-C	Saab wagon	-	-	-	-	-	-	7	7
L-B	Regal	227	134	-	-	-	-	-	361
C-A	Sunfire 2 puertas	-	-	638	860	926	1,485	885	4,793
C-A	Sunfire 4 puertas	-	491	814	1,143	1,192	1,764	762	6,165
C-B	Tigra	-	-	-	-	96	30	0	125
D-A	Z-24	369	200	-	-	-	-	-	569
C-A	Zafira	-	-	-	-	-	-	760	760

Fuente: Resultado de multiplicar (Porcentaje de representación nacional por tipo de automóvil y marca) por (Volumen de ventas de automóviles por modelo a la red de distribuidores en la República Mexicana). Ambos de la marca General Motors. Por año y por modelo de automóvil.

Simbología: SC-A: Subcompacto Tipo A, SC-B: Subcompacto Tipo B, C-A: Compacto Tipo A, C-B: Compacto Tipo C, L-A: Lujo Tipo A, L-B: Lujo Tipo B, L-C: Lujo Tipo C, D-A: Deportivo Tipo A, D-B: Deportivo Tipo B, D-C: Deportivo Tipo C.

*Cuadro 3.2.4 Volumen de ventas de automóviles a distribuidores por modelo en el Distrito Federal de la marca Nissan*

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
Tipo	Modelo	8,998	16,414	24,682	36,936	32,072	38,004	43,353	200,459
D-C	240 SX	-	-	159	133	2	-	-	298
D-C	300 ZX	-	12	-	-	-	-	-	8
L-B	Altima	104	266	554	3,039	1,393	1,398	1,003	7,757
L-C	Infiniti	20	14	196	450	291	468	164	1,665
D-A	Lucino 2 puertas	99	748	758	644	451	200	-	1,949
L-C	Maxima	207	518	866	557	636	824	343	3,889
C-A	Sentra 4 puertas	328	4,836	6,729	9,238	8,106	9,434	12,521	51,405
C-A	Tsubame	621	857	829	838	651	436	418	4,437
SC-B	Tsuru 2	845	1,502	147	-	-	-	-	2,054



	puertas								
SC-B	Tsuru 4 puertas	6,679	7,270	14,444	22,037	20,542	25,244	28,904	125,560
D-A	Tsuru SR	95	391	-	-	-	-	-	1,437

Fuente: Resultado de multiplicar (Porcentaje de representación nacional por tipo de automóvil y marca) por (Volumen de ventas de automóviles por modelo a la red de distribuidores en la República Mexicana). Ambos de la marca Nissan. Por año y por modelo de automóvil.

Simbología: SC-A: Subcompacto Tipo A, SC-B: Subcompacto Tipo B, C-A: Compacto Tipo A, C-B: Compacto Tipo C, L-A: Lujo Tipo A, L-B: Lujo Tipo B, L-C: Lujo Tipo C, D-A: Deportivo Tipo A, D-B: Deportivo Tipo B, D-C: Deportivo Tipo C.

De los Cuadros 3.2.3 y 3.2.4 se pueden seleccionar los dos automóviles más vendidos por marca, quedando como sigue:

*Cuadro 3.2.5 Volumen de ventas y porcentaje de mercado de los automóviles más vendidos en el Distrito Federal por marca y modelo*

Marca	Modelo	Categoría	Unidades	Porcentaje
Nissan	Tsuru 4 pts	Subcompacto	125,560	13.88
General Motors	Chevy	Subcompacto	93,421	10.44
		Total	218,981	24.32

Estos dos modelos representan más del 24% de los automóviles vendidos en el Distrito Federal en el periodo de 1995-2001. Es por ello se propone la realización de la evaluación en el asiento del conductor de los dos modelos (Tsuru 4 puertas y Chevy).

### Estructuras de los asientos

En México, la industria automotriz ha producido en el periodo de 1995 al 2001, según INEGI, más de 1 millón 900 mil automóviles para el mercado mexicano, con ello la industria de autopartes se ha visto beneficiada, entre ellas las productoras de asientos para automóviles.

Desgraciadamente es difícil llegar a volúmenes de producción de asientos, ya que no existen datos individuales que se puedan manejar, sino que solo se le hace referencia en el bloque de industria de autopartes, según una entrevista realizada a Omar Zúñiga, Director de Estudios Económicos de la Industria Nacional de Autopartes.

En las productoras de asientos, el proceso de diseño y de especificaciones son dadas por las manufactureras solicitantes. No existen normas mexicanas que regulen los asientos pero si las hay internacionales, que son las exigidas cuando se va a exportar la producción.

En otra entrevista, Bettina Korenye Leidolf, Directora de Mercadotecnia del Grupo Volkswagen México, afirma que en el caso de los autos importados, a éstos no se les ajustan los asientos o algún otro componente del interior del automóvil, solamente se ajustan las alturas de las carrocerías para que puedan circular los móviles.

### Análisis de las versiones de los modelos.

De los dos modelos de automóviles seleccionados, se analizaron las versiones que existían para verificar la homogeneidad de los asientos, existiendo sólo la diferencia en los materiales de las vestiduras, como se presenta en el siguiente cuadro.

*Cuadro 3.2.6. Materiales de los asientos según marca, modelo y versión*

Marca	Modelo	Versión	Materiales
Nissan	Tsuru	GS I	Llakar
		GS II	Velour



General Motors	Chevy	Pop 3 puertas	Velour
		Pop 5 puertas	

Fuente: Distribuidores Nissan y General Motors.

### Funciones a evaluar

Se realizará la evaluación desde la perspectiva de la antropometría, fisiología y biomecánica como se puede observar en el siguiente cuadro.

*Cuadro 3.2.7 Funciones a evaluar por disciplina*

Disciplina	Aporte al estudio
Antropometría	Relación dimensiones antropométricas-objeto.
Fisiología	Contracción muscular al conducir.
Biomecánica	Presión interdiscal en L5/S1.

De igual forma se buscará establecer el grado de comodidad y revisar algunas consideraciones relacionadas con el asiento del automóvil, como se observó en el cuadro 3.1.7. Cada una de estas técnicas será explicada en el paso de **Diseño de instrumentos y procedimientos**.

### Definición de usuarios

La definición de los usuarios se discutió con el equipo interdisciplinario y se llegaron a los resultados expuestos en el Cuadro 3.3.1. Con ello se tratará de seleccionar a los más adecuados.

*Cuadro 3.3.1 Características de los usuarios*

Concepto	Características
Tiempo de conducir automóvil estándar	Mínimo un año
Lugar de residencia	Ciudad de México
Edad	Entre los 20 y 34 años
Problemas de espalda	De ningún tipo
Altura máxima (mm)	Mujer: 1658 Hombre: 1780
Peso máximo (kg)	Mujeres: 88 Hombres: 97.3

Nota: La altura máxima y el peso máximo se consideran del 95 percentil que propone Ávila et al. (2001) pp. 83 y 87. Debido a que el número aproximado de usuarios podrían ser reducido, se proponen esas medidas para que las dimensiones antropométricas obtenidas se encuentren dentro de los rangos de los estudios realizados con anterioridad.

## Selección de pruebas ergonómicas

Debido a la especialización del equipo de trabajo y los equipos y herramienta disponible se decidieron aplicar las técnicas ergonómicas expuestas en el siguiente cuadro.

*Cuadro 3.4.1 Técnicas ergonómicas seleccionadas*

Técnica ergonómica	Justificación
Antropometría	Comparar las dimensiones antropométricas de los usuarios con las medidas de los asientos de los automóviles comparados.
Presión interdiscal	Estimar la presión interdiscal ejercida en L5/S1, debido al ajuste que los usuarios deben hacer al asiento para que adopten una posición fácil y cómoda al conducir.
Electromiografía (EMG)	Calcular la estimulación eléctrica que producen los músculos lumbares debida al ajuste que los usuarios deben hacer al asiento para que adopten una posición fácil y cómoda al conducir.

### Descripción de las pruebas ergonómicas a utilizar

#### Antropometría

En esta parte se obtendrán las medidas de los usuarios que se presentan en el Cuadro 3.4.2. El requerimiento de este tipo de información tiene dos fines, el primero es para compararla con tablas de referencia tanto de mexicanos como de otras nacionalidades y el segundo, cotejarla con las dimensiones del

*Cuadro 3.4.2 Medidas antropométricas a utilizar en la evaluación*

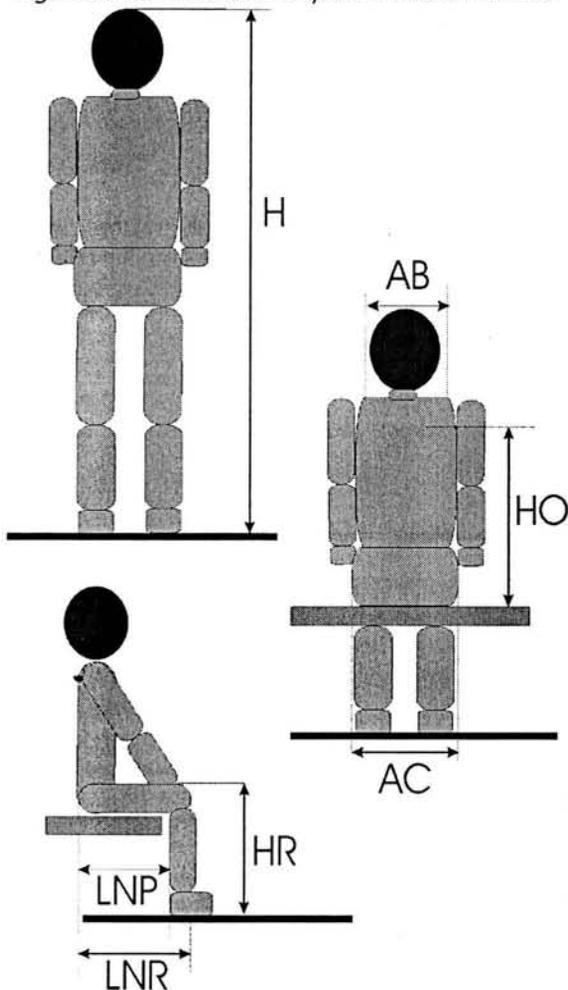
Medida	Descripción	Utilidad	Dimensión del asiento a comparar
Talla	Distancia vertical máxima del vértex al suelo, estando el usuario en posición de pie con la cabeza orientada al plano de Frankfurt.	Dato general de referencia para comparar con otros estudios ya realizados.	Ninguna
Altura omóplato sentado	Distancia que va del vértice del omóplato a la base del asiento con el usuario sentado normal.	Nivel adecuado para la altura del respaldo.	Altura del respaldo con respecto a la base del asiento.
Altura de la rodilla	Longitud del punto pantalar superior de la rodilla al piso.	Espacio mínimo entre el piso y el volante.	Altura mínima del volante con respecto a la base del automóvil. Y la altura máxima de la base del asiento en su parte anterior.
Anchura biacromial	Es la distancia entre el acromio derecho e izquierdo del sujeto.	Compararla con la anchura superior del respaldo del asiento.	Ancho máximo del respaldo en su parte superior.
Anchura de caderas sentado	Es la distancia máxima comprendida entre la parte más lateral a nivel de la nalga de un lado hasta el punto contrario con el sujeto en posición sedente.	Compararla con la anchura anterior de la base del asiento y la inferior del respaldo.	Ancho del respaldo e su parte inferior.

Cuadro 3.4.2 Continuación ...

Longitud nalga rodilla	Es la longitud mayor entre el punto más anterior de la rodilla y el punto más posterior de la nalga (glúteo patelar medio) con el sujeto en posición sedente.	Espacio mínimo entre el respaldo y el volante.	Distancia entre la parte posterior de la base del asiento hasta la proyección de la altura mínima del volante.
Longitud nalga poplíteo	Es la longitud mayor comprendida de la parte más posterior de la nalga (glúteo) al encuentro del músculo biceprural y el hueco poplíteo (punto poplíteo) con el sujeto en posición sedente.	Compararla con la profundidad de la base del asiento.	Profundidad del asiento.

Las medidas se obtendrán según muestra la siguiente figura.

Figura 3.4.1 Medidas antropométricas en estudio



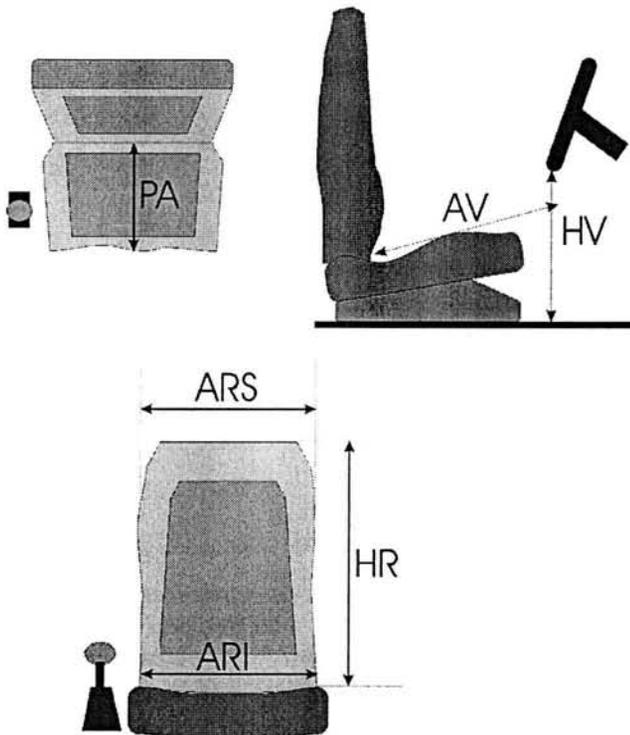
Simbología: H=Talla, AB=Anchura biacromial, HO=Altura omóplato, AC=Anchura cadera sentado, HR=Altura rodilla, LNP=Longitud nalga poplíteo y LNR=Longitud nalga rodilla

Las medidas antropométricas obtenidas, serán comparadas con las dimensiones de los asientos que se presentan a continuación:

- Altura del respaldo con respecto a la base del asiento.
- Altura mínima del volante con respecto a la base del automóvil.
- Altura máxima de la base del asiento en su parte anterior.
- Ancho máximo del respaldo en su parte superior.
- Ancho del respaldo en su parte inferior.
- Distancia máxima entre la parte posterior de la base del asiento hasta la proyección de la altura mínima del volante.
- Profundidad del asiento.

Estas mediciones se obtendrán como se muestra en la figura siguiente.

*Figura 3.4.2 Localización de las medidas tomadas a los asientos*



Simbología: PA=Profundidad del Asiento, AV=Distancias entre la parte posterior de la base del asiento hasta la proyección de la altura mínima del volante, HV=Altura mínima del volante con respecto al piso del automóvil, ARS=Ancho máximo del respaldo en la parte superior, ARI=Ancho máximo del asiento en su parte inferior y HR=Altura del respaldo.

### Presión interdiscal

Para calcular la presión interdiscal en los discos Lumbar 5/Sacro 1 (L5/S1) se utilizará el programa 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP) Versión 4.1. Este programa está basado en el algoritmo descrito en el libro de Occupational Biomechanics, publicado por J. Wiley & Sons, en 1984 y desarrollado por la Universidad de Michigan, Estados Unidos. El algoritmo está basado en las investigaciones de las posturas adoptadas por individuos cuando éstos se encuentran manipulando cargas. Para la presente evaluación, se utiliza con cargas igual a cero, para que el programa sólo se considere la posición del individuo. En la Figura 3.4.3, se presentan las pantallas en donde se visualizan la posición superior, frontal y lateral que el usuario adopta al conducir. De igual forma se pueden observar los géneros masculino y femenino que considera el programa (véanse Figuras 3.4.4 y 3.4.5).

Figura 3.4.3 Vistas superior, frontal y lateral que adopta el usuario al conducir

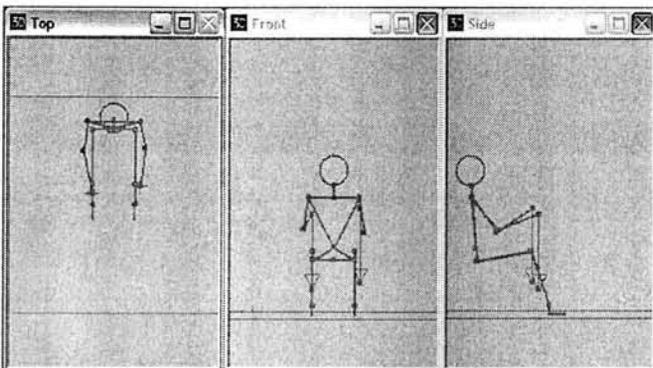


Figura 3.4.4 Consideración del género masculino en 3DSSPP

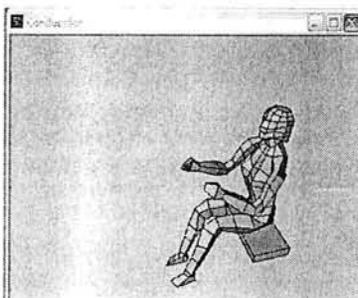
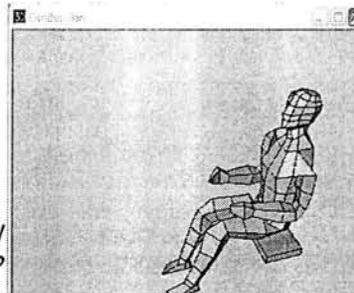


Figura 3.4.4 Consideración del género femenino en 3DSSPP

Las Figuras 3.4.6 y 3.4.7 son las pantallas del programa en donde se capturan los datos antropométricos y los ángulos adoptados por los usuarios al posicionarse en el asiento, respectivamente. Y por último, en la Figura 3.4.8, demuestra la pantalla de resultados. En ella se puede notar la compresión total en Newtons que se ejerce en L5/S1.

Figura 3.4.6 Pantalla de introducción de datos antropométricos y de género

**Anthropometry**

Gender  
 Male  Female

Height and Weight  
 95th  
 50th  
 5th  
 Data Entry

Height: 155 Cm  
 Weight: 51 Kg

Maintain Hand Positions

OK Cancel

Figura 3.4.7 Pantalla de introducción de ángulos medidos

**Joint Angles**

	Left		Right	
	Horz	Vert	Horz	Vert
Fore Arm	97	32	103	20
Upper Arm	78	-54	80	-48
Upper Leg	190		190	
Lower Leg	110		110	

Trunk Angles  
 Flexion: 95  
 Axial Rotation: 0  
 Lateral Bending: 0

Increment  
 1  5  10  15  20  25

Neutral Posture  
 Redraw  
 Undo  
 OK  
 Cancel

Symmetry

Figura 3.4.8 Pantalla de presentación del cálculo de la fuerza de compresión en L5/S1

**Sagittal Plane Lowback Analysis**

Description  
 Company: Universidad Autonoma del Estado de Morelos, Analyst: Individuo A, Date: 05/18/04  
 Task: Conduccion  
 Gender: Female, Percentile: None, Height: 155.0 Cm, Weight: 51.0 Kg  
 Comment: Tsuru

Compression Force at L5/S1:		
Total Compression (N):	281	+/- 6
Components		
Erector Spinae:	81	+/- 6
Rectus Abdominus:	0	+/- 0
Abdominal:	0	
Hand Loads:	0	
Upper Body Weight:	200	

Shear Force at L5/S1	
Total Shear (N):	128
Components	
Sagittal Plane:	128
Frontal Plane:	0

Estimated Ligament Strain (%): 3.88

3DSSPP[ 4.1], Copyright 1997, The Regents of the University of Michigan, ALL RIGHTS RESERVED

Para poder calcular la presión interdiscal, el programa necesita de las medidas de los ángulos formados en brazos, antebrazos, tronco, muslos y piernas. Para lograr esto, se midieron los ángulos formados por los brazos, antebrazos y tronco por medio de un goniómetro pequeño. En el caso de los muslos y las piernas se establecieron los ángulos de  $190^\circ$  y  $110^\circ$  respectivamente, por dos razones, la primera es que como se encuentran debajo de L5/S1 su efecto no es significativo en la presión interdiscal y segundo, que son los ángulos que los usuarios tomaban al sentarse en el asiento. Recordando que la base del asiento no se mueve verticalmente solo horizontalmente, o sea, solo se desplaza en línea recta. Los ángulos fueron tomados bajo los criterios expuestos en las siguientes figuras.

Figura 3.4.9 Medida del cálculo del antebrazo horizontal.

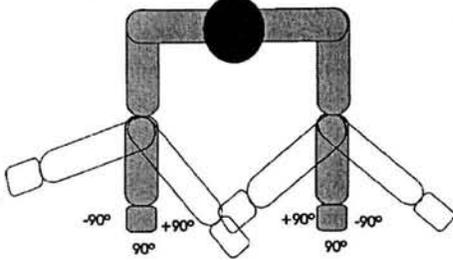


Figura 3.4.12 Medida del cálculo del brazo horizontal.

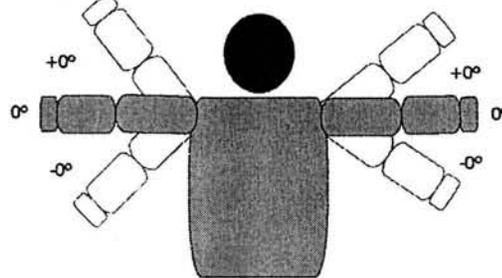


Figura 3.4.10 Medida del cálculo del antebrazo vertical.

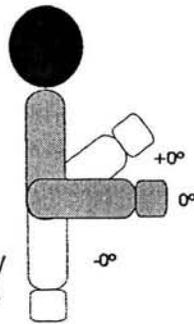


Figura 3.4.13 Medida del cálculo de la inclinación del tronco.

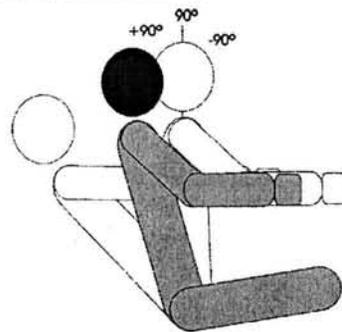
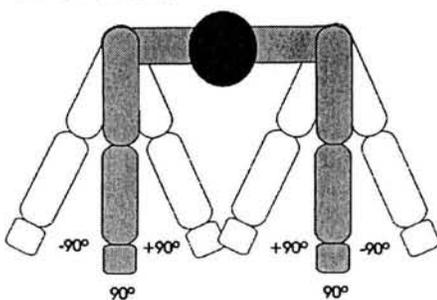


Figura 3.4.11 Medida del cálculo del brazo horizontal.



## Electromiografía

Como se mencionó anteriormente, se van a realizar estudios electromiográficos por medio de un bioretroalimentador.

La bioretroalimentación es una técnica en la que se monitorea en tiempo real las respuestas fisiológicas que experimentan los individuos cuando realizan alguna actividad física o mental. Para lograr el anterior objetivo, se le conectan al individuo sensores analógicos que registran los pulsos eléctricos para que sean enviados al convertidor de datos analógicos a digitales (CAtoD); que en este caso se llama ProComp+ (véase Figura 3.4.14) por medio de una fibra óptica (FO), para que inmediatamente se transmitan a una computadora, en la que se registran los datos y los representa gráficamente, como se muestra en la Figura 3.4.15.

Figura 3.4.14 Convertidor de señal análogo digital (CAtoD) marca ProComp+ utilizado para el estudio

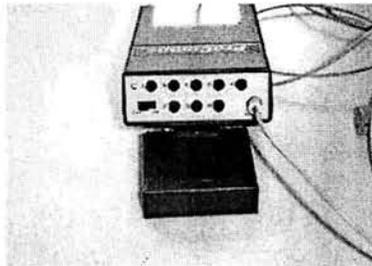


Figura 3.14.15 Proceso de bioretroalimentación

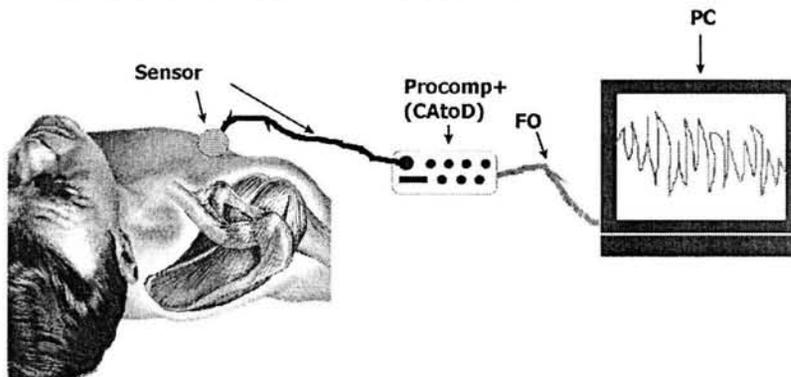


Ilustración de Setter, Frank H. 1997.

Con respecto a electromiografía (EMG), esta mide la actividad muscular detectada y amplificada de los pequeños impulsos eléctricos que son generados por las fibras musculares cuando hacen contacto entre sí, al tener movimiento. El número de fibras que son requeridas durante cualquier contracción depende de la fuerza requerida para realizar el movimiento. Porque, la intensidad (amplitud) de la señal eléctrica registrada es proporcional a la fuerza de la contracción. Los sensores capturan los pulsos eléctricos en frecuencias arriba de los 500 Hertz (HZ) y automáticamente los convierte en la raíz cuadrada media (RMS), haciéndose una rectificación análoga dentro del convertidor ProComp+. Dentro de éste último, el sensor de EMG es muestreado 32 veces por segundo durante toda la prueba.

### Programa del bioretroalimentador

El Biograph Monitoring and Biofeedback System Versión 2.1 fue desarrollado por Hartsuiker, Edwin, Hol-tij, Herald y Allen, Tom para la empresa Though Technology en el año de 1999. Como se puede observar en la Figura 3.4.16, el sistema mide la conductividad eléctrica de los músculos y los expresa en micro voltios. En la Figura 3.4.17 se presentan los datos numéricos obtenidos en forma gráfica, dividida en tiempos o por estaciones de medición. La Figura 3.4.18 es la pantalla en donde se dan de alta en el programa a los usuarios y en la Figura 3.4.19 se puede observar el reporte estadístico que se da como resultado, posterior a la prueba.

Figura 3.4.16 Pantalla de presentación de electromiografía en forma de recorrido

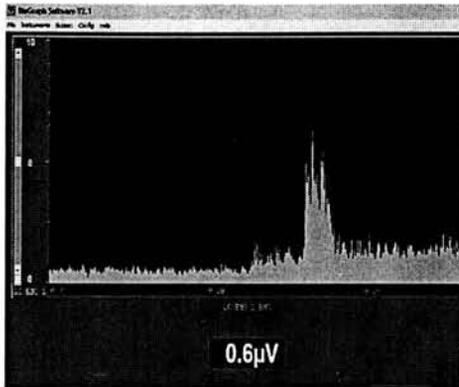


Figura 3.4.17 Pantalla de presentación de electromiografía en forma de gráfica

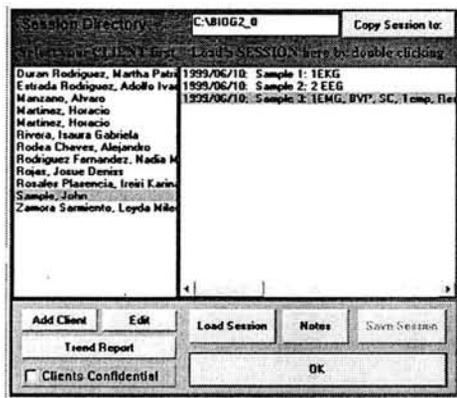
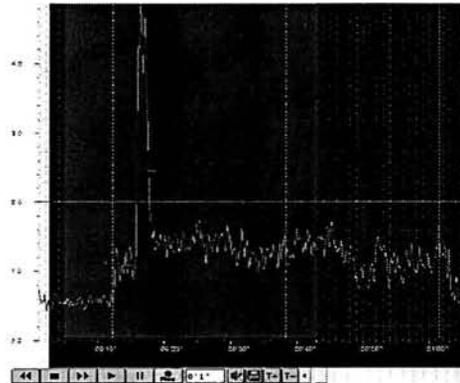


Figura 3.4.18 Pantalla de ingreso de individuos al sistema

Figura 3.4.19 Pantalla de reporte estadístico del estudio realizado

Statistical Report								
Current date and time: Wed May 19 02:03:14 2004								
Client Name: John Sample ID: 1								
Session date: 1999/06/10 (Sample 3: 1EMG, BVP, SC, Temp, Resp.)								
Time range: 00'03" to 01'33" (total of 01'30")								
- User Defined - statistics:								
Channel:	Units:	Min.	Peak.	Thresh.	Abv.Th	Mean	Std.Dev	Coeff.V.
1:EMG 1 RMS	µV	0.26	6.31	2.00	2.7%	1.05	0.59	0.57

### Músculo analizado

Para el estudio se analizó el músculo thoracolumbar fascia ya que es el que se encuentra en la parte superficial de la zona lumbar. Como se puede observar en la Figura 3.4.20.

Figura 3.4.20 Localización del músculo estudiado

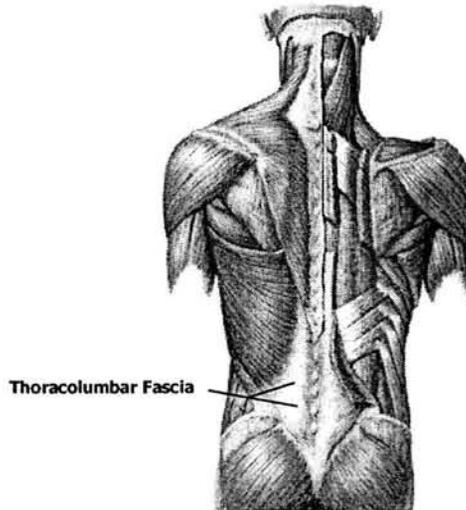


Ilustración de Setter, Frank H. 1997.

### Plano de recorrido

Para poder realizar la prueba fisiológica se necesita que el usuario conduzca o recorra un trayecto con los dos autos previamente seleccionados. Es por ello que se propone el trayecto presentado en la Figura 3.4.20. Éste fue seleccionado debido que tiene rampas, vueltas cerradas, recorridos lineales y vueltas en U. El recorrido se dividió en 37 estaciones o segmentos diferentes, los cuales dependieron de la forma del espacio en donde se harán las pruebas. Todo ello es para buscar los segmentos de recorrido en donde se encuentren las mayores estimulaciones eléctricas en el músculo estudiado.

En el Cuadro 3.4.3 se enumeran las estaciones establecidas para la evaluación, con el inicio y fin de cada una de ellas.

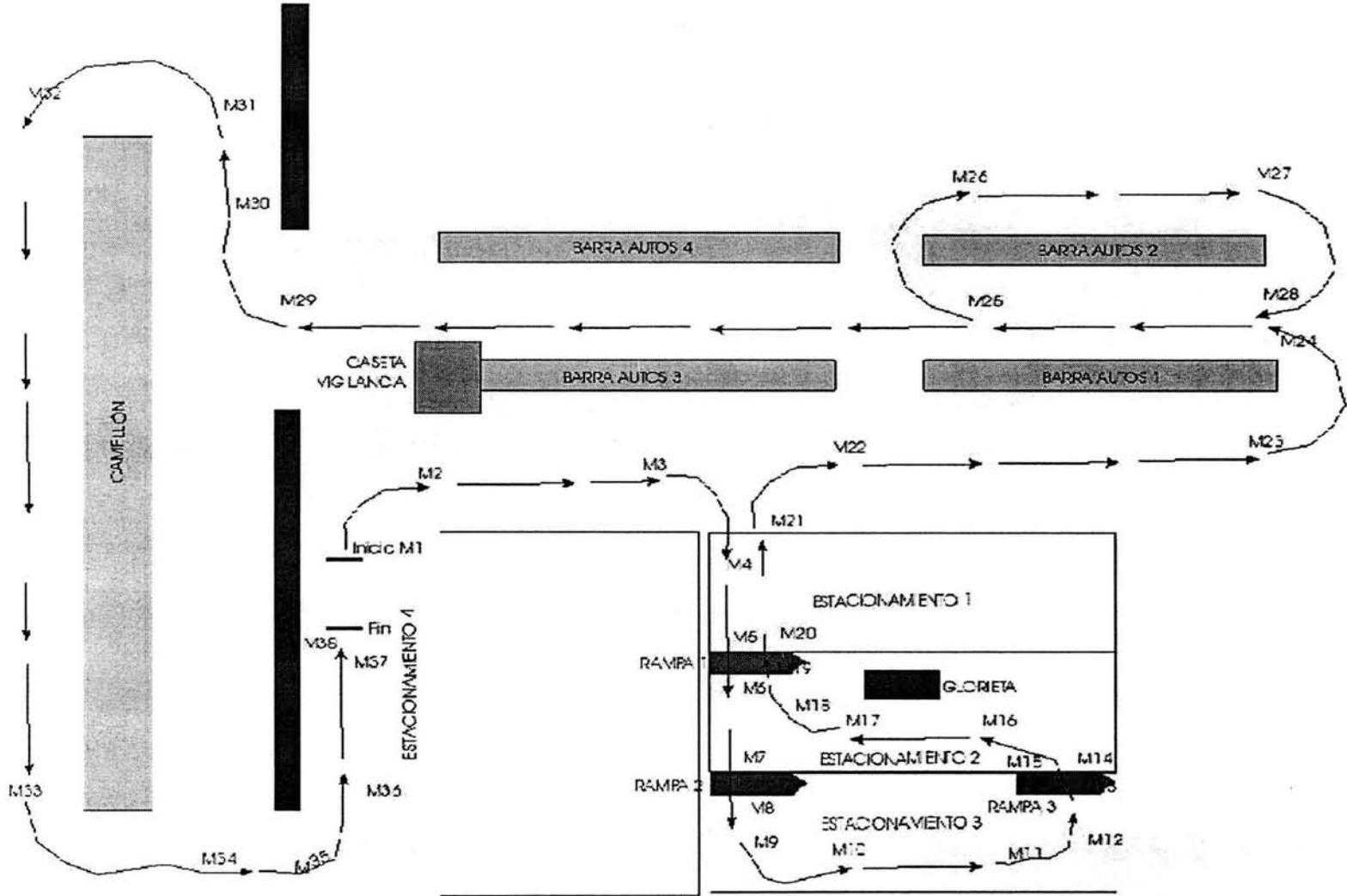
Cuadro 3.4.3 Estaciones en las que se divide el trayecto

Estación	Inicio	Descripción	Fin	Descripción
E1	M1	Salida	M2	Término vuelta salida
E2	M2	Término vuelta salida	M3	Inicio vuelta estacionamiento 1
E3	M3	Inicio vuelta estacionamiento 1	M4	Término vuelta estacionamiento 1
E4	M4	Término vuelta estacionamiento 1	M5	Inicio rampa 1 ida
E5	M5	Inicio rampa 1 ida	M6	Término rampa 1 ida
E6	M6	Término rampa 1 ida	M7	Inicio rampa 2
E7	M7	Inicio rampa 2	M8	Término rampa 2
E8	M8	Término rampa 2	M9	Inicio vuelta estacionamiento 3 izquierda

Cuadro 3.4.3 Continuación...

E9	M9	Inicio vuelta estacionamiento 3 izquierda	M10	Término vuelta estacionamiento 3 izquierda
E10	M10	Término vuelta estacionamiento 3 izquierda	M11	Inicio vuelta estacionamiento 3 derecha
E11	M11	Inicio vuelta estacionamiento 3 derecha	M12	Término vuelta estacionamiento 3 derecha
E12	M12	Término vuelta estacionamiento 3 derecha	M13	Inicio rampa 3
E13	M13	Inicio rampa 3	M14	Término rampa 3
E14	M14	Término rampa 3	M15	Inicio vuelta estacionamiento 2 derecha
E15	M15	Inicio vuelta estacionamiento 2 derecha	M16	Término vuelta estacionamiento 2 derecha
E16	M16	Término vuelta estacionamiento 2 derecha	M17	Inicio vuelta estacionamiento 2 izquierda
E17	M17	Inicio vuelta estacionamiento 2 izquierda	M18	Término vuelta estacionamiento 2 izquierda
E18	M18	Término vuelta estacionamiento 2 izquierda	M19	Inicio rampa 2 regreso
E19	M19	Inicio rampa 2 regreso	M20	Término rampa 2 regreso
E20	M20	Término rampa 2 regreso	M21	Inicio vuelta barra autos 1 izquierda
E21	M21	Inicio vuelta barra autos 1 izquierda	M22	Término vuelta barra autos 1 izquierda
E22	M22	Término vuelta barra autos 1 izquierda	M23	Inicio vuelta U barra autos 1 derecha
E23	M23	Inicio vuelta U barra autos 1 derecha	M24	Término vuelta U barra autos 1 derecha
E24	M24	Término vuelta U barra autos 1 derecha	M25	Inicio vuelta U barra autos 2 izquierda
E25	M25	Inicio vuelta U barra autos 2 izquierda	M26	Término vuelta U barra autos 2 izquierda
E26	M26	Término vuelta U barra autos 2 izquierda	M27	Inicio vuelta U barra autos 2 derecha
E27	M27	Inicio vuelta U barra autos 2 derecha	M28	Término vuelta U barra autos 2 derecha
E28	M28	Término vuelta U barra autos 2 derecha	M29	Inicio vuelta salida
E29	M29	Inicio vuelta salida	M30	Término vuelta salida
E30	M30	Término vuelta salida	M31	Inicio vuelta U camellón derecha
E31	M31	Inicio vuelta U camellón derecha	M32	Término vuelta U camellón derecha
E32	M32	Término vuelta U camellón derecha	M33	Inicio vuelta U camellón izquierda
E33	M33	Inicio vuelta U camellón izquierda	M34	Término vuelta U camellón izquierda
E34	M34	Término vuelta U camellón izquierda	M35	Inicio vuelta entrada a estacionamiento 4
E35	M35	Inicio vuelta entrada a estacionamiento 4	M36	Término vuelta entrada a estacionamiento 4
E36	M36	Término vuelta entrada a estacionamiento 4	M37	Inicio estacionarse
E37	M37	Inicio estacionarse	M38	Término estacionarse

Figura 3.4.20 Diagrama de trayecto para la evaluación



## Diseño de instrumentos y procedimientos

Los instrumentos de medición que se van a utilizar en la investigación se presentan en el Cuadro 3.5.1.

*Cuadro 3.5.1 Instrumentos a utilizar*

Instrumento	Uso
Goniómetro	Servirá para obtener los ángulos de las diferentes articulaciones e inclinación del respaldo del asiento.
Regla común	Se utilizará para medir el desplazamiento horizontal del asiento
Bioretroalimentador	Equipo que mide la electromiografía en la zona lumbar del individuo mientras éste conduce
Programa 3DSSPP	Calcula la presión interdiscal en L5/S1.
Antropómetro	Instrumento que servirá para la obtención de alturas, anchuras y longitudes de los individuos.
Banco antropométrico	En él, los individuos adoptarán la posición sentado y haciendo más eficiente y controlada la medición antropométrica.
Regleta de antropómetro	Disponible para obtener las longitudes antropométricas de nalga-rodilla y nalga-poplítea.

De igual forma, los procedimientos para recolectar los datos obtenidos por los instrumentos serán las siguientes listas de verificación, formatos de recolección y cuestionarios complementarios que ayudarán a la interpretación de los resultados.

*Cuadro 3.5.2 Procedimientos a utilizar en la evaluación.*

Formato	Nombre	Descripción	Contenido
ABF-1	Invitación	Invitación para participar en el estudio.	Ninguno
ABF-2	Selección	Forma de seleccionar a los individuos que tengan las características deseadas para el estudio.	Nombre Edad Estatura Peso Problemas físicos (ningún problema en la espalda) Tiempo de conducir automóvil de transmisión estándar Tiempo disponible para el estudio
ABF-3	Expediente	Datos generales del individuo.	ID Nombre Teléfono Dirección Mail Edad Sexo Peso Estatura Tiempo de conducir Automóvil Salud Horario disponible Citas

Cuadro 3.5.2 Continuación...

ABF-4	Carta de consentimiento informado	Se le presenta la descripción del proyecto al individuo y se le pide su autorización para realizar las pruebas.	Nombre, Firma y Fecha
ABF-5	Cédula antropométrica	Cédula para levantamiento de los datos antropométricos	Nombre ID Fecha Edad Género Antropometrista Anotador Observador Observaciones Altura en posición sentado de: Omóplato Rodilla Anchuras de: Biacromial Cadera sentado Longitudes de: Nalga – Rodilla Nalga – Poplítea
ABF-6	Ajuste de asiento y recorrido	Explicación de los ajustes que se pueden hacer en el asiento y sus consideraciones.	Ninguno
ABF-7	Ajustes del asiento para ajustes	Consideraciones del usuario para ajustar el asiento.	Nombre ID Fecha Automóvil Palanca de velocidades Distancia al volante Retrovisores Ángulo de visión Alcance a los pedales
ABF-8	Condiciones generales del asiento	Aplicación de las recomendaciones generales que se deben considerar cuando alguna persona se sienta en el asiento del automóvil.	Nombre ID Fecha Automóvil Movimiento de la base del asiento Base del asiento Altura de la base del asiento Ángulo de la base Ángulo del respaldo Ancho del respaldo Altura del respaldo Soporte lumbar Cabecera Forma del asiento Controles de ajuste Acceso

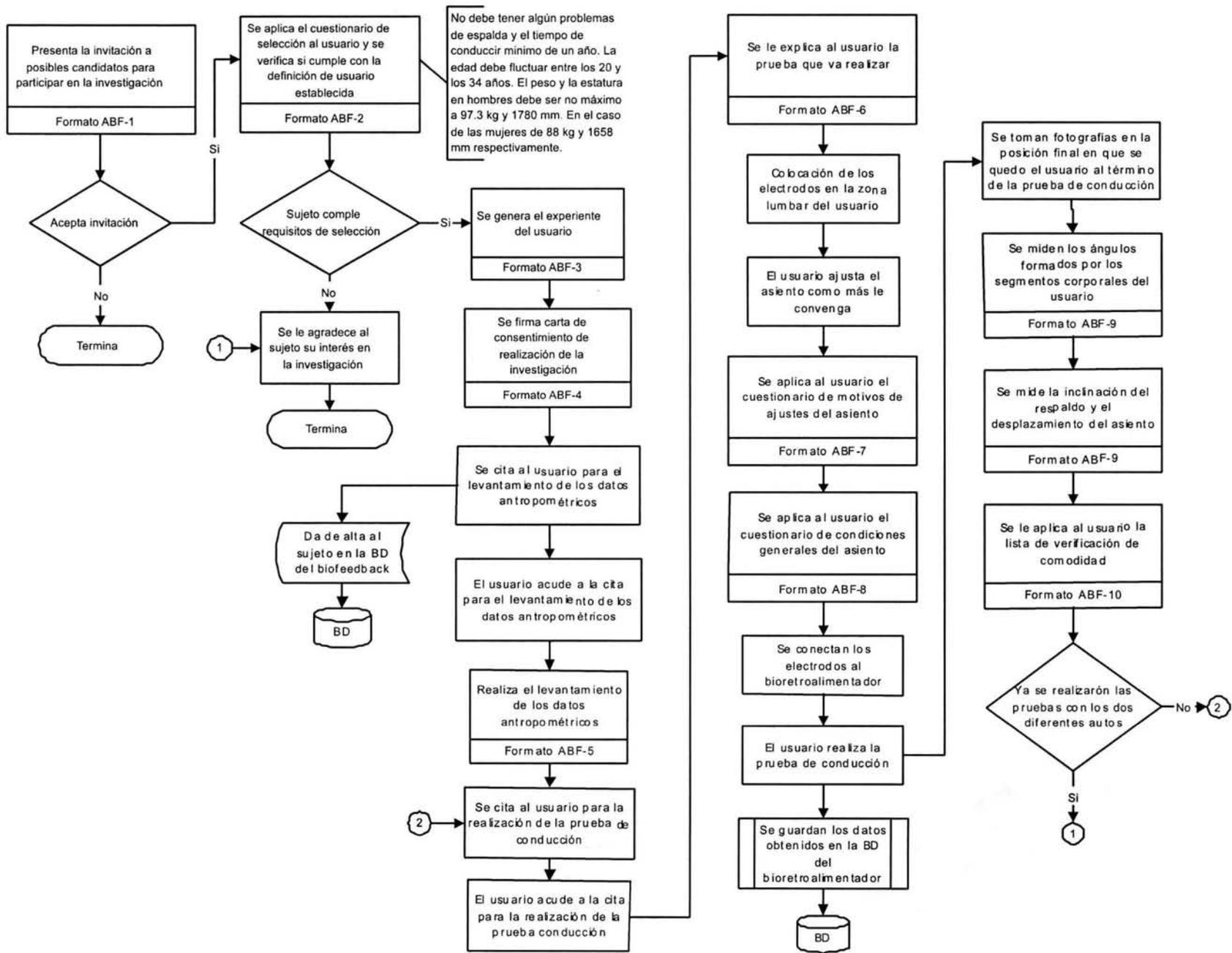
Cuadro 3.5.2 Continuación...

ABF-9	Medición de ángulos y desplazamiento	Recolección de los datos de la ubicación de los segmentos para el cálculo de la presión interdiscal en L5/S1.	<p>Nombre ID Fecha Automóvil</p> <p>Ángulo del antebrazo derecho horizontal Ángulo del antebrazo derecho vertical Ángulo del brazo derecho horizontal Ángulo del brazo derecho vertical Ángulo del antebrazo izquierdo horizontal</p> <p>Ángulo del antebrazo izquierdo vertical Ángulo del brazo izquierdo horizontal Ángulo del brazo izquierdo vertical Ángulo del tronco Desplazamiento Observaciones</p>
ABF-10	Prueba de comodidad	Se detectará en que partes del cuerpo el usuario experimenta alguna incomodidad.	<p>Nombre ID Fecha Automóvil</p> <p>Cuello y cabeza Hombros Espalda alta Brazos y manos Glúteos Piernas Rodillas Talones y pies</p>

Nota: ID significa Identificador

La forma en que se va a realizar la evaluación encuentra en la Figura 3.5.1. Como se menciona en la descripción de la metodología, se tratará de seguir todo el procedimiento que propone el método.

Figura 3.5.1 Diagrama de flujo del método a utilizar en la evaluación





## Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto con el fin de evaluar los instrumentos de medición y siguiendo el método propuesto para la evaluación.

En el estudio participaron tres usuarios que tenían las siguientes características:

*Cuadro 3.6.1 Descripción promedio de los usuarios de la prueba piloto*

Edad	28 años 5 meses
Género	Dos hombres y una mujer
Tiempo de conducir	Ocho años
Automóvil	Dos poseen un automóvil
Tiempo de uso diario	Un usuario de <b>31 a 60</b> minutos y dos usuarios de <b>61 a 120</b> minutos
Tipo de transmisión	Estándar
Actividades	Dos realizan actividad física (football y natación), dos no fuman y también usan lentes. Todos ingieren alcohol.

### Modificaciones realizadas

A continuación se presentan las modificaciones que se le hicieron a varios formatos y al igual que su motivo. Los formatos que no aparecen en la Cuadro 3.6.2, no fueron modificados. Los formatos, se encuentran en la sección de Anexos.

*Cuadro 3.6.2 Modificaciones realizadas a Listas de verificación, formatos de recolección y cuestionarios complementarios a utilizar en la evaluación*

Formato	Variable	Motivo	Status
ABF-3 Expediente	Tiempo de conducir en meses.	Ninguno de los individuos sabía exactamente la fecha en que empezó a conducir, así que este dato lo suponían.	Eliminado
	Modelo de automóvil.	No tiene relevancia para el estudio.	Eliminado
	Tiempo de conducción diaria	Se cambia de opciones a pregunta abierta, para no limitar la respuesta y tener un dato más real.	Modificado
ABF-8 Condiciones generales	5.1 El respaldo deberá estar ligeramente inclinado.	Se observó que el asiento siempre es inclinado al conducir además que en Formato ABF-6: Ajuste de asiento y recorrido, se mide la inclinación del respaldo del asiento.	Eliminado
	6.1 Verificar que el respaldo es lo suficientemente ancho como para soportar el ancho de la espalda del usuario.	En el punto 6.3: la forma del respaldo no debe hacer que los hombros se encorven, se pueden resumir los puntos 6.1 y 6.2	Eliminado
	6.2 Verificar que los soportes laterales del respaldo no presionen a los hombros.		

	10.1 Verificar que cada forma del asiento se ajuste al usuario.	En los tres casos las respuestas son afirmativas, así que no existiría en ningún caso alguna variación.	Eliminado
	10.2 Verificar que el usuario puede asumir posturas cómodas sin que se deslice.		
	10.3 Verificar que todo el cuerpo este completamente alineado al volante del automóvil.		
	11.2 Verificar que los controles son fáciles de operar con una sola mano	En ambos caso la respuesta es afirmativa, así que no existiría alguna distinción o diferenciación.	Eliminado
	11.3 Si el auto es de dos puertas, verificar que no se necesiten ajustes cada vez que entre personas en la parte posterior del mismo.	Los dos autos son de cuatro puertas.	Eliminado
	12.1 Se deberá tener un fácil acceso al sentarse en el asiento del automóvil.	En ambos caso la respuesta es afirmativa, así que no existiría alguna distinción o diferenciación. Además que sería más defecto de la estructura del auto que del asiento.	Eliminado
ABF-10 Prueba de comodidad	Se eliminaron los tipos de incomodidad.	El tiempo de duración total de la prueba no es suficiente para que se registre un tipo de incomodidad del tipo propuesto.	Eliminado

En la prueba de electromiografía (EMG) se detectaron 12 puntos en donde se localizó la mayor actividad muscular como se muestra en la Figura 3.6.1. Por este motivo se decidió cambiar los 38 puntos por los 12 de mayor actividad muscular, como se muestra en la Figura 3.6.2. En la Figura 3.6.3, se presenta la localización de las estaciones definitivas en el plano de trayecto. Éstas son las que se utilizarán para realizar la evaluación de los asientos.

Figura 3.6.1. Marcas propuestas en la prueba de electromiografía (EMG) tomadas en la prueba

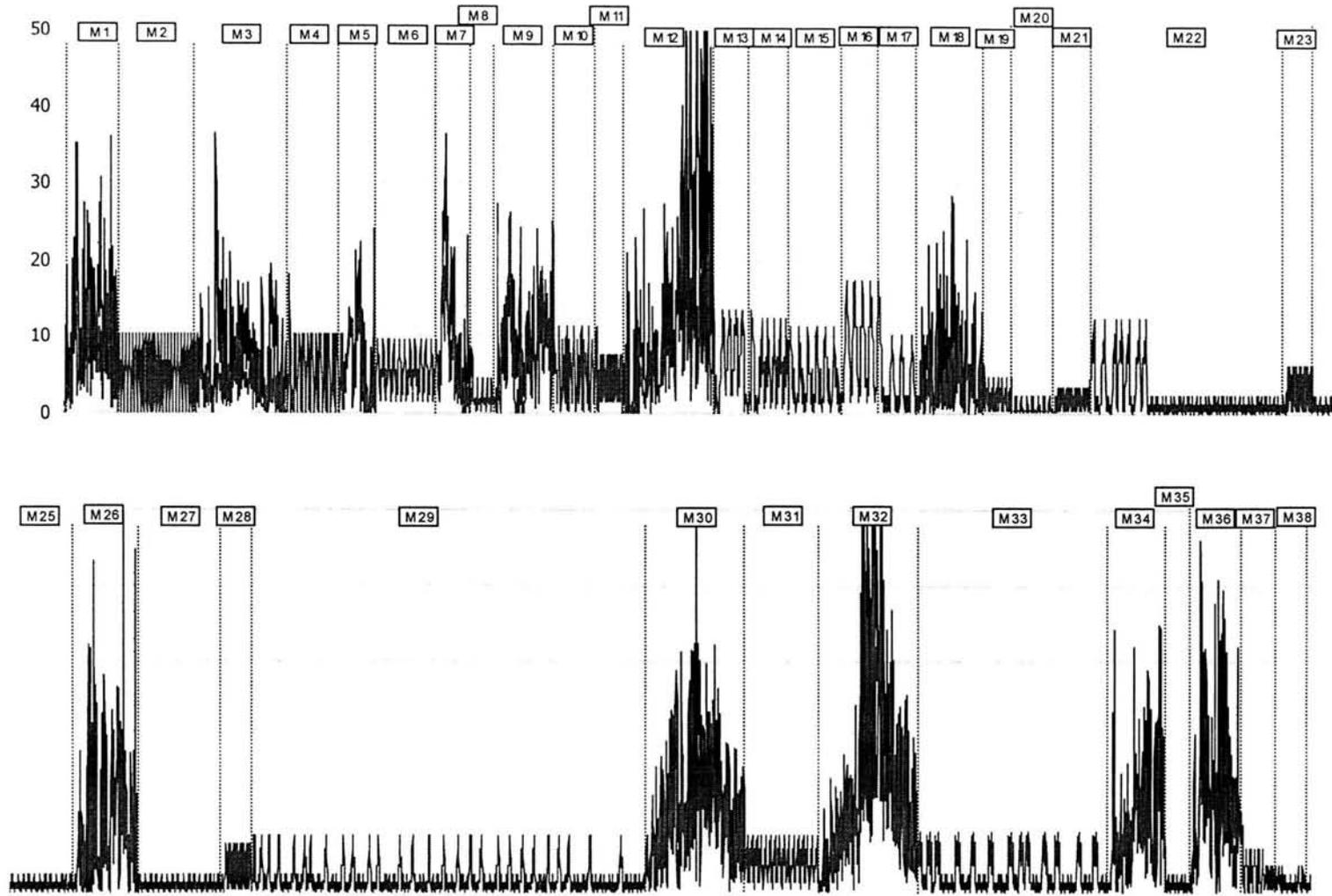


Figura 3.6.2 Marcas definitivas a utilizar en la prueba electromiografía (EMG) de la evaluación

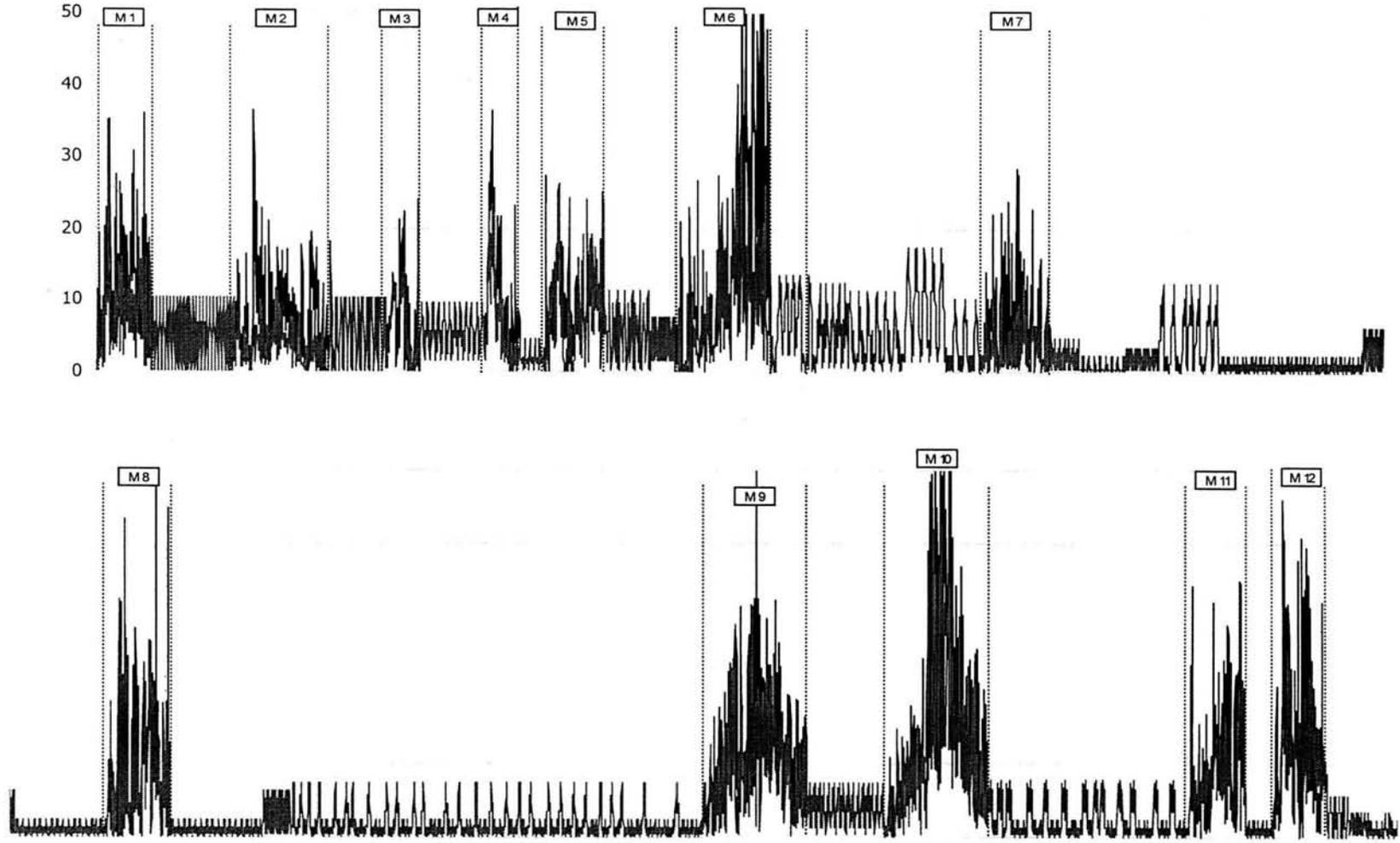
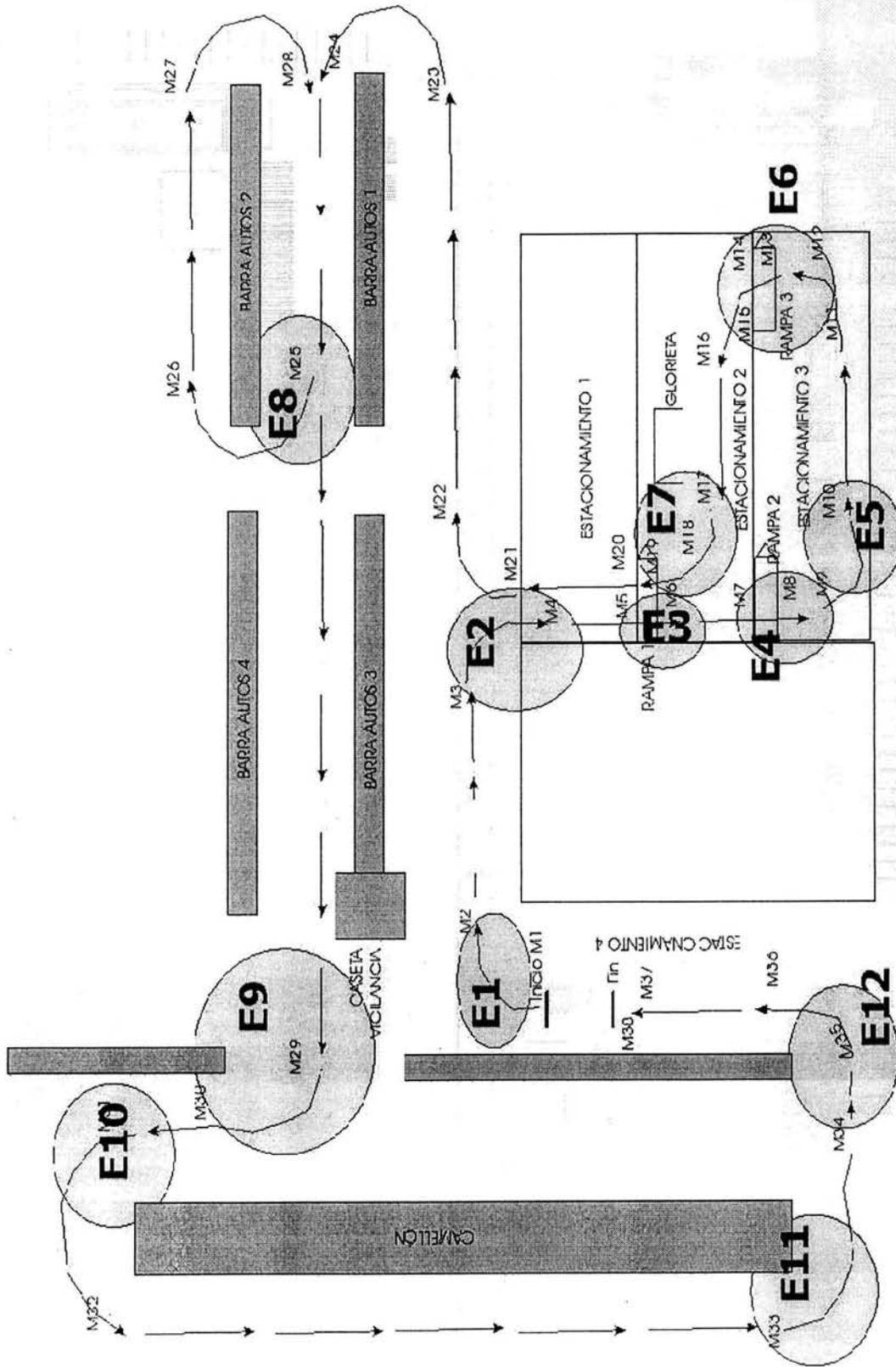


Figura 3.6.3 Localización de las estaciones definitivas en el plano de trayecto





## Estudio de campo

El Estudio de campo se realizó como se describió en las fases anterior de **Diseño de instrumentos y procedimientos**, considerando las modificaciones realizadas en la **Prueba piloto**.

### Comentarios

Fueron dos sesiones en donde se recolectó la información. Asistiendo seis usuarios en cada sesión. El estacionamiento en donde se realizó la evaluación se encontró despejado tanto de autos estacionados como de el paso de peatones, ayudando esto a normalizar el recorrido. A los usuarios se le posicionaban los electrodos en la zona lumbar para realizar la prueba con un auto y no se le quitaban hasta que terminara la prueba con el segundo automóvil.

A continuación se presentan los modelos de automóviles utilizados y la forma en que se posicionaron los electrodos a los usuarios.

*Figura 3.7.1 Posicionamiento de los electrodos en los usuarios participantes.*



*3.7.2 Automóvil Tsuru*



*3.7.2 Automóvil Chevy*





## Captura de datos

Para hacer más rápida la captura de datos después de su recolección, se decidió crear una base de datos en Microsoft® Access 2003 especial para el estudio. Se crearon ventanas que tienen gran semejanza con los formatos propuestos, con el fin de evitar errores o equivocaciones en el momento de capturar los datos como se muestran en las Figuras 3.8.1, 3.8.2, 3.8.3 y 3.8.4.

Después de la captura de la información en la base de datos, se exportaron a Microsoft® Excel para crear las tablas y gráficas necesarias. En los formatos ABF-5: Cédula antropométrica y ABF-3: Expediente, los datos se exportaron previamente al programa estadístico Intercooled Stata Versión 7, 2001, con el propósito de tener la estadística los datos antropométricos de la población más precisos y confiables, para su posterior análisis en Microsoft® Excel .

### Cédula Antropométrica



Figura 3.8.1 Formulario de la Cédula Antropométrica en la base de datos

ID:

Antropometrista:

Observador:

Anotador:

Observaciones:

Peso:  kg. Sexo  Masculino  Femenino

#### Medidas

##### Sentado

Omnóplato:  mm.

Rodilla:  mm.

##### Longitudes

Naiga-rodilla:  mm.

Naiga-popitea:  mm.

##### Anchuras

Biacromial:  mm.

Cadera:  mm.

Figura 3.8.2 Formulario de Ajustes de Asiento en la base de datos

### Ajustes del asiento

ID:

Automóvil:  Chevy  Tsuru

Palanca de velocidades  Alta  Media  Baja

Distancia al volante  Alta  Media  Baja

Retrovisores  Alta  Media  Baja

Ángulo de visión  Alta  Media  Baja

Alcance a pedales  Alta  Media



Figura 3.8.3 Formulario de la Prueba de Comodidad en la base de datos

## Prueba de comodidad

ID:

Investigador:

Automóvil:  Chevy  Tsuru

Cuello y cabeza:	<input type="text" value="8"/>
Hombros:	<input type="text" value="9"/>
Espalda alta:	<input type="text" value="9"/>
Brazos y manos:	<input type="text" value="8"/>
Espalda baja:	<input type="text" value="8"/>
Glúteos:	<input type="text" value="9"/>
Piernas:	<input type="text" value="7"/>
Rodillas:	<input type="text" value="7"/>
Talones y pies:	<input type="text" value="8"/>



Figura 3.8.4 Formulario de Medición de ángulos y desplazamiento

## Medición de ángulos y desplazamientos

ID:

Investigador:

Automóvil:  Chevy  Tsuru

Segmentos	Izquierdo		Derecho	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Antebrazo	<input type="text" value="97"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="91"/>	<input type="text" value="19"/>
Brazo	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="85"/>	<input type="text" value="61"/>	<input type="text" value="69"/>
Tronco	<input type="text" value="104"/>			
Desplazamiento	<input type="text" value="47.8"/>			



## Análisis y discusión de los resultados

Las medidas de tendencia central que se utilizarán para el análisis serán la media, desviación estándar (SD), valor máximo (Vmax) y valor mínimo (Vmin).

### Descripción de los usuarios

La muestra se trató de una población total de 12 usuarios, de los cuales 7 fueron hombres y 5 mujeres. La edad de los usuarios fluctuaba entre los 25 y los 34 años, con una media de 28.5 años y una desviación estándar de 2.65 años. El tiempo promedio de conducir automóvil fue de 8.5 años (SD = 4.3 años,

Figura 3.8.1 Distribución de usuarios por género

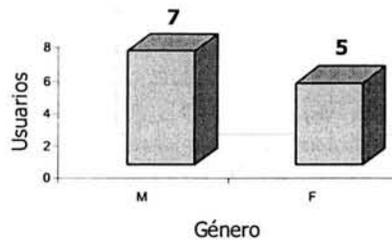


Figura 3.8.2 Tiempo de conducir en años por los usuarios

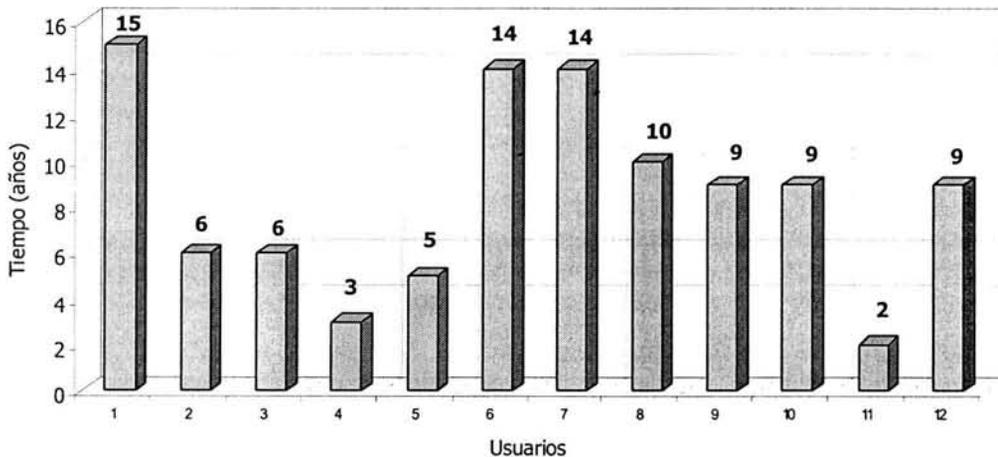
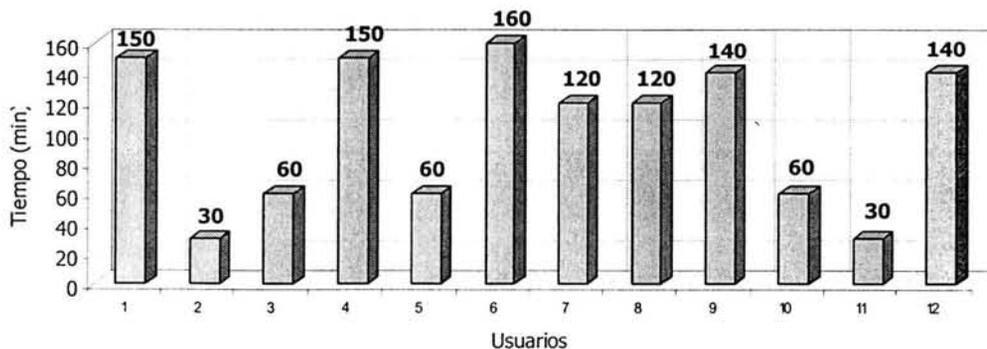


Figura 3.8.3 Tiempo de uso diario en minutos usuario



$V_{\max} = 15$  años y  $V_{\min} = 2$  años), siendo el tiempo de uso promedio diario de 102 minutos ( $SD = 49.7$  minutos,  $V_{\max} = 160$  minutos y  $V_{\min} = 30$  minutos). De los investigados, 11 tenían auto propio, 4 eran de transmisión estándar y 7 automáticas (véanse Figuras 3.8.1, 3.8.2 y 3.8.3).

Los datos antropométricos además de las medidas de tendencia central mencionadas, se presentan los percentiles, necesarios para comparar la población con otros estudios realizados; además para el caso de diseño de objetos estas son las medias utilizadas, como las presentadas por Ávila et al (2001). En el Cuadro 3.9.1 y 3.9.2 se presentan los resultados antropométricos por género.

*Cuadro 3.9.1 Medidas básicas y percentiles del género masculino de las dimensiones antropométricas registradas en la evaluación*

	Medidas Básicas				Percentiles		
	Media	SD	Vmax	Vmin	95%	50%	5%
<b>Generales</b>							
Peso	74.14	5.79	81.00	67.00	80.40	75.00	67.30
Talla	1732.86	51.14	1797.00	1654.00	1795.80	1732.00	1666.90
<b>Posición Sentado</b>							
Omóplato	472.00	13.53	492.00	452.00	489.90	472.00	455.00
Rodilla	505.43	18.37	535.00	482.00	531.70	503.00	485.00
<b>Anchuras</b>							
Biacromial	390.00	13.35	410.00	372.00	408.50	388.00	374.70
Cadera sentado	358.86	9.44	376.00	345.00	371.80	359.00	347.40
<b>Longitudes</b>							
Nalga-Rodilla	581.86	27.66	629.00	542.00	621.20	578.00	549.50
Nalga-Poplítea	456.14	23.02	497.00	424.00	489.50	453.00	430.00

Nota: Medidas expresadas en milímetros, excepto el peso que está en kilogramos

*Cuadro 3.9.2 Medidas básicas y percentiles del género femenino de las dimensiones antropométricas registradas en la evaluación*

	Medidas Básicas				Percentiles		
	Media	SD	Vmax	Vmin	95%	50%	5%
<b>Generales</b>							
Peso	56.80	9.31	70.00	48.00	68.60	52.00	48.60
Talla	1604.00	53.43	1685.00	1550.00	1672.00	1602.00	1552.60
<b>Posición Sentado</b>							
Omóplato	451.20	21.90	478.00	418.00	474.40	453.00	423.80
Rodilla	512.60	20.79	535.00	488.00	534.40	511.00	489.80
<b>Anchuras</b>							
Biacromial	348.60	9.24	358.00	335.00	357.60	349.00	337.00
Cadera sentado	343.60	15.85	367.00	325.00	363.20	344.00	326.80
<b>Longitudes</b>							
Nalga-Rodilla	534.60	13.05	552.00	516.00	549.40	535.00	519.00
Nalga-Poplítea	429.60	11.76	441.00	412.00	440.40	433.00	414.40

Nota: Medidas expresadas en milímetros, excepto el peso que está en kilogramos



Comparando las medidas antropométricas de la evaluación con las obtenidas en otros estudios de población mexicana al igual que de otras nacionalidades (*véanse cuadros 3.9.14 y 3.9.15*) se puede observar lo siguiente:

- Con la aplicación de la prueba de comparación de medidas en el programa estadístico Intercooled Stata Versión 7, 2001, se demostró que no existe variación significativa entre los otros estudios realizados y la presente evaluación.
- Los resultados antropométricos de la evaluación se encuentran distribuidos en su mayor parte en el 95 percentil de los estudios antes realizados.
- Los usuarios estudiados se encuentran dentro del 5 y 95 percentil de los estudios realizados con anterioridad, cumpliéndose así uno de los perfiles de los usuarios.
- Al comparar las medidas de los asientos con las dimensiones antropométricas de los usuarios, tomando como referencia las recomendaciones generales del ICE Ergonomics (2002) presentadas en el Cuadro 3.1.7, se observa que en ambos automóviles:
  - La altura del respaldo es adecuada, ya que la altura del omóplato no rebasa una pulgada de la altura total del respaldo.
  - La altura del volante es menor a la altura de las rodillas, lo que hace que sea un poco difícil la entrada de los usuarios al automóvil. Sin embargo, al adoptar la posición de conducir (estirando las piernas para alcanzar los pedales) las rodillas no topan con el volante y esto permite que se tenga una conducción adecuada. Además, se puedan introducir los dedos con facilidad entre la pierna y el dobles de la rodilla del usuario.
  - Al ser el ancho máximo del respaldo en su parte superior mayor que la anchura biacromial permite que toda la espalda tenga soporte superior, los hombros no se curvean y no se ejerza presión sobre éstos mismos.
  - Al igual que en el caso anterior, el ancho del respaldo en la parte inferior es mayor a la anchura cadera sentado, teniendo así la cadera un soporte que no ejerza presión.
  - Con lo que respecta a la longitud nalga—rodilla, ésta es mayor que la distancia máxima entre la parte posterior del asiento y la altura del volante. Sucediendo lo mismo que en el caso de la altura del volante y la altura de las rodillas.
  - La profundidad del asiento se encuentra dentro de la longitud nalga—poplítea, ayudando a darle un soporte adecuado a las piernas.

Con los resultados anteriores se puede observar que con respecto a las dimensiones antropométricas, las dimensiones obtenidas en la evaluación son similares a las obtenidas en otros estudios. Las medidas de los asientos son las adecuadas, ya que solo existen problemas en la altura del asiento y la distancia del usuario con respecto al volante. Éstos problemas se solucionan cuando los usuarios se adoptan la posición de conducción. Sin embargo, se tendrán que ajustar las medidas antes mencionadas para que el usuario tenga un acceso más cómodo y seguro al entrar en el automóvil.

Cuadro 3.9.4 Medidas básicas antropométricas del género masculino de tres tipos de población y de los resultados de la evaluación

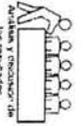
Dimensión	Población Laboral Mexicana (n=396) 18 a 65 años					Operadores de Transporte Mexicanos (n=974) 18 a 68 años					Población Laboral Colombiana (n=487) 20 a 39 años					Resultados del estudio (n=7) 26 a 34 años					
	Media	SD	5%	50%	95%	Media	SD	5%	50%	95%	Media	SD	5%	50%	95%	Media	SD	5%	50%	95%	
<b>Generales</b>																					
Peso	73.00	12.33	55.31	72.10	97.30	-	-	-	-	-	66.90	10.45	52.30	66.00	85.30	74.14	5.79	67.30	75.00	80.40	
Estatura	1675.00	62.80	1576.00	1668.00	1780.00	1647.00	56.44	1560.09	1646.23	1747.75	1701.00	65.20	1595.00	1694.00	1811.00	1732.86	51.14	1666.90	1732.00	1795.80	
<b>Posición Sentado</b>																					
Omóplato	442.00	27.66	396.00	443.00	486.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	472.00	13.53	455.00	472.00	489.90	
Rodilla	513.00	25.79	473.00	512.00	556.00	505.91	27.94	460.22	505.15	550.82	529.00	25.60	489.00	528.00	569.00	505.43	18.37	485.00	503.00	531.70	
<b>Anchuras</b>																					
Biacromial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	390.00	13.35	374.70	388.00	408.50	
Cadera sentado	374.00	31.26	328.00	372.00	423.00	-	-	-	-	-	343.00	25.90	305.00	343.00	385.00	358.86	9.44	347.40	359.00	371.80	
<b>Longitudes</b>																					
Nalga-Rodilla	583.00	33.41	537.00	582.00	640.00	558.99	27.51	515.88	558.11	605.04	572.00	26.40	530.00	571.00	616.00	581.86	27.66	549.50	578.00	621.20	
Nalga-Poplítea	476.00	28.92	432.00	475.00	526.00	453.83	28.15	409.58	453.53	499.82	470.00	25.20	429.00	472.00	512.00	456.14	23.02	430.00	453.00	489.50	

Fuente: Ávila et al (2001)

Cuadro 3.9.5 Medidas básicas antropométricas del género femenino de tres tipos de población y de los resultados de la evaluación

Dimensión	Población Laboral Mexicana (n=204) 18 a 65 años					Población Laboral Cubana (n=583) 30 a 39 años					Población Laboral Colombiana (n=233) 20 a 29 años					Resultados del estudio (n=5) 26 a 32 años					
	Media	SD	5%	50%	95%	Media	SD	5%	50%	95%	Media	SD	5%	50%	95%	Media	SD	5%	50%	95%	
<b>Generales</b>																					
Peso	64.00	12.45	48.00	60.50	88.00	-	-	-	-	-	56.60	8.85	45.20	55.30	71.40	56.80	9.31	48.60	52.00	68.60	
Estatura	1567.00	52.92	1471.00	1570.00	1658.00	1567.00	62.00	1464.00	-	1669.00	1569.00	58.00	1480.00	1563.00	1664.00	1604.00	53.43	1552.60	1602.00	1672.00	
<b>Posición Sentado</b>																					
Omóplato	426.00	26.91	377.00	426.00	469.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	451.20	21.90	423.80	453.00	474.40	
Rodilla	472.00	21.85	435.00	474.00	508.00	476.00	26.00	433.00	-	518.00	485.00	23.20	452.00	485.00	524.00	512.60	20.79	489.80	511.00	534.40	
<b>Anchuras</b>																					
Biacromial	-	-	-	-	-	353.00	17.00	324.00	-	381.00	-	-	-	-	-	348.60	9.24	337.00	349.00	357.60	
Cadera sentado	399.00	39.40	347.00	392.00	472.00	-	-	-	-	-	368.00	29.80	324.00	368.00	421.00	343.60	15.85	326.80	344.00	363.20	
<b>Longitudes</b>																					
Nalga-Rodilla	575.00	27.97	534.00	572.00	625.00	565.00	33.00	510.00	-	619.00	547.00	26.40	508.00	544.00	592.00	534.60	13.05	519.00	535.00	549.40	
Nalga-Poplítea	471.00	32.92	434.00	470.00	513.00	483.00	32.00	430.00	-	535.00	458.00	26.20	416.00	456.00	499.00	429.60	11.76	414.40	433.00	440.40	

Fuente: Ávila et al (2001)



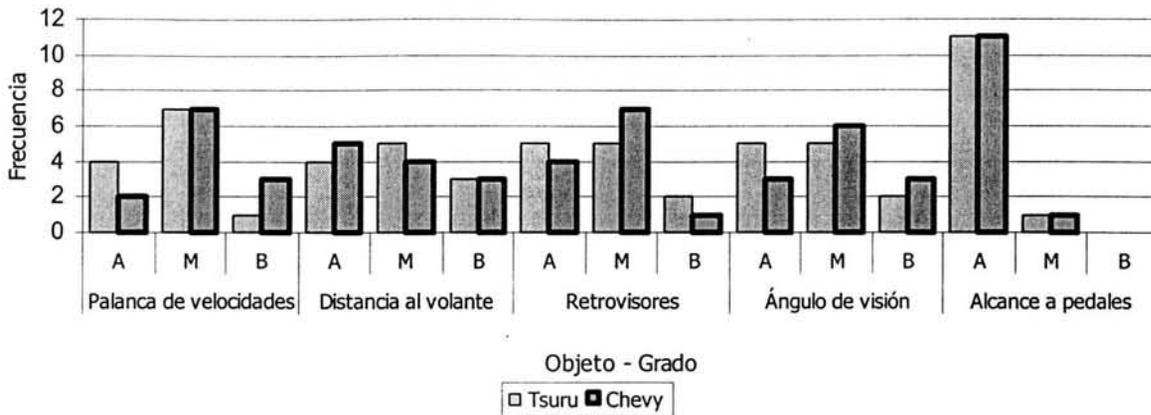


*Cuadro 3.9.6 Dimensiones antropométricas de los usuarios participantes en la evaluación y medidas de los asientos de automóvil analizados.*

	Percentil 95% para género masculino 26-34 años N=7	Percentil 5% para género femenino 26-32 años N=5
Altura Omóplato	489.90	423.80
Altura del respaldo con respecto a la base del asiento	Tsuru = 532	
	Chevy = 560	
Altura Rodilla	531.70	489.80
Altura mínima del volante con respecto al asiento	Tsuru = 423	
	Chevy = 440	
Anchura Biacromial	408.50	337.00
Ancho máximo del respaldo en su parte superior	Tsuru = 421	
	Chevy = 457	
Anchura Cadera Sentado	371.80	326.80
Ancho del respaldo en su parte inferior	Tsuru = 471	
	Chevy = 500	
Longitud Nalga-Rodilla	621.20	519.00
Distancia máxima entre la parte posterior del asiento y la proyección del volante	Tsuru = 528	
	Chevy = 495	
Longitud Nalga-Poplítea	489.50	414.40
Profundidad del asiento	Tsuru = 520	
	Chevy = 480	

Las dimensiones básicas de los asientos fueron tomadas de una versión de cada modelo seleccionado, según el método descrito en **Diseño de instrumentos y procedimientos**.

Figura 3.9.1 Ajustes del asiento



Simbología: A es alta importancia, M es media importancia y B es baja importancia.

En la Figura 3.9.1 se encuentran los resultados de la importancia que le dan los usuarios a las diferentes objetos que ayudan a facilidad de conducción. En ella se observa el nivel de importancia que los usuarios le asignan a los diferentes elementos del automóvil que consideran al conducir. El alcance a los pedales representa el nivel más alto de importancia independientemente del tipo de automóvil y del género del conductor. Esto puede ser atribuido a que si el usuario no alcanza los pedales adecuadamente, éste va a tener dificultades para realizar los diferentes movimientos que se necesitan para lograr realizar una adecuada conducción debido a que éstas dependen de los pedales. Refiriéndose a las actividades de cambio de velocidad, frenar y acelerar.

Los resultados por género y global del Formato ABF-08: Condiciones Generales, se presentan en el Cuadro 3.9.7. Éstos resultados se calcularon de la sumatoria de la puntuación obtenida por cada usuario y por condición analizada. El valor de la puntuación se estableció de forma en que si la condición analizada fuera positiva se le asignaba el valor de 1 y en el caso contrario se le asignaba 0. También se pueden observar los resultados por característica evaluada en la Figura 3.9.7.

La distancia entre la cabecera del asiento y la cabeza del usuario sobre pasa la pulgada de distancias en los automóviles. Esto puede hacer en el caso de un accidente que la cabeza golpee con más fuerza con el volante del automóvil al sufrir alguna colisión. De la misma forma, el centro de la cabecera está desalineado con respecto a la altura de los ojos.

Cuadro 3.9.7 Condiciones generales por género y global

		Sumatoria		SD		Mínimo		Máximo	
		Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy
Puntuación obtenida por género	M	14.00	13.29	0.06	0.11	0.72	0.59	0.88	0.94
	F	12.60	11.80	0.05	0.10	0.65	0.59	0.76	0.82
Puntuación global		13.42	13.00	0.07	0.12	0.65	0.59	0.88	0.94

También cuando el usuario toca el cubo central del volante sus codos no pueden tocar ligeramente el cinturón de seguridad. Esto es debido a que el usuario debe reclinar el respaldo del asiento más de lo normal para poder tomar una postura cómoda al conducir.

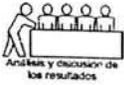
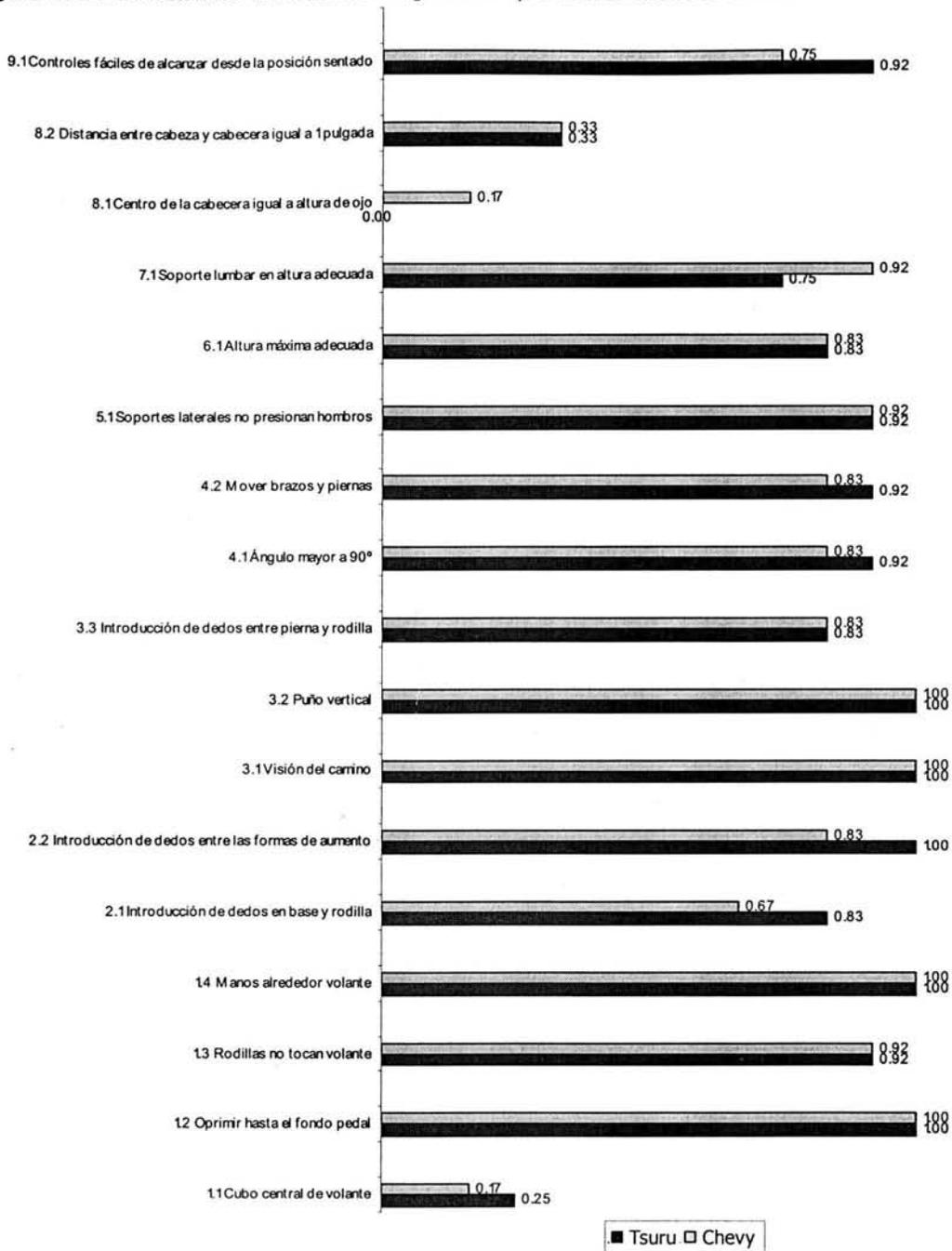


Figura 3.9.2 Sumatoria de las Condiciones generales por característica evaluada



De igual forma, se presenta en la Figura 3.9.2 se pueden observar las **Condiciones Generales** por condición analizada. Cada puntuación fue calculada de la sumatoria de los valores obtenidos por condición analizada y automóvil.

Los resultados por género y global de la presión interdiscal en L5/S1 se encuentra en el Cuadro 3.9.8. La presión interdiscal media es mayor en el automóvil Tsuru (517.3 N en el masculino y 467.2 N en el femenino) que en el Chevy (467.3 N en el masculino y 326 N en el femenino) en ambos géneros. Con esto se puede inferir que la posición que los usuarios adoptan en el automóvil Tsuru al conducir, ejerce mayor presión sobre las lumbares que la ejercida por el Chevy. También, que los valores máximos de la presión interdiscal se encuentran en el Tsuru (877 N en el masculino y 620 en el femenino), siendo éstos muy superiores a los registrados en el automóvil Chevy (588 N en el masculino y 467.3 en el femenino) por más de 150 N en cada género. Concluyéndose que en el automóvil Tsuru se ejerce mayor presión interdiscal en L5/S1 que el modelo Chevy.

A lo que se refiere a géneros, el femenino registra menor compresión discal que el masculino. Una razón podría ser que el centro de gravedad de las mujeres se encuentra más cercano a la cadera y por ende a L5/S1, a diferencia de los hombres. Así mismo, la presión interdiscal media del género femenino (417.2 N en el Tsuru y 326.6 N en el Chevy) es menor por aproximadamente 100 Newtons que la registrada en el género masculino (517.3 N en el Tsuru y 467.3 N en el Chevy), en ambos automóviles. Con ello, los hombres están más expuestos a sufrir lesiones en la zona lumbar que las mujeres al conducir, ya que están expuestos a una mayor presión interdiscal en dicha área. El mayor valor de la presión interdiscal

*Cuadro 3.9.8 Datos globales por género de la presión interdiscal calculada en el programa 3DSSPP*

		Media		SD		Mínimo		Máximo	
		Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy
Compresión total en L5/S1 (N) por género	M	517.3	467.3	185.4	90.3	314.0	303.0	877.0	588.0
	F	417.2	326.7	141.4	86.0	254.0	225.0	620.0	467.3
Global		467.3	397.0	174.8	114.9	254.0	225.0	877.0	588.0

Al igual, los resultados de la Prueba de Comodidad se presentan en el Cuadro 3.9.9, la evaluación de las partes del cuerpo tenía una escala del 0 al 10, en donde el 0 representaba el menor valor de comodidad mientras que el 10 el mayor valor de comodidad. Los resultados se obtuvieron de la media de las calificaciones obtenidas por variable evaluada.

*Cuadro 3.9.9 Resultados por género y global de la calificación obtenida en la Prueba de Comodidad*

		Media		SD		Mínimo		Máximo	
		Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy
Calificación por género	M	8.43	8.48	0.80	0.42	6.89	8.11	6.89	8.11
	F	9.07	8.53	0.56	0.61	8.56	7.78	9.78	9.44
Calificación global		8.69	8.50	0.75	0.48	6.89	7.78	9.78	9.44

Aquí se puede constatar que en para el género masculino el automóvil Chevy resultó más cómodo que el Tsuru, sucediendo lo contrario con el género femenino, en donde éstas registraron el mayor valor de comodidad (9.78) en el automóvil Tsuru.

El automóvil Chevy obtuvo las calificaciones más bajas a lo que respecta a la comodidad de 7.14 (masculino) en los brazos y manos y 7.40 piernas (femenino). El automóvil Tsuru obtuvo las menores calificaciones en hombros de 7.43 (masculino) y 8.40 en espalda baja (femenino). Los valores mínimos de comodidad del Tsuru son mayores de los registrados en el Chevy. Por lo anterior se puede afirmar, que el automóvil Tsuru es más cómodo que el Chevy (véase Cuadro 3.9.10).

*Cuadro 3.9.10 Resultados por género y global de la calificación obtenida en la Prueba de Comodidad por segmento del cuerpo evaluado*

	Masculino		Femenino		Global	
	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy
Cuello y cabeza	7.43	8.00	9.40	8.60	8.25	8.25
Hombros	8.14	9.00	9.60	9.20	8.75	9.08
Espalda alta	8.43	8.86	8.80	8.80	8.58	8.83
Brazos y manos	8.00	7.14	9.00	8.40	8.42	7.67
Espalda baja	7.86	8.57	8.40	9.40	8.08	8.92
Glúteos	8.86	8.86	9.20	8.60	9.00	8.75
Piernas	8.57	8.57	9.00	7.40	8.75	8.08
Rodillas	9.14	8.86	8.80	7.80	9.00	8.42
Talones y pies	9.43	8.43	9.40	8.60	9.42	8.50

Con respecto a la electromiografía, sus resultados globales se presentan en los cuadros 3.9.11 y 3.9.12. Los datos presentados se obtuvieron del cálculo de la media de microvoltios registrados durante cada estación de estudio, dicha estación varía de duración y depende del tiempo en que el individuo tarde en realizarla. La distancia de trayecto siempre fue la misma. En los cuadros 3.9.13, 3.9.14, 3.9.15 y 3.9.16, se presentan las medidas básicas por estación, automóvil y género.

*Cuadro 3.9.11 Medidas básicas obtenidas de la electromiografía por estación en el automóvil Chevy*

Chevy												
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Media	11.493	9.083	7.762	10.283	9.459	11.259	6.240	10.394	12.587	15.147	10.826	15.085
SD	1.816	1.363	1.825	1.669	1.152	1.999	0.590	1.176	0.893	1.181	0.599	1.387
Max	14.409	10.954	10.222	13.435	11.384	14.783	7.416	11.985	14.165	17.143	13.463	17.951
Min	8.748	6.145	4.565	7.022	7.670	7.742	5.375	8.038	10.994	13.183	9.082	12.498

Nota: Medidas expresadas en microvoltios

*Cuadro 3.9.12 Medidas básicas obtenidas de la electromiografía por estación en el automóvil Tsuru*

Tsuru												
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Media	7.957	3.489	5.203	6.323	10.196	7.387	3.731	8.931	9.892	11.467	7.752	10.371
SD	1.290	0.305	1.107	2.634	1.809	0.650	0.493	1.015	0.930	0.821	0.456	0.646
Max	9.992	4.089	6.733	11.429	12.776	8.412	4.581	10.598	11.670	12.810	8.465	12.231
Min	5.891	3.189	2.971	3.277	6.003	6.123	2.767	6.591	8.443	9.882	6.641	8.813

Nota: Medidas expresadas en microvoltios

Como se puede observar en los Cuadros 3.9.11 y 3.9.12, la media tanto en el género masculino como en el femenino, de los microvolts ( $\mu\text{V}$ ) registrados durante la prueba de recorrido en el automóvil Chevy (10.263  $\mu\text{V}$  y 11.556  $\mu\text{V}$  respectivamente) es mayor que la del Tsuru (7.385  $\mu\text{V}$  y 8.2  $\mu\text{V}$  respectivamente). Esto quiere decir que existe al conducir el automóvil Chevy una mayor estimulación eléctrica en el músculo Thoracolumbar fascia, pudiendo producirse una mayor fatiga en la zona lumbar y en caso de tener patologías anteriores en dicha zona se pueden desencadenar cuadros de sintomatología.



En los Cuadros 3.9.11 y 3.9.12, se puede observar que las estaciones con mayor actividad muscular fueron E9, E10 y E12 independientemente del género y del automóvil.

El género masculino registro menor actividad muscular promedio (10.263  $\mu$ V y 7.385  $\mu$ V) que el género femenino (11.556  $\mu$ V y 8.2  $\mu$ V) en ambos autos. Debiéndose, como se describió en la fuerza interdiscal, las mujeres tienen su centro de gravedad más cerca de la cadera, debiendo los músculos ejercer mayor contracción para poder controlar la posición, sucediendo lo contrario con los hombres. Éstos tienen mayor presión interdiscal pero menor contracción muscular en la zona lumbar.

*Cuadro 3.9.13 Medidas básicas de la lectura electromiográfica del género masculino por estación y usuario en automóvil Chevy.*

	Usuarios								Medidas estadísticas			
	ID	ABF-01	ABF-05	ABF-06	ABF-08	ABF-10	ABF-11	ABF-12	Media	SD	Max	Min
Estaciones	E1	12.066	11.932	9.209	8.748	14.409	9.758	10.666	10.970	1.981	14.409	8.748
	E2	6.145	7.864	9.671	9.235	10.954	8.216	9.057	8.735	1.522	10.954	6.145
	E3	4.565	7.186	7.281	9.194	7.140	5.355	9.056	7.111	1.719	9.194	4.565
	E4	8.642	11.000	8.357	11.182	10.032	7.022	10.015	9.464	1.516	11.182	7.022
	E5	7.807	9.138	9.146	9.681	8.674	7.670	8.862	8.711	0.734	9.681	7.670
	E6	10.361	14.783	11.604	12.100	10.455	7.742	11.050	11.156	2.123	14.783	7.742
	E7	5.897	6.353	5.610	5.778	6.555	5.375	5.832	5.914	0.411	6.555	5.375
	E8	9.237	10.429	10.140	9.140	11.985	8.038	10.583	9.936	1.267	11.985	8.038
	E9	11.774	12.360	12.994	12.827	10.994	11.231	12.772	12.136	0.809	12.994	10.994
	E10	14.328	15.546	16.045	14.094	15.003	13.183	13.495	14.528	1.054	16.045	13.183
	E11	9.241	10.348	10.782	10.405	11.950	9.082	11.409	10.460	1.051	11.950	9.082
	E12	13.453	14.622	15.192	14.674	13.578	12.498	14.226	14.035	0.916	15.192	12.498
Medidas básicas	Media	9.460	10.963	10.503	10.588	10.977	8.764	10.585	10.263	1.259	12.077	8.422
	SD	3.071	3.030	3.067	2.521	2.654	2.520	2.296				
	Max	14.328	15.546	16.045	14.674	15.003	13.183	14.226				
	Min	4.565	6.353	5.610	5.778	6.555	5.355	5.832				

Nota: Medidas expresadas en microvoltios

*Cuadro 3.9.14 Medidas básicas de la lectura electromiográfica del género femenino por estación y usuario en*

	Usuarios						Medidas estadísticas			
	ID	ABF-02	ABF-03	ABF-04	ABF-07	ABF-09	Media	SD	Max	Min
Estaciones	E1	11.966	13.634	13.650	10.329	11.544	12.225	1.427	13.650	10.329
	E2	8.544	8.517	9.576	10.919	10.298	9.571	1.062	10.919	8.517
	E3	6.291	9.558	7.435	9.862	10.222	8.674	1.718	10.222	6.291
	E4	11.514	13.435	10.989	10.586	10.619	11.429	1.182	13.435	10.586
	E5	10.460	11.384	10.148	10.960	9.584	10.507	0.700	11.384	9.584
	E6	14.522	10.686	11.378	8.860	11.569	11.403	2.046	14.522	8.860
	E7	6.220	7.034	7.416	6.332	6.472	6.695	0.510	7.416	6.220
	E8	10.166	11.452	11.626	10.339	11.591	11.035	0.720	11.626	10.166
	E9	12.530	13.149	12.983	14.165	13.267	13.219	0.599	14.165	12.530
	E10	15.303	15.610	17.143	16.383	15.635	16.015	0.745	17.143	15.303
	E11	10.495	10.878	11.056	10.808	13.463	11.340	1.204	13.463	10.495
	E12	15.538	15.053	17.312	16.928	17.951	16.556	1.220	17.951	15.053
Medidas básicas	Media	11.129	11.699	11.726	11.373	11.851	11.556	1.094	12.992	10.328
	SD	3.121	2.589	3.177	3.034	2.970				
	Max	15.538	15.610	17.312	16.928	17.951				
	Min	6.220	7.034	7.416	6.332	6.472				

Nota: Medidas expresadas en microvoltios

*Cuadro 3.9.15 Medidas básicas de la lectura electromiográfica del género masculino por estación y usuario en automóvil Tsuru*

	Usuarios								Medidas estadísticas			
	ID	ABF-01	ABF-05	ABF-06	ABF-08	ABF-10	ABF-11	ABF-12	Media	SD	Max	Min
Estaciones	E1	8.367	8.065	6.146	5.891	9.992	7.029	7.908	7.628	1.413	9.992	5.891
	E2	3.751	3.526	3.901	4.089	3.189	3.189	3.189	3.548	0.376	4.089	3.189
	E3	3.217	6.000	5.768	2.971	5.629	5.138	5.541	4.895	1.259	6.000	2.971
	E4	6.203	6.851	6.166	4.995	4.046	3.641	3.277	5.025	1.412	6.851	3.277
	E5	6.003	9.000	10.081	10.387	12.137	10.317	11.864	9.970	2.052	12.137	6.003
	E6	8.011	8.412	6.970	7.739	6.804	6.123	6.600	7.237	0.830	8.412	6.123
	E7	4.043	3.379	3.679	3.421	3.458	2.767	3.320	3.438	0.386	4.043	2.767
	E8	9.120	8.773	8.108	9.568	8.471	6.591	8.861	8.499	0.960	9.568	6.591
	E9	8.443	9.356	10.048	9.547	9.314	10.538	10.789	9.719	0.804	10.789	8.443
	E10	10.715	11.646	9.882	10.747	11.333	12.268	11.159	11.107	0.761	12.268	9.882
	E11	7.167	8.385	8.465	8.089	8.166	6.641	8.257	7.881	0.696	8.465	6.641
	E12	9.668	10.513	10.540	9.310	9.439	8.813	9.462	9.678	0.636	10.540	8.813
Medidas estadística	Media	7.059	7.826	7.479	7.229	7.665	6.921	7.519	7.385	0.965	8.596	5.882
	SD	2.338	2.410	2.306	2.705	2.906	2.926	3.003				
	Max	10.715	11.646	10.540	10.747	12.137	12.268	11.864				
	Min	3.217	3.379	3.679	2.971	3.189	2.767	3.189				

Nota: Medidas expresadas en microvoltios

**Cuadro 3.9.16 Medidas básicas de la lectura electromiográfica del género femenino por estación y usuario en**

	Usuarios						Medidas estadísticas			
	ID	ABF-02	ABF-03	ABF-04	ABF-07	ABF-09	Media	SD	Max	Min
Estaciones	E1	9.368	9.188	8.906	6.902	7.722	8.417	1.062	9.368	6.902
	E2	3.676	3.376	3.451	3.301	3.226	3.406	0.173	3.676	3.226
	E3	5.095	6.096	5.384	6.733	4.862	5.634	0.770	6.733	4.862
	E4	8.939	11.429	10.286	5.550	4.495	8.140	3.002	11.429	4.495
	E5	8.740	10.186	9.575	11.290	12.776	10.513	1.570	12.776	8.740
	E6	7.371	7.851	7.537	7.667	7.560	7.597	0.177	7.851	7.371
	E7	4.164	4.081	3.754	4.120	4.581	4.140	0.295	4.581	3.754
	E8	8.445	9.079	9.892	10.598	9.664	9.535	0.817	10.598	8.445
	E9	9.143	10.811	8.983	11.670	10.061	10.134	1.133	11.670	8.983
	E10	11.095	11.739	12.810	11.793	12.418	11.971	0.663	12.810	11.095
	E11	7.104	7.564	7.800	7.972	7.412	7.570	0.338	7.972	7.104
	E12	10.053	11.908	11.237	11.277	12.231	11.341	0.835	12.231	10.053
Medidas básicas	Media	7.766	8.609	8.301	8.239	8.084	8.200	0.903	9.308	7.086
	SD	2.355	2.898	2.883	3.038	3.363				
	Max	11.095	11.908	12.810	11.793	12.776				
	Min	3.676	3.376	3.451	3.301	3.226				

Nota: Medidas expresadas en microvoltios

En el caso específico de los asientos de automóvil, en México no existe ningún tipo de regulación gubernamental que requieran cumplir. Es por ello que no se discuten las normas que existen para este producto. En el Cuadro 3.9.17 se encuentra un balance general de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas. En el, con una calificación global el automóvil Tsuru sería el mejor valorado. Si nos hacemos referencia a géneros, el automóvil Chevy es el adecuado para el masculino y el Tsuru para el femenino.

**Cuadro 3.9.17 Conclusiones de la evaluación**

	Global		Masculino		Femenino	
	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy	Tsuru	Chevy
Antropometría	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Condiciones generales	✓		✓	✓	✓	
Presión interdiscal S5/L1		✓		✓		✓
Comodidad	✓			✓	✓	
Electromiografía	✓		✓		✓	



## Recomendaciones

- Se deberá aumentar la altura del volante para que los usuarios no tenga problemas al entrar al automóvil. Mínima de 489.8 milímetros (5% percentil del género femenino).
- Reducir la distancia vertical del asiento con el volante, con el fin de que el usuario pueda conducir tocando ligeramente los codos con el cinturón de seguridad. Aumentándose así, la comodidad del usuario.
- Proveer de un soporte lumbar en los asientos con el objetivo de reducir la presión interdiscal L5/S1 y la actividad muscular de la zona lumbar cuando los usuarios conduzcan.
- En el caso que se requiera rediseñar alguna parte de los automóviles, se deberá tener siempre en cuenta la distancia entre el asiento y los pedales. Debido a que para los usuarios ésta distancia es la de mayor importancia para poder conducir adecuadamente.

cuarta parte

## **Conclusiones**

Reflexiones sobre la aplicación de la metodología de evaluación ergonómica aquí propuesta y analizada.

## Conclusiones

La aplicación de la metodología aquí propuesta es de fácil uso y de alcances tangibles, como se puede observar en el caso de estudio. La propuesta metodológica le permite al diseñador seleccionar las pruebas ergonómicas para evaluar los productos, dependiendo de sus necesidades y la fase del proceso de diseño en donde se encuentre.

La metodología de evaluación ergonómica ayuda a estructurar en forma lógica y concisa a las diferentes pruebas ergonómicas, considerando las necesidades de la empresa y de los investigadores. En este documento no se pretendió discutir las, sino el proponer una metodología genérica de evaluación; quedando bajo el criterio del diseñador la selección de las pruebas a aplicarse.

Con el crecimiento de la seguridad en los productos y el diseño centrado en el usuario, la importancia de las evaluaciones ergonómicas y de las pruebas ergonómicas se ha ido incrementando y al mismo tiempo se han estado creando otras pruebas. Las empresas mexicanas deben enfocar esfuerzos para aplicar evaluaciones de productos centradas en el usuario.

Con la puesta en marcha de la presente metodología, se trata de buscar un camino adecuado para la evaluación de productos que permita dar soluciones a los problemas de diseño a los que se enfrentan las empresas. El paso a seguir es el convencer a las empresas mexicanas de los beneficios que obtendrán al evaluar sus productos bajo las diferentes técnicas ergonómicas. Una buena forma de vender esta idea es la detectar los puntos de oportunidad que tienen los productos y que los usuarios han detectado y le podrían dar una ventaja competitiva a las empresas frente a sus competidores.

Lo que nunca hay que perder de vista, es la importancia que juegan los usuarios en todo el proceso de la evaluación. Éstos son la piedra angular de toda discusión y son a ellos los que interactúan con los productos.

quinta parte

## **Anexos**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## INVITACIÓN

¿Te gustaría participar en la evaluación de asientos de automóviles?, lo único que debes saber es conducir automóviles de transmisión estándar.

No lo pienses más, sólo te quitará un poco de tiempo para realizar las pruebas de conducción (son tres) y levantamiento de datos antropométricos.

Gracias.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Selección

Nombre \_\_\_\_\_  
 Edad \_\_\_\_\_  
 Estatura \_\_\_\_\_  
 Peso \_\_\_\_\_

Problemas físicos

<input type="checkbox"/> Articulación	Cuales?
<input type="checkbox"/> Espalda	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>
<input type="checkbox"/> Rodillas	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>
<input type="checkbox"/> Tobillos	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>
<input type="checkbox"/> Hombros	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>
<input type="checkbox"/> Cuello	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>
<input type="checkbox"/> Visión	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>

Tiempo de conducir auto estándar \_\_\_\_\_

Tiempo disponible para el estudio

Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

Expediente ID: \_\_\_\_\_

- 1) Nombre: \_\_\_\_\_  
 2) Teléfono: \_\_\_\_\_  
 3) Dirección: \_\_\_\_\_  
 4) Mail: \_\_\_\_\_  
 5) Edad: \_\_\_\_\_ Años \_\_\_\_\_ Meses  
 6) Sexo:  Masculino  Femenino  
 7) Peso (kg): \_\_\_\_\_  
 8) Estatura (mm) \_\_\_\_\_  
 9) Tiempo de conducir \_\_\_\_\_ Años  
 10) Automóvil Tiene?  No  Si  
 Tipo  Automático  Estándar  
 Uso diario en minutos: \_\_\_\_\_

- 11) Salud Actividad física  No  Si  
 Cual? \_\_\_\_\_  
 Fuma  No  Si  
 Toma  No  Si  
 Usa lentes  No  Si  
 Observaciones:

- 12) Horario disponible

Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom

- 13) Citas

Antropometría		
Sedán		
Chevy		
Tsuru		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Carta de Consentimiento Informado

Por medio de esta carta me dirijo a usted para solicitarle su consentimiento para participar en un estudio, en el se obtendrán las diferencias entre las dimensiones del asiento del automóvil y las antropométricas de los usuarios. De igual forma ver los efectos que tienen los datos obtenidos sobre la presión interdiscal en L5/S1 y la contracción muscular en la zona lumbar. Esto ayudará a seleccionar el asiento más adecuado para los usuarios de los automóviles estudiados.

Este estudio no causará ningún daño ni perjuicio sobre tu persona. Toda la investigación esta enfocada a evaluar a los asientos de los automóviles.

Para realizar la investigación requiero que me contestes:

- Datos generales para la creación de tu expediente, tales como nombre, edad y condiciones de salud, entre otras.
- Cuestionario de consideraciones generales de los asientos.
- Cuestionario de prueba de comodidad.
- Cuestionario de motivos de ajustes del asiento.

De igual forma necesito de su consentimiento para obtener sus medidas antropométricas, colocación de electrodos en la zona lumbar (espalda baja), medición de ángulos adoptados al final de cada prueba de conducción y también de la toma de algunas fotografías.

La información que se obtenga de esta investigación será confidencial. Usted tiene la libertad de participar durante todo el proceso de la investigación. En el caso de que usted decida aceptar y durante el transcurso del estudio se retracte de ello, lo puede hacer sin ningún problema y sin ninguna repercusión posterior.

Acepto participar en la investigación:

Nombre

Firma

Fecha

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Cédula Antropométrica

Nombre: \_\_\_\_\_

ID: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Datos Generales

Edad: \_\_\_\_\_ Años \_\_\_\_\_ Meses

Sexo

Masculino

Femenino

Peso (kg): \_\_\_\_\_

Estudio

Antropometrista: \_\_\_\_\_

Anotador: \_\_\_\_\_

Observador: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Medidas

De pie					Longitudes				
Talla					Nalga-Rodilla				
Sentado					Nalga-Poplítea				
Omóplato					Anchuras				
Rodilla					Biacromial				
					Cadera sentado				

Medidas expresadas en milímetros (mm)

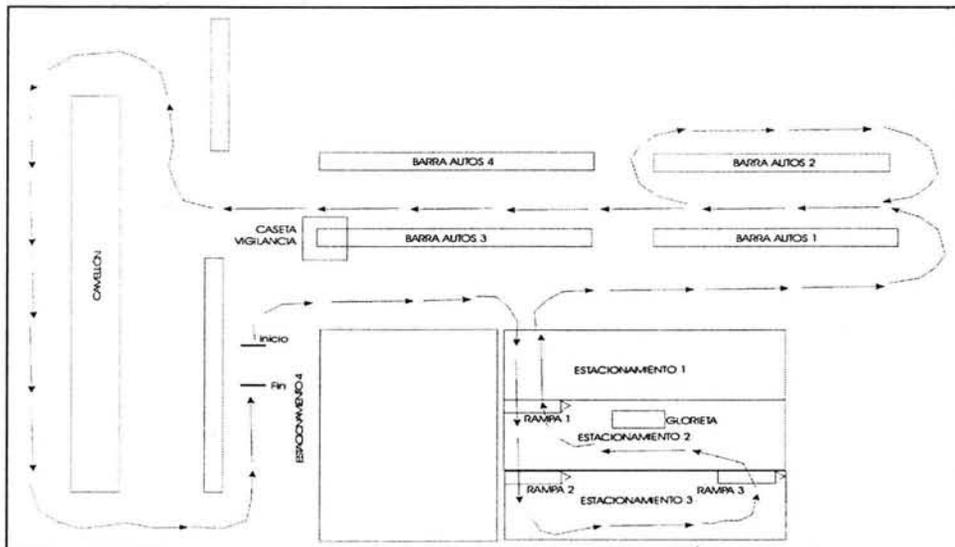
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Ajuste de Asiento y Recorrido

### Instrucciones

- ❑ El asiento del automóvil esta puesto en una posición extrema.
- ❑ Ajústalo de tal forma que para ti sea la más adecuada.
- ❑ Puedes mover el respaldo del asiento al igual que su desplazamiento.
- ❑ El automóvil tiene fijo el volante y la altura del asiento.
- ❑ Recuerda alcanzar adecuadamente los pedales, el volante y también verifica que puedas apoyar toda tu espalda en el respaldo.
- ❑ Tómate tu tiempo para realizar los ajustes que creas necesarios, ya que te ello depende gran parte de la investigación en la que participas.
- ❑ Trata de ir a una velocidad constante de 60 km/h durante todo el recorrido.

El recorrido que realizarás es el siguiente:



Si tienes alguna duda, házmela saber.  
 Gracias.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Ajustes del Asiento

Nombre: \_\_\_\_\_

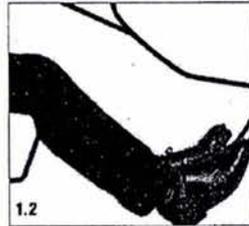
ID: \_\_\_\_\_

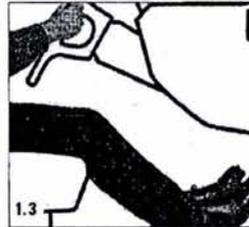
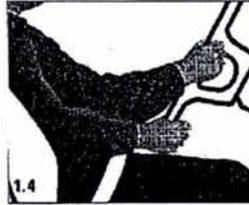
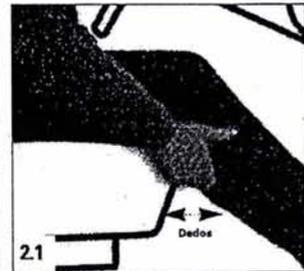
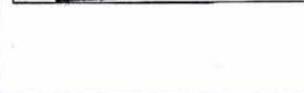
Fecha: \_\_\_\_\_

Automóvil:  Tsuru                       Chevy

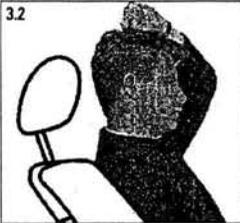
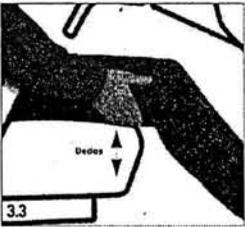
Selecciona qué consideraste al ajustar el asiento			
	Nivel de importancia		
Palanca de velocidades	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Distancia al volante	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Retrovisores	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Ángulo de visión	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Alcance a pedales	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Controles	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Otro	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Otro	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Observaciones:			

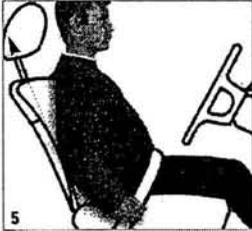
Nombre:		
ID:		
Fecha:		
Automóvil:	<input type="checkbox"/> Tsuru	<input type="checkbox"/> Chevy
Investigador:		
Observaciones:		

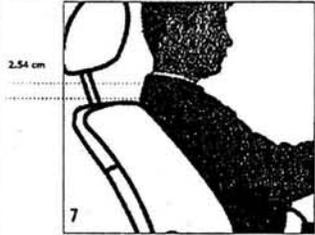
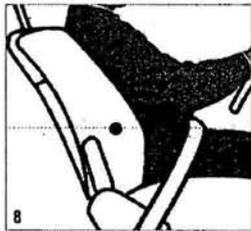
1. Movimiento de la base del asiento	
1.1 Se podrá apretar el cubo central del volante y al mismo tiempo los codos deberán tocar ligeramente el cinturón de seguridad. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	 <p>1.1</p>
1.2 Verificar que se puede apretar hasta el fondo del pedal del clutch con el pie, sin que el usuario se tenga que mover hacia delante. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	 <p>1.2</p>

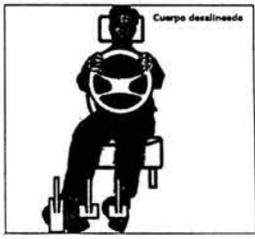
1.3 Se podrán operar los pedales sin que las rodillas toquen al volante o a su eje. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	 <p>1.3</p>
1.4 Las manos se deberán mover alrededor del volante sin que los nudillos de las manos topen con las piernas. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	 <p>1.4</p>
2. La base del asiento	
2.1 Se podrán introducir los dedos entre el borde de la base del asiento y la parte posterior de la rodilla, cuando la espalda se encuentre completamente recostada completamente en el respaldo del asiento. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	 <p>2.1</p>
2.2 Si la base del asiento tiene formas de aumentos en los lados, verificar que se puedan introducir los dedos entre la forma del aumento y el usuario. <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	 <p>2.2</p>

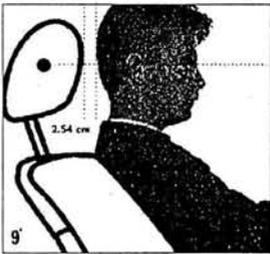
ESTA TESIS NO SALI  
 DE LA BIBLIOTECA

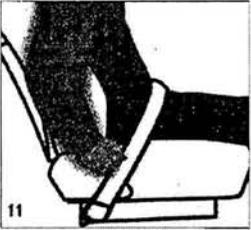
<b>3. La altura de la base</b>	
	<p>3.1 Verificar que se pueda ver el camino a la distancia de un auto enfrente.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	<p>3.2 Verificar que se pueda poner un puño vertical entre la cabeza y el techo del automóvil.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<p>3.3 Verificar que se puedan introducir los dedos con facilidad entre la pierna y el dobles de la rodilla del usuario.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<b>4. Angulo de la base</b>	
<p>4.1 Verificar que el ángulo entre las piernas y el dorso sea mayor a los 90 grados.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<p>4.2 Tratar de mover los brazos y las piernas como si se estuviera manejando, y verificar que no se deslizan o se desploman.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	

<b>5. Angulo del respaldo</b>	
	<p>5.1 El respaldo deberá estar ligeramente inclinado.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>6. Ancho del respaldo</b>	
<p>6.1 Verificar que el respaldo es lo suficientemente ancho como para soportar el ancho de la espalda del usuario.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<p>6.2 Verificar que los soportes laterales del respaldo no presionen a los hombros.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<p>6.3 La forma del respaldo no debe hacer que los hombros se encurven.</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	

7. Altura del respaldo	
<p>7.1 Para permitir un adecuado soporte, la altura máxima del respaldo del asiento debe ser de una pulgada o menos de la altura del hombro del usuario.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>	
8. Soporte lumbar	
<p>8.1 El soporte lumbar deberá estar a la misma altura de la cintura del usuario.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>	

10. Forma del asiento	
<p>10.1 Verificar que cada forma del asiento se ajuste al usuario.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p> <p>10.2 Verificar que el usuario puede asumir posturas cómodas sin que se deslice.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p> <p>10.3 Verificar que todo el cuerpo este completamente alineado al volante del automóvil.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>	
	

9. Cabecera	
	<p>9.1 Verificar que el centro de la cabecera corresponda aproximadamente a la altura del ojo</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p> <p>9.2 La distancia entre la cabeza y la cabecera debe ser igual a una pulgada.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>

11. Controles de ajustes	
	<p>11.1 Verificar que los controles son fáciles de alcanzar desde la posición sentado.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>
<p>11.2 Verificar que los controles son fáciles de operar con una sola mano.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>	<p>11.3 Si el auto es de dos puertas, verificar que no se necesiten ajustes cada vez que entren personas en la parte posterior del mismo.</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No</p>
12. Acceso	
<p>12.1 Se deberá tener un fácil acceso al sentarse en el asiento del automóvil</p> <p><input type="checkbox"/> Si  <input type="checkbox"/> No.</p>	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Medición de Ángulos y Desplazamiento

Nombre: \_\_\_\_\_

ID: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Automóvil:  Tsuru  Chevy

Segmentos	Izquierdo		Derecho	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Antebrazo				
Brazo				
Tronco				
Desplazamiento				
Observaciones:				

Las medidas del antebrazo, brazo y tronco se presentan en grados y el desplazamiento en centímetros.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
 ERGONOMÍA EN EL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

## Prueba de Comodidad

Nombre: \_\_\_\_\_

ID: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Automóvil:  Chevy  Tsuru

	Califica del 1-10 la comodidad que sentiste al conducir el automóvil en las siguientes partes del cuerpo:
	<input type="checkbox"/> Cuello y cabeza
	<input type="checkbox"/> Hombros
	<input type="checkbox"/> Espalda alta
	<input type="checkbox"/> Brazos y manos
Observaciones:	<input type="checkbox"/> Espalda baja
	<input type="checkbox"/> Glúteos
	<input type="checkbox"/> Piernas
	<input type="checkbox"/> Rodillas
	<input type="checkbox"/> Talones y pies

Créditos: Reproducción de Lusted, M., Healey, S. & Mandryk, J. A., Evaluation of the seating of Qantas flight deck crew, Applied Ergonomics, 1994, Londres, Butterworth-Heinemann Ltd., V-25, No. 5, p. 277.



sexta parte

## **Bibliografía**

## Bibliografía

- Ávila Chaurand, Rosalío, Prado León, Lilia R., y González Muñoz, Elvia L., *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana. México, Cuba, Colombia y Chile*. Guadalajara, México, 2001, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Centro de Investigación de Ergonomía.
- Bendix, Tom, Poulsen, Vibeke, Klausen, Klaus y Jensen, Claus V., *What does a backrest actually do to the lumbar spine?: Ergonomics. An international journal of research and practice in human factors and ergonomics*. Londres, Gran Bretaña, 1996, Taylor & Francis, Vol. 39, No. 4, Pp. 533-542.
- Brown, W. F. *The physiological and technical basis of electromyography*. Boston, Estados Unidos, Butterworth-Heinemann, 1984
- Chaffin, Don B., Andersson, Gunnar B.J., y Martin, Bernard J., *Occupational Biomechanics*, Nueva York, Estados Unidos, 1999, 3era edición, John Wiley & Sons.
- Day, Robert A., *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, Phoenix, Estados Unidos, 1991, Organización Panamericana de la Salud, Publicación científica No. 526.
- Eklund, Jörgen, *Biomechanical aspects of work seating*, sustraído de *Biomechanics in ergonomics*, Londres, Gran Bretaña, 1999, Taylor & Francis.
- Goonetilleke, Ravindra S. y Feizhou, Song, *A methodology to determine the optimum seat depth*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Londres, Gran Bretaña, 2001, Elsevier Science, Vol. 27, Pp. 207-217.
- Green, William S., y Jordan, Patrick W., *Human factors in product design. Current practice and future trends*, Londres, Reino Unido, 1999, Taylor & Francis.
- Hartsoiker, Erwin, Hochtij, Herald y Allen, Tom, *Nota técnica 009 del Bioretroalimentador*, Thoughttechnology, Boston, Estados Unidos, 1997.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar, *Metodología de la investigación*, México, 2001, McGraw Hill, Segunda edición.
- ICE Ergonomics, Holywell Building, Holywell Way, *Does your car seat fit you? A guide to car seat comfort*, Loughborough, Inglaterra, 2002, ICE Ergonomics Ltd.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *La industria automotriz en México 2002*, Distrito Federal, México, 2002.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *La industria automotriz en México 2001*, Distrito Federal, México, 2001.
- Instituto Mexicano del Seguro Social, Dirección de prestaciones médicas, Coordinación de salud en el trabajo, *Memoria estadística de salud en el trabajo 1999*, México, 2000, Coordinación general de comunicación social del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- ISO 3635, 1981. *Size designation of clothes – definitions and body measurement procedure*.
- ISO 7250, 1996. *Basic human body measurements for technological design*.
- Jianghong, Zhao y Long, Tang, *An evaluation of comfort of a bus seat: Applied ergonomics. Human factors in technology and society*, Londres, Gran Bretaña, 1994, Butterworth - Heinemann, Vol. 25, No. 6, Pp. 386-392.
- Kantowitz, Barry H. y Sorkin, Robert D., *Human factors. Understanding people-system relationship*, Nueva York, Estados Unidos, 1983, John Wiley & Sons.

- Kayis, B. y Hoang, K., *Static three dimensional modelling of prolonged seated posture*: Applied Ergonomics. Human factors in technology and society, Londres, Gran Bretaña, 1999, Elsevier Science, Vol. 30, Pp. 255-262.
- Kumar, Shrawan, *Electromyography in ergonomics, Biomechanics in ergonomics*, Londres, Gran Bretaña, 1999, Kumar, Shrawan y Mital, Anil Editores, Taylor & Francis.
- Lusted, M., Healey, S. y Mandryk, J. A., *Evaluation of the seating of Qantas flight deck crew*: Applied ergonomics. Human factors in technology and society, Londres, Gran Bretaña, 1994, Butterworth - Heinemann, Vol. 25, No. 5, Pp. 275-282.
- Murphy, Sam, Bucle, Peter y Stubbs, Dave, *The use of the portable ergonomic observation method (PEO) to monitor the sitting posture of schoolchildren in the classroom*: Applied ergonomics. Human factors in technology and society, Londres, Gran Bretaña, 2002, Elsevier Science, Vol. 33, No. 1, Pp. 365-370.
- Netter, Frank H., *Interactive of clinical anatomy*, Nuevo México, Estados Unidos, 1997, programa desarrollado por DxR Development Group para Novartis.
- Neville, Stanton, Human factors in consumer products, Londres, Reino Unido, 1998, Traylor & Francis.
- Oborne, David J., *Ergonomía en acción. La adaptación del medio ambiente al hombre.*, México, México, 1987, Trillas, trad. González Mendiola, Elisa.
- Omino, Koji y Hayashi, Yoshio, Prepatation of dynamic posture and ocurrence of low back pain: Ergonomics. An international journal of research and practic in human factors and ergonomics. Londres, Gran Bretaña, 1992, Taylor & Francis, Vol. 35, No. 5/6, Pp. 696-707.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 2002, Boletín No. 434.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 2001, Boletín No. 422.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 2000, Boletín No. 410.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 1999, Boletín No. 398.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 1998, Boletín No. 386.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 1997, Boletín No. 374.
- Órgano Informativo Mensual AMIA, Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Distrito Federal, México, 1996, Boletín No. 362.
- Park, Se Jin, Kim, Chae-Bogk, Kim, Chul Jung y Lee, Jeong Woo, *Comfortable driving postures for Koreans*: International Journal of Industrial Ergonomics, Londres, Gran Bretaña, 2000, Elsevier Science, Vol. 26, Pp. 489-297.
- Pheasant, Stephen, *Bodyspace. Anthropometry, ergonomics and the design of work.*, Londres, Gran Bretaña, 1996, Taylor & Francis, 2da edición.
- Pope, Malcolm H., Broman, Holger y Hansson, Tommy, *The dynamic response of a subjet seated on various cushions*: Ergonomics. An international journal of research and practic in human factors and ergonomics. Londres, Gran Bretaña, 1989, Taylor & Francis, Vol. 32, No. 10, Pp. 1155-1166.
- Prado León, Lilia Roselia, *Ergonomía y lumbalgias ocupacionales*, Guadalajara, México, 2001, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Centro de Investigación de Ergonomía.
- Quigley, Claire, Southall, Dean, Freer, Martin, Moody, Alan, y Porter, Mark, *Anthropometric study to update minimum aircraft seating standards.*, Londres, Gran Bretaña, 2001, preparado por ICE Ergonomics Ltd, Loughborough University y Nottingham Medical School, para la Junta de las Autoridades de

Aviación.

- Ramírez Cavassa, César, *Ergonomía y productividad*, México, 1991, Limusa.
- Roy, Serge H, y De Luca, Carlo J., Surface electromyography assessment of low back pain, *Biomechanics in ergonomics*, Londres, Gran Bretania, 1999, Kumar, Shrawan y Mital, Anil Editores, Taylor & Francis.
- Singleton, W. T., *The body at work. Biological ergonomics.*, Nueva York, Estados Unidos, 1986, Cabridge Press, 1era. reimpresión.
- Vergara, Margarita y Page, Álvaro, *System to measure the use of the backrest in sitting-posture office tasks: Applied ergonomics. Human factors in technology and society*, Londres, Gran Bretanea, 2000, Elsevier Science, Vol. 31, No. 1, Pp. 247-254.
- Verriest, Jean-Pierre, *Los asientos de los automóviles*, Barcelona, España, 1995, Fontalba, Mundo científico No. 62.
- Vink, P., Douwes, M. y Woensel, W. Van, *Evaluation of a sitting aid: the Back-Up: Applied ergonomics. Human factors in technology and society*, Londres, Gran Bretanea, 1994, Butterworth – Heinemann, Vol. 25, No. 3, Pp. 170-176.
- Wall, M., Riel, M. P. J. M. Van, Snijders, C. J. y Wingerden, J. P. Van, *The effect on sitting posture of a desk with 108 inclination for reading and writing: Ergonomics. An international journal of research and practic in human factors and ergonomics.* Londres, Gran Bretanea, 1991, Taylor & Francis, Vol. 34, No. 5, Pp. 575-584.
- Winter, David, *EMG Interpretation, Biomechanics in ergonomics*, Londres, Gran Bretania, 1999, Kumar, Shrawan y Mital, Anil Editores, Taylor & Francis.