

95



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGON

299588

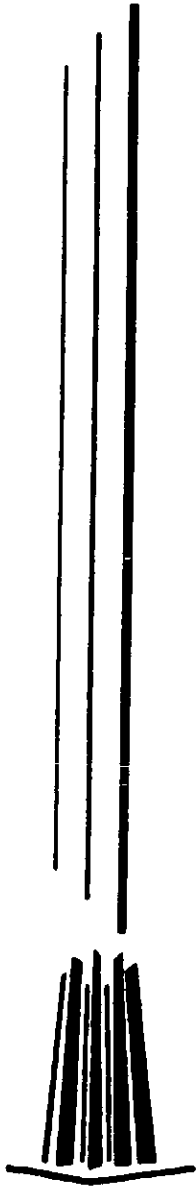
"IMPORTANCIA DE LA ERGONOMIA EN LOS  
CENTROS DE TRABAJO (CASO PRACTICO)"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA  
(AREA INDUSTRIAL)  
**P R E S E N T A :**  
**AGUSTIN TORRES MUÑOZ**

ASESOR:  
ING. FEDERIQUE JAUREGUI RENAUD

MEXICO

2001.





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.



LIBERTAD NACIONAL  
SUEÑO DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

AGUSTÍN TORRES MUÑOZ  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 31 de mayo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. FEDERIQUE JÁUREGUI RENAUD pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "IMPORTANCIA DE LA ERGONOMÍA EN LOS CENTROS DE TRABAJO (CASO PRÁCTICO)", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 5 de junio del 2001  
DIRECTOR INTERINO

ARQ. y D.I. CARLOS CHÁVEZ AGUILERA



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
- C p Asesor de Tesis.

CCHA/AIR/IIa.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

**Ing. RAÚL BARRÓN VERA**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 21 de septiembre del año en curso, por la que se comunica que el alumno AGUSTÍN TORRES MUÑOZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "IMPORTANCIA DE LA ERGONOMÍA EN LOS CENTROS DE TRABAJO (CASO PRÁCTICO)", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, México, 25 de septiembre del 2001  
**EL SECRETARIO**

**Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS**

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/RCC/vr

INGENIERÍA MECÁNICA  
E L E C T R I C A

2001 OCT - 1 P 6:11

U . N . A . M  
ENEP ARAGON

## ***Dedicatorias.-***

- ***A mi madre, por su ejemplo de dignidad y perseverancia yá que mientras estuvo con nosotros, siempre supo encontrar solución a todos los problemas que se le presentaron para sacarnos adelante.***
- ***A mis hermanos Eloisa y Crisóforo, a los que gracias a su bondad y a su apoyo pude concluir mis estudios profesionales.***
- ***A mi esposa y compañera María del Rosario, quién desde que la conozco ha sido motivo de superación y siempre me ha guiado por el camino del bien.***
- ***A mis adorados hijos, Gabriela Guadalupe y Miguel Agustín, quienes además de ser la bendición de haber llegado a nuestra vida han sido la causas de ofrecer buenos ejemplos y de la búsqueda continua de éxitos personales.***
- ***A todos mis profesores y a mi Universidad Nacional a quienes les debo mi carrera profesional y la manera de enfrentarme a la vida.***

# Contenido

<b>I. Ergonomía</b>	<b>6</b>
1.1. Historia y Geografía	7
1.2. Ergonomía preventiva y ergonomía correctiva	8
1.2.1 Ergonomía del producto y ergonomía de la producción	8
1.3. Ergonomía experimental y ergonomía práctica	8
1.4. Ergonomía y medicina del trabajo	9
1.5. La ergonomía y el departamento de métodos	9
1.6. Ergonomía y organización de los sistemas	9
1.7. Marco estructural para la ergonomía	10
1.8. Ergonomía tradicional	11
1.9. Interacción hombre-computadora	12
1.10. Ergonomía tradicional e interacción hombre-computadora	13
1.11. Psicología cognoscitiva	14
1.12. Ergonomía cognoscitiva	15
1.13. Alcances de la ergonomía	17
1.14. La ergonomía y las disciplinas relacionadas	18
<b>II. La ergonomía en los centros de trabajo</b>	<b>20</b>
2.1. Análisis de las tareas	20
2.2. Experimentación	23
2.3. La ergonomía en el puesto de trabajo	24
2.4. Factores ambientales	24
2.4.1. Iluminación	24
2.4.2. Temperatura y humedad	25
2.4.3. Ruido	26
2.5. Presencia de la ergonomía en los centros de trabajo	26
2.5.1. Montaje de llantas al chasis	28
<b>III. Antropometría</b>	<b>32</b>
3.1. Antecedentes	32
3.2. Fuentes de datos antropométricos	36
3.3. Tipos de datos	37
3.4. Presentación de datos	37
3.5. Percentiles	37
3.6. Fantasía del hombre medio	38
<b>IV. La antropometría en los centros de trabajo</b>	<b>39</b>
<b>V. Caso práctico</b>	<b>41</b>
5.1. Descripción de las áreas que conforman una planta automotriz	42
5.2. Análisis y selección de operaciones críticas	44
5.3. Selección de operaciones críticas	45
5.3.1. Apriete de defensa delantera	45

5.3.2. Operaciones en el compartimento de motor	49
5.3.3. Subensamble y ensamble del motor de marcha al motor de ignición	52
5.4. Estudio antropométrico	54
5.5. Desarrollo del estudio antropométrico	62
5.6. Resultados de la toma de medidas	63
5.6.1. Análisis de información de acuerdo a percentiles	65
5.6.2. Rango de distancias en las que los operarios trabajan en una línea de ensamble	72
5.6.3. Análisis de resultados	74
<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>78</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>80</b>

## Introducción.-

La presente tesis tiene por objeto el analizar y considerar las características ó condiciones físicas/ergonómicas del trabajador típico de la Ciudad de México mediante estudios antropométricos aplicados a una población de personal sindicalizado que labora en una Planta de Ensamble Automotriz y de cómo éstas condiciones físicas y ergonómicas impactan a la optimización y la productividad de las operaciones de manufactura en una empresa cuya principal fuerza y riqueza radica en la utilización de mano de obra calificada. Así mismo, analizar las facilidades y condiciones existentes en una planta de ensamble y de su correlación con las características ergonómicas de una población laboral representativa de la Ciudad de México cuya mezcla de orígenes de diferentes estados regiones de la República es muy variada, y debido a esa diversidad, es necesario e importante realizar un análisis que permitiera conocer el impacto de esa diversidad en las operaciones de manufactura de una planta de ensamble automotriz.

La identificación de operaciones críticas mediante la observación y análisis de los métodos de trabajo y procesos desarrollados en las líneas de ensamble fueron la base para identificar la necesidad de implementar y desarrollar primero una propuesta y luego un proyecto de estudio que incluyera aspectos ergonómicos y de seguridad que a su vez permitiera considerar las reacciones y necesidades de personal obrero calificado al desarrollar su trabajo en las líneas de ensamble.

La determinación del perfil antropométrico del personal obrero mediante la recolección de información ó datos referentes a la toma de medidas y tallas físicas a toda la población del personal sindicalizado de los tres turnos que labora una planta automotriz a través un programa de actividades debidamente planeado y estructurado mediante la participación de un equipo interdisciplinario formado por personal de distintos departamentos, a saber, Ingeniería Industrial, Producción, Control de Calidad, Servicio Médico, Relaciones Industriales, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y con la debida autorización del Sindicato responsable de una Planta de Ensamble.

La elaboración de una base datos con toda la información recolectada y del vaciado de la misma en el expediente de cada trabajador de la Planta.

El análisis de los datos obtenidos por personal del Servicio Médico comparándolos con los datos tomados a las facilidades instaladas en la Planta es la base para la clasificación y, en caso de ser necesario, la redistribución de personal en operaciones que se adecuen a sus características físicas



logrando con ésto una reducción en sus tiempos ciclos de operación, una reducción en el esfuerzo físico del trabajador, una reducción del porcentaje de concesiones de fatiga que regularmente se había venido manejando en la Planta, una mejora en la moral de los operarios debido a que para su asignación a una tarea específica se tomó en cuenta el esfuerzo físico de sus operaciones y las características de la estación de trabajo, una mejor estandarización de operaciones entre turnos debido a que las operaciones se realizan en condiciones físicas similares, una mejora en la productividad de las operaciones debido a que se incrementa el índice ó porcentaje de valor agregado ó de transformación del producto disminuyendo con ésto desperdicios, una reducción de costos debido a que por la reducción de esfuerzos y desperdicios se pueden rebalancear operaciones y disminuir la fuerza laboral, un mejor reclutamiento y contratación de personal de acuerdo a necesidades debidamente definidas en las líneas de producción, una mejora en la seguridad al desarrollar los trabajos de ensamble, asignaciones de personal más robustas cuyos impactos en tiempos ciclos por cambios de mezcla en la programación de la producción sean mínimos, modificación y adquisición de equipos y facilidades acordes con las características físicas del trabajador, conocer desde el momento de la contratación del personal y de acuerdo a sus características físicas, la estación ó el tipo de trabajo que puede desarrollar un operario en planta para un mejor desempeño en su tiempo ciclo y productividad, además, este tipo de investigación es la base para muchos otros estudios y para la toma de decisiones referentes a la distribución y necesidades de mano de obra en una Planta de Ensamble.

La recolección de información por el Servicio Médico a todo el personal sindicalizado de los 3 turnos de trabajo en una planta de ensamble de manera escalonada mediante un programa de actividades midiendo distancias ó longitudes a posiciones específicas del cuerpo que tuvieran relación con los movimientos desarrollados por el trabajador al desempeñar sus operaciones.

La información obtenida fue vaciada en formatos desarrollados para que pudieran pasar tanto al expediente de cada persona como a una base de datos desarrollada para manejar las cantidades de información recolectadas y para que se facilitara el análisis de la misma.

El análisis de la información contenida en la base de datos fue realizado por personal de Ingeniería Industrial, el Servicio Médico y el departamento de seguridad industrial y salud ocupacional de una planta de ensamble, dicho análisis consistió en comparar las medidas de los operarios contra las medidas de las facilidades instaladas en las áreas de trabajo ó líneas de ensamble, ésta comparación permitió tomar decisiones respecto a la conveniencia de redistribuir al personal en operaciones ó en

estaciones de trabajo que estuvieran acorde con sus condiciones ó características físicas y/ó en la necesidad de rediseñar ó modificar facilidades en las estaciones de trabajo de acuerdo al perfil antropométrico definido por éste estudio.

Se consilió información comparándola antes y después de elaborar y aplicar el estudio, siendo lo más representativo entre otros aspectos, los tiempos ciclos, el método de trabajo, los movimientos incurridos en la operación, los riesgos de trabajo, la fatiga relacionada con las posturas del cuerpo al realizar la operación, los daños a los paneles de los vehiculos, etc, observándose una mejora en los puntos mencionados, así mismo, se realizaron encuestas con el personal sindicalizado que fue reubicado para conocer su opinión respecto a la manera en que desarrollaba su trabajo antes y después de ser reubicado.

Esta información le fue proporcionada una vez concluido el estudio a las áreas de recursos humanos, seguridad industrial, comité de ergonomía y a los departamentos de producción de las distintas líneas de ensamble para conservar las referencias correspondientes a los porcentajes en donde se ubican las medidas físicas del personal obrero y de las facilidades instaladas de las áreas ó departamentos bajo su responsabilidad, también el sindicato fue retroalimentado con ésta información a manera de que estuviera enterado respecto al desarrollo del proyecto, a los resultados del mismo y a las acciones y conclusiones deribados del mismo. Es de destacarse la participación y comprensión del sindicato sin cuyo apoyo y autorización no se hubiera desarrollado el estudio que es la base de este trabajo de tésis.

Este tipo de estudios no tiene precedentes conocidos respecto a su implementación en alguna planta de manufactura en México y puede ser la base para su aplicación no sólo en la industria automotriz sino en cualquier otra industria de transformación que emplee en sus procesos de manufactura como uno de los recursos más ricos e importantes a la mano de obra calificada, inclusive, puede ser aplicable a empresas de servicio tales como almacenes debido a su aplicación directa al aspecto humano y a su desempeño en el trabajo.

El análisis de las condiciones ergonómicas presentes durante el desarrollo de operaciones, tareas ó trabajos en una planta de ensamble se ha convertido en un aspecto importantísimo para la industria automotriz y en general para todas las industrias de manufactura. Dicho análisis consiste en la obtención de información referente a las condiciones tanto de la estación de trabajo como de las

condiciones físicas de los operarios en las distintas líneas de ensamble requeridas para transformar un vehículo automotriz.

Las facilidades instaladas para la industria automotriz nacional muy frecuentemente han sido diseñadas para una complejidad física diferente a la que tiene una persona en la República Mexicana, debido a que todas las plantas de ensamble pertenecen a consorcios transnacionales extranjeros es muy frecuente que dichas facilidades tengan modificaciones ó que el trabajador se adapte a las mismas con su consecuente impacto en la productividad y en el esfuerzo físico desarrollado en cada turno de trabajo. La mayoría de las veces la adaptación del trabajador se logra mediante su habilidad y a su ingenio propio.

Además del diseño de las facilidades no se ha hecho un análisis ó al menos no se tiene algún antecedente al respecto en las plantas de ensamble ó en cualquier planta de manufactura en México para determinar el nivel medio de las medidas ó tallas del trabajador tipo del centro de la República sobre todo en la Ciudad de México y áreas conurbadas que permita obtener información para realizar modificaciones y tomar decisiones más acordes con su estructura física ó para realizar distribuciones de personal más adecuadas al tipo de trabajo a realizar.

Principalmente cuándo se toma en cuenta el aspecto ergonómico en el desarrollo de alguna actividad se deben analizar las respuestas que tiene el trabajador al desempeñarla de acuerdo al medio ambiente en su estación de trabajo (en el cual intervienen las instalaciones, la distribución de su herramienta ó su iluminación) dichas respuestas se pueden referir a condiciones de productividad, calidad, fatigas ó al grado de moral ó motivación que el trabajador pueda tener al sentirse a gusto ó seguro en el desempeño de sus actividades y pueden ser favorables o desfavorables según el estado de las condiciones de su estación de trabajo.

Cuándo las instalaciones en alguna planta de ensamble son antiguas y la inversión para modificarlas resulta ser muy importante y si además se pretende como en cualquier negocio mantener un nivel competitivo mundial debido a la globalización actual se tienen que considerar aspectos diferentes para la obtención de mejores resultados en cuánto a productividad estandarización y calidad, uno de esos aspectos diferentes es determinar el nivel medio de la complejidad física del trabajador para poder realizar redistribuciones de mano de obra ó modificaciones a las instalaciones acordes con la estructura física promedio del personal en el centro de la República Mexicana.

El presente trabajo se refiere a la realización de un estudio mediante la obtención de información en campo y en consultorio médico referente a las medidas y tállas físicas de la población de una planta de ensamble automotriz. El interés del estudio radica principalmente en varios factores, lograr una mejor estandarización de operaciones ubicando personal con las mismas características físicas en la misma operación y en los diferentes turnos de trabajo, tener un mejor reclutamiento de personal de acuerdo a las necesidades instaladas, mejorar la seguridad mediante la disminución de esfuerzos físicos y fatigas, mayor productividad al disminuir los tiempos ciclos de las operaciones, conocer el nivel medio de la complejión física del trabajador en la República Mexicana además de conocer las reacciones de los trabajadores cuándo desarrollan actividades que requieren esfuerzos físicos importantes.

El objetivo de éste estudio es el de comprobar que se pueden obtener importantes mejoras en la estandarización , productividad, calidad y disminución de esfuerzos mediante la distribución adecuada de personal en una planta de ensamble automotriz establecida de acuerdo al conocimiento y análisis de las características físicas de los trabajadores y de las facilidades existentes en la misma, así mismo, comprobar que el conocimiento más profundo de la gente permite tomar decisiones más adecuadas respecto a la adquisición de equipo, modificación de instalaciones y reclutamiento personal.

## I. Ergonomía.-

No existe una definición oficial de la Ergonomía (ergon = trabajo, nomos = ley) , cabría proponer la siguiente: tecnología de las comunicaciones en los sistemas hombres-máquinas. Es una tecnología, es decir, menos que una ciencia y más que una técnica. La ergonomía utiliza un conjunto de ciencias y técnicas, además de que es tributaria de varias disciplinas posee un carácter aplicado que aspira no sólo al estudio de los sistemas hombre – máquina sino a su perfeccionamiento. Sus objetivos son el proporcionar el ajuste recíproco, constante y sistemático entre el hombre y su medio ambiente, diseñar la situación de trabajo de manera que éste resulte, en lo posible, pleno de contenido, cómodo, fácil y acorde con las necesidades mínimas de seguridad e higiene y elevar los índices de productividad tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo. Las comunicaciones entre el hombre y la máquina definen el trabajo, en éste sentido, la ergonomía es el estudio del trabajo con el fin de mejorarlo. La ergonomía atañe a los sistemas hombres – máquinas, es decir, a aquellos sistemas en los que al menos un elemento es un hombre con cierta función.

Un sistema hombres-máquinas es una organización cuyos componentes son hombres y máquinas que trabajan conjuntamente para alcanzar un fin común y están unidos entre sí por una red de comunicaciones, también puede definirse como una combinación operatoria de uno o más hombres con uno ó más componentes que interactúan para suministrar, a partir de elementos dados, ciertos resultados, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por un ambiente dado .

El término hombres – máquinas se refiere tanto al sistema “un hombre - una máquina” (por ejemplo, el puesto de trabajo constituido por la mecanógrafa, el manuscrito y la máquina) como al sistema “varios hombres – varias máquinas” (como el conjunto de operadores en la transformación de un vehículo en una estación de ensamble). La ergonomía no estudia al hombre aislado ni a la máquina aislada, no constituye un capítulo de antropología ni a uno de ingeniería. Es el resultado de una evolución que llevó a aquellos que han estudiado el trabajo de una perspectiva “centrada en la máquina” a “una perspectiva centrada en el hombre” a alcanzar gracias a la ergonomía una perspectiva “centrada en el sistema”.

Las disciplinas que contribuyen a su desarrollo son, entre otras: psicología experimental, antropología, fisiología, ingeniería, anatomía funcional, fisiología climática, psicología social, medicina del trabajo, técnica de tiempos y movimientos, estudio y análisis del trabajo, organización

del trabajo, antropometría, teoría de la información, estética, sociología, diseño, economía, psicología del trabajo, etc.

### 1.1. Historia y Geografía.-

La implementación de la ergonomía como disciplina autónoma es reciente, pero en todas las épocas los hombres se han preocupado por mejorar su trabajo. Durante mucho tiempo, aproximadamente hasta el siglo XX, los estudios para mejorar el trabajo se “centraron en la máquina”, al principio sólo en el útil y el arma y más tarde en las máquinas propiamente dichas como telares, aparatos, vehículos, etc. El hombre se adaptaba peor ó mejor a las máquinas cuyo aprendizaje era, por lo general, muy largo. La preocupación mayor consistía en la selección y formación de los operadores con el fin de ir satisfaciendo las exigencias de las máquinas.

Al ir aumentando el precio de las máquinas paralelamente a su complejidad y al transformarse su rentabilidad en una exigencia cada vez más imperativa se fue adquiriendo lentamente conciencia del costo del error humano. Cuando un defecto en el desarrollo de alguna actividad se convierte en un costo importante no sólo económico sino de seguridad nace la inquietud por facilitar al hombre el empleo del útil. A esa adquisición de conciencia corresponde la fase de estudios “centrados al hombre” ó “adaptación de la máquina al hombre”. Los especialistas del trabajo se preocupan entonces por modificar las máquinas o las facilidades con el fin de satisfacer las exigencias y sobre todo respetar los límites del hombre.

Hasta el final de la década de los sesentas no se tuvo conciencia de algo que hoy parece evidente: los estudios que tratan de perfeccionar el trabajo han de “centrarse en el sistema”, es decir, respetar tanto las características del hombre como las de la máquina, intentando adaptarla entre si y ateniéndose al criterio de aumentar al máximo los resultados globales del sistema considerado como tal.

La ergonomía nació en los Estados Unidos durante la última Guerra , de las investigaciones llevadas a cabo en común por la psicología y el ejército, principalmente los del aire y marina.

Hasta entonces, “la psicología aplicada” se interesaba principalmente por los “tests”, posteriormente las máquinas se empezaron a adaptar a los operadores humanos.

El predominio de los psicólogos es una de las características de la ergonomía americana contenida en la expresión misma “engineering psychology”.

La ergonomía en Europa Occidental nació en 1949 en Oxford con el vocablo "ergonomics" siendo en Gran Bretaña en donde los ergónomos precedieron a los del continente europeo a través de la Ergonomics Research Society.

En México la ergonomía tuvo su principal auge durante los años 70's principalmente mediante estudios realizados por la Universidad Nacional Autónoma de México.

## 1.2. Ergonomía preventiva y ergonomía correctiva.-

Se habla de ergonomía preventiva cuándo el sistema que se estudia no existe aún en la realidad. Constituye la ergonomía en la fase de proyecto. La ergonomía correctiva corresponde con frecuencia a la ergonomía en la industria ó industrial, y la ergonomía preventiva sólo se practica en los sistemas militares y espaciales.

### 1.2.1. Ergonomía del producto y ergonomía de la producción.-

Básicamente, las intervenciones del ergónomo conciernen a la producción en el sentido más amplio. La ergonomía del producto (que siempre es ergonomía del puesto de trabajo) se refiere principalmente a los útiles y vehículos (automóviles).

## 1.3. Ergonomía experimental y ergonomía práctica.-

En la intervención del ergónomo las fases de experimentación y de realización presentan caracteres distintos y con frecuencia, el establecer una correspondencia entre las variables del laboratorio y las de un puesto de trabajo o sistema constituye un gran problema. Sin embargo, tal oposición no puede ser profunda pues no existen dos especies de ergónomo. La ergonomía aspira siempre a mejorar un trabajo concreto, se ha definido como una tecnología y por ello, ha de proceder por fases sucesivas:

- a) Fase de análisis de tareas que en la mayoría de los casos se hace sobre el terreno, pero que también puede llevarse a cabo experimentalmente mediante simulación ( en el caso de los puestos de trabajo).
- b) Fase de experimentación, en la que el laboratorio es prácticamente indispensable cuándo se trata de puestos, pero resulta en ocasiones no utilizable cuándo se estudian los sistemas.
- c) Fase de validación, en la que es insustituible el caso práctico.

En cada fase, la única distinción importante es la existente entre métodos rigurosos y no rigurosos.

#### 1.4. Ergonomía y medicina del trabajo.-

Como su nombre lo indica, la fisiología del trabajo se refiere a los aspectos puramente fisiológicos del comportamiento del hombre en el puesto de trabajo, tal estudio de las respuestas corporales del operador humano forma parte de la ergonomía pero sólo constituye un aspecto limitado de ésta.

En el trabajo moderno, lo esencial de las comunicaciones entre el hombre y las máquinas se halla constituido por informaciones simbólicas.

El médico del trabajo se encarga de la adaptación del hombre a su trabajo, en éste sentido, puede practicar la ergonomía con tal que estudie verdaderamente el trabajo, es decir, a los sistemas hombres-máquinas, y no se contente únicamente con vigilar periódicamente la integridad física de los trabajadores, por otro lado, no ha de limitarse a una actitud defensiva, de lucha contra el accidente y el exceso de fatiga sino que ha de contribuir también positivamente, a mejorar la realización y funcionamiento de los sistemas.

#### 1.5. La ergonomía y el departamento de métodos.-

En la empresa, el departamento de métodos es el más indicado para promover la ergonomía y puede facilitar un progreso rápido a la ergonomía, al menos, a la ergonomía industrial.

El departamento de métodos debe superar la fase del mero estudio de "tiempos y movimientos".

Las técnicas del cronometraje y las derivadas de éste, son y serán durante largo tiempo indispensables, pero su campo de acción se hace cada día más restringido. Es función del departamento de métodos abordar todos los aspectos del trabajo y, en primer lugar, las tareas creadas por los progresos de la automatización. El ambicioso objetivo de la ergonomía consiste precisamente en conocer ( con el fin de mejorarlas ) el conjunto de características del trabajo humano contemporáneo, es por ende, deseable que los organizadores y estudiosos de los métodos del mañana sean ergónomos, ó inversamente.

#### 1.6. Ergonomía y organización de los sistemas.-

El sistema hombres-máquina no es sino una abstracción respecto del sistema más general que representa la fábrica , la empresa ó el grupo social. La ergonomía no pretende abarcar la totalidad del trabajo. Desemboca en el estudio de los sistemas hombres-hombres, es decir, en la psicología social, la sociología, la economía, la política, etc.

Particularmente en lo que se refiere a la industria, habrá de tomar en cuenta las estructuras, la organización y las relaciones dinámicas.



### 1.7. Marco estructural para la ergonomía.-

Muchas disciplinas se interesan en el perfeccionamiento de la relación entre las personas y su trabajo, por ejemplo, la ingeniería, la medicina industrial y la administración de personal. La ergonomía es una de éstas disciplinas. En la ergonomía, el énfasis se coloca en la persona que realiza el trabajo y la forma en que éste se lleva a cabo, en vez de la tecnología ó el entorno. El propósito que se sigue es el de utilizar el conocimiento científico y sus técnicas, para lograr el perfeccionamiento en técnicas de bienestar mental y físico, y de productividad . En el marco estructural, las actividades ergonómicas comprenden una configuración particular de tareas y ciencias. El marco estructural consta de una serie de descripciones o representaciones y un conjunto de actividades o transformaciones que se originan y terminan en el mundo del trabajo .

El trabajo es la función que cambia un objeto o entidad de un estado a otro. El propósito de las representaciones y transformaciones es el de modificar las tareas en el mundo real del trabajo. El trabajo se divide en tareas, (ver figura 1). El conocimiento consiste en ciencia y no ciencia, es decir, conocimiento por experiencia tanto en el oficio como en lo personal .

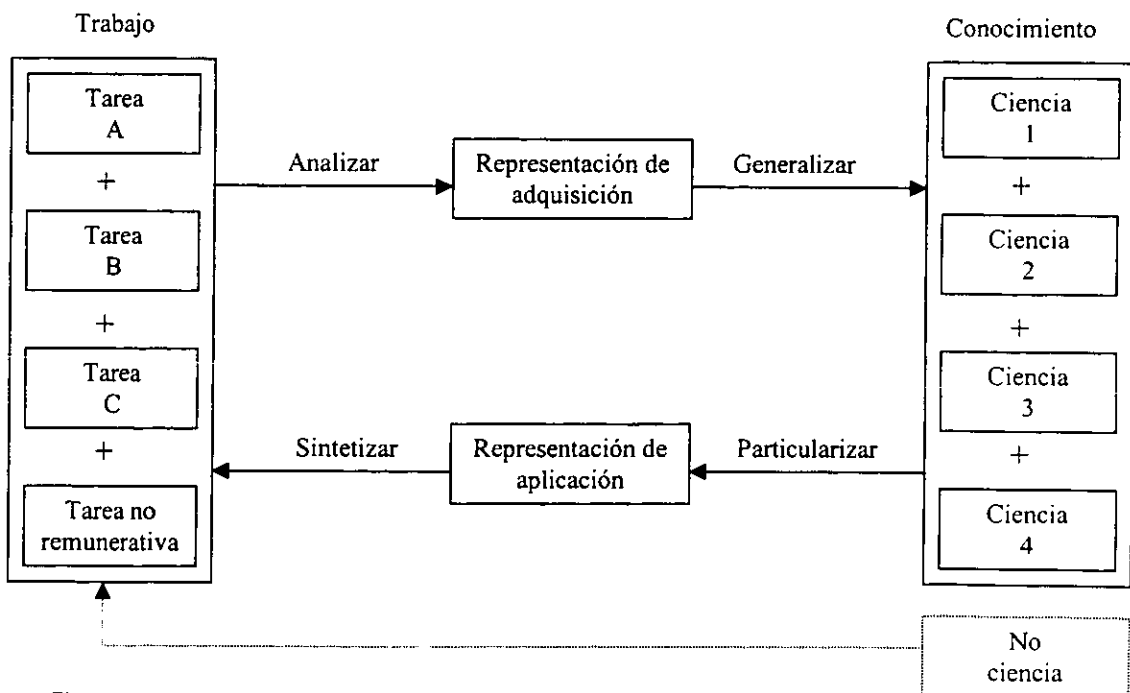


Figura 1. Marco estructural para actividades ergonómicas que muestra la relación entre el trabajo y el conocimiento .

Dentro de éste marco de referencia, la ergonomía comprende dos actividades principales, una de ellas es una actividad de investigación interdisciplinaria que adquiere conocimientos acerca de las personas y su trabajo, la segunda es una actividad operacional , las transformaciones que aplican el conocimiento al lugar de trabajo, a través de la particularización y síntesis .

### 1.8. Ergonomía tradicional.-

Un modelo de la ergonomía tradicional se muestra en la figura 2. El estudio de las tareas de ésta clase se ha llevado a cabo en minas de carbón, ensambladoras de automóviles, manufactura de cristal y centrales eléctricas. De las ciencias particulares que intervienen, la fisiología se ocupa de las relaciones energéticas de la persona con el trabajo, en términos de la respuesta cardiovascular y mecanismos homeostáticos. La biomecánica aborda las relaciones mecánicas con el trabajo, en términos de la vinculación de los segmentos y la musculatura del cuerpo. La psicología se dirige a las relaciones informativas en términos de procesos mentales, por último, la psicología ocupacional se enfoca, en éste caso, hacia las relaciones organizacionales en términos de factores sociales .

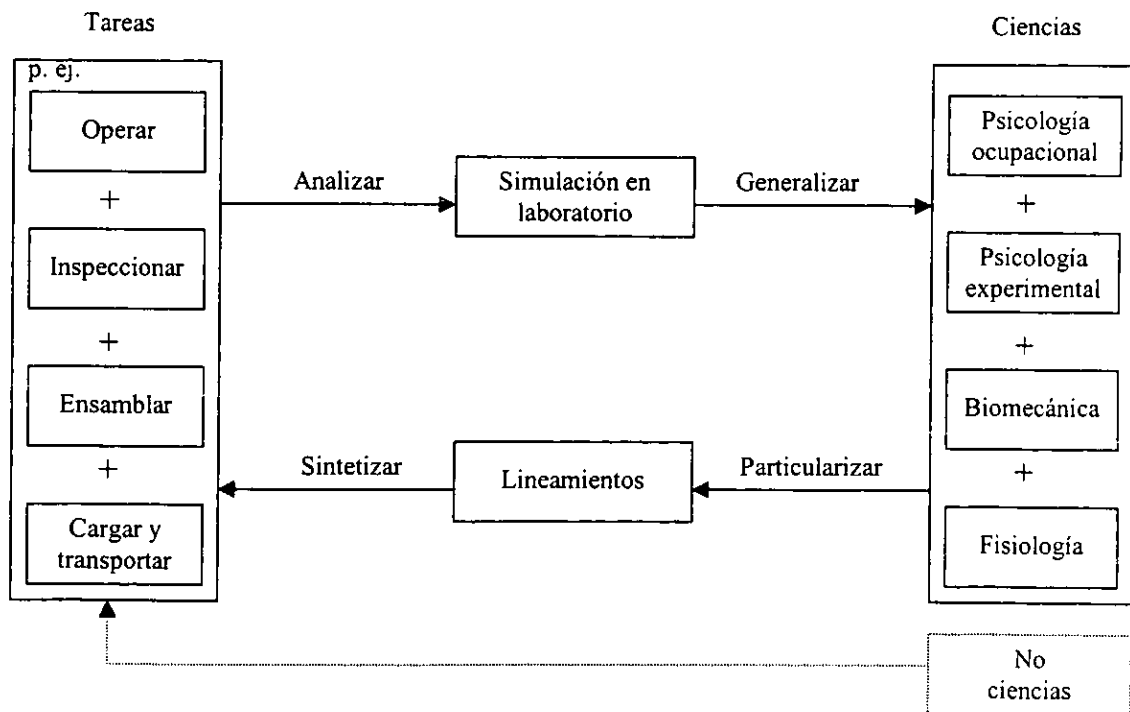


Figura 2, Modelo de actividades ergonómicas tradicionales que muestra la relación entre tareas y ciencias.

En la ergonomía tradicional, la principal representación de adquisición es la simulación en laboratorio basada en técnicas de análisis de tarea. La principal representación de aplicaciones es un conjunto de lineamientos para el diseño del trabajo, con frecuencia en forma de catálogo, para el diseñador de equipo. Otras tareas incluyen el control de pantallas de radar, el manejo de grúas, la conducción de automóviles y la clasificación de cartas.

En un nivel más detallado, la ergonomía tradicional también se puede caracterizar en términos de los rasgos de las tareas, los cuales describen las tareas en términos de agente(s), funciones, entidades, instrumentos y ubicación.

En lo que se refiere a agentes del trabajo el interés se ha centrado más en las personas que operan equipo industrial ligero ó pesado, que en el personal de oficina. En relación con los instrumentos de trabajo, el interés de la ergonomía tradicional se ha centrado en la tecnología manual, mecánica y electromecánica .

El mayor progreso se ha alcanzado en las áreas de análisis de la estación de trabajo, representación visual, controles, disposición de tableros de mando y máquinas, trazado de espacios de trabajo, asientos, comodidad térmica, ruido, iluminación y organización del trabajo. En lo que se refiere a los enfoques generales el énfasis se colocó sucesivamente en: el perfeccionamiento de la tarea inmediata con respecto a la tecnología vigente en el momento de representaciones visuales y controles (“ergonomía clásica”); las relaciones óptimas entre todas las tareas y todas las actividades de diseño (“ergonomía de sistemas”); y la necesidad de reducir errores para mejorar el bienestar y la productividad (“ergonomía del error”).

### 1.9. Interacción hombre – computadora.-

La extensa introducción actual de computadoras en los lugares de trabajo, continúa e irá en aumento, como consecuencia, la computadora se está convirtiendo rápidamente en la máquina de mayor influencia en nuestros tiempos. Por ésta razón la ergonomía la asimila como un instrumento de la tecnología en su investigación y práctica. Como instrumentos de trabajo, las computadoras manipulan esencialmente información, el poder de la computadora radica en la velocidad de sus operaciones y en la creciente flexibilidad de sus operaciones, para manipular la información, el usuario necesita especificar las partes de la tarea que desempeñará el sistema y operar la computadora. Al operar directamente las computadoras , en vez de través de especialistas, el usuario interactivo obtiene una mayor control sobre la tarea. En el diseño con el auxilio de la computadora, el dibujo tendrá que interpretarse como una serie de segmentos, y no como una sola hoja en el

restirador, el usuario se tiene que adaptar a los cambios. El creciente empleo de las computadoras ha resultado en la rápida expansión del número de usuarios interactivos, a quienes les es preciso especificar la tarea que ejecutará el sistema y operar la computadora, ambas actividades pueden originar dificultades en el desempeño de la tarea debido a la versión computarizada de la misma, o a las diferencias entre ésta versión y la que se ponía en práctica anteriormente.

El perfeccionamiento de la relación entre los usuarios interactivos y su trabajo implica la reducción de éstas dificultades, para la ergonomía ésta reducción significa, tal vez, el mayor desafío de la tecnología de la computadora.

#### 1.10. Ergonomía tradicional e interacción hombre – computadora.-

La respuesta inicial de la ergonomía tradicional al advenimiento de la tecnología de la computadora, consistió en emplear los mismos lineamientos y principios científicos que se habían aplicado previamente a las tareas no computarizadas. Éstos únicamente tomaron la forma de transformaciones de aplicaciones que se muestran en la figura 1 y que se habían aplicado previamente a tareas no computarizadas.

Al computarizar las tareas, aparecen problemas como la falta de motivación debido al trabajo sencillo y repetitivo: errores de mecanografía debido a la incompatibilidad del teclado con la función o frecuencia del uso de las teclas, incomodidad a causa de la postura; y fatiga, a causa de un excesivo mecanografiado. Las soluciones podrían incluir mejoras en la organización de los operadores, la disposición de las teclas, el diseño de la estación de trabajo, el ciclo del trabajo y el descanso. Sin embargo, los lineamientos o el conocimiento científico existentes no abordaron otros problemas como la ubicación de terminales electrónicas para apoyar la comunicación social, la situación de textos en representaciones visuales para facilitar que se encuentre rápidamente la información y la disposición de teclas especiales de edición para evitar confusiones, asimismo, los principios de una postura que rigen el uso de portadocumentos a fin de contrarrestar la incomodidad física y los principios fisiológicos que determinan la fatiga en ambientes creados por computadoras. Otros problemas que se identificaron se relacionaban con las diferencias entre la representación de las funciones y entidades de la tarea en la computadora y las del usuario. Para fines ilustrativos, los problemas se pueden dividir en los que se relacionan con el dominio de aplicación, los que se relacionan con la tarea y los que se relacionan con la interfase de la computadora.

La primer fuente de dificultades es la versión de la computadora del “dominio”, es decir, la gama de aplicación específica del sistema, por ejemplo, el dominio de un sistema computarizado de compras

es el conjunto de artículos disponibles para compra. Los usuarios pueden tener dificultades para efectuar sus compras exitosamente, debido a que la descripción de los artículos es inadecuada para sus propósitos.

La segunda fuente de tropiezos es la versión computarizada de la tarea. Es posible que la computación no altere muchas de las funciones y entidades de una tarea, pero sí cambiarán los procedimientos que se acostumbraba seguir en el desempeño de la misma.

Al igual que con la versión del dominio de la computadora, por lo tanto, la versión computarizada de la tarea sí es inadecuada ó diferente de la versión precomputadora, puede presentar dificultades para el usuario.

El área restante de dificultad se refiere a la interfase de la computadora. A los usuarios, les es difícil comunicarse con la computadora. En algunos sistemas, al usuario se le ofrece un “menú” de acciones posibles en forma de una lista de la cuál se tiene que seleccionar antes de que la máquina ejecute la acción.

En otros sistemas, se utiliza un lenguaje especial de “mando” para especificar la acción requerida. Las instrucciones a la computadora se expresan como “mandos” (acciones que deben ejecutarse), y como “argumentos” ( los atributos o bloques de datos que se manipularán). A los usuarios les es difícil especificar e interpretar las acciones de la computadora, cuándo la representación del sistema del dominio o de la tarea, difiere de la propia. Asimismo, los usuarios sufren tropiezos al operar la computadora cuándo la interfase actúa en forma diferente a la representación del usuario .

En retrospectiva, la incompatibilidad representacional era inevitable. Ni la ergonomía tradicional, ni la práctica de diseño tradicional poseían los conocimientos o las técnicas necesarias para dictar las formas en que se podrían describir y reconciliar las representaciones de la computadora y las del usuario.

### 1.1.1. Psicología cognoscitiva.-

Cualquier cambio en una ciencia, cambia a su vez el modelo de ergonomía que se muestra en la figura 1. En esta forma, el advenimiento de la psicología cognoscitiva dió origen a la ergonomía cognoscitiva. Se descubrió que las técnicas y teorías del enfoque cognoscitivo resultaban útiles como punto de partida para atacar el problema de la incompatibilidad representacional relacionado con la nueva tecnología de la computación.

La definición más general de la ergonomía cognoscitiva es, por lo tanto, la aplicación de la psicología cognoscitiva al trabajo.

El enfoque cognoscitivo de la psicología enfatiza la adquisición y uso del conocimiento, en vez de los aspectos conativos que comprenden las acciones, su motivación y la voluntad para llevarlas a cabo, o los aspectos afectivos que comprenden los sentimientos y las emociones, en este sentido, la cognición sólo refleja una parte de una división particular de la mente y sus actividades.

El enfoque también enfatiza las funciones mentales llamadas superiores, como la comprensión, el pensamiento y la comunicación, más que las funciones perceptuales motoras.

También el enfoque cognoscitivo resalta el papel de la representación interna en la explicación de la conducta. Aquí, la psicología cognoscitiva se contrasta con el conductismo o la psicología estímulo – respuesta. La concepción de la cognición como las transformaciones sucesivas que efectúa el organismo de la información que representa el mundo real, se ha trasladado generalmente a la ergonomía.

Los orígenes de la ergonomía cognoscitiva, por consiguiente, están estrechamente relacionados con los desarrollos en la psicología cognoscitiva.

En la actualidad, la mayor parte de la actividad que se relaciona con estos desarrollos se centra en los procesos de adquisición que se ilustran en la figura 3.

#### 1.12. Ergonomía cognoscitiva.-

La ergonomía tradicional y cognoscitiva se pueden comparar en términos del marco estructural que se muestra en la figura 3.

Su diferencia reside básicamente en las tareas asociadas con la introducción de la computadora y en términos de adiciones a la ciencia base de la psicología.

La ergonomía cognoscitiva, por lo tanto, es una configuración que relaciona el trabajo con la ciencia. Su objetivo se podría definir como el de aumentar la compatibilidad entre las representaciones del usuario y las de la máquina. Se desarrolló un modelo del usuario expresando las dificultades experimentadas.

El modelo se ilustra en la figura 3. Comprende 3 componentes, cada uno relacionado con el dominio, la tarea y la interfase del sistema de compras computarizado.

- a) Las variables del sistema describen grupos de distintas características de la tecnología, las cuales se identificaron como contribuyentes a las dificultades de los usuarios. Por ejemplo, la variable “Amplitud de descripción de artículos” se identificó como una fuente de dificultad que experimentaban los sujetos en la “evaluación” del componente de la tarea.

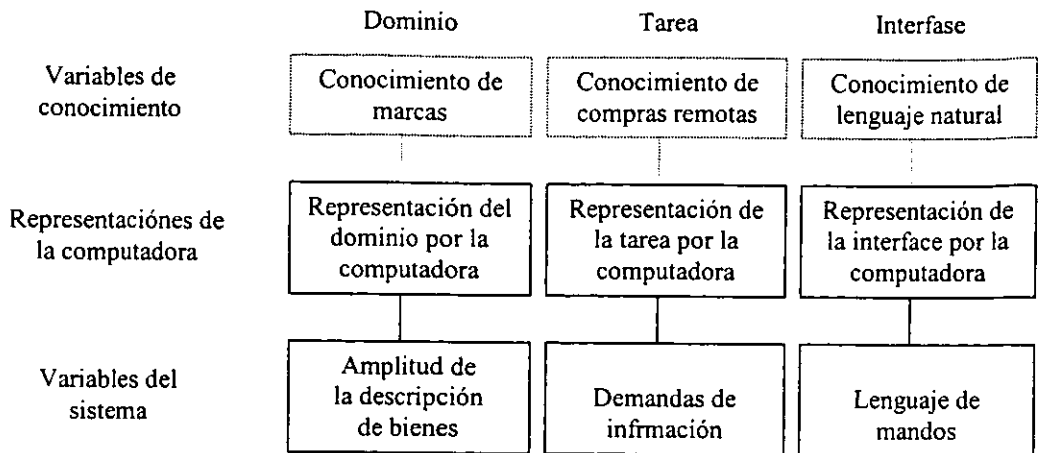


Figura 3, Un modelo de las dificultades que experimentan los usuarios en el sistema de compras computerizado. Las dificultades se expresan en la forma de variables de conocimiento y de sistema.

- b) Las variables de conocimiento expresan las mismas dificultades que las que se atribuyen a los efectos de las características tecnológicas, pero en términos de conocimiento de los usuarios. Ese conocimiento era inadecuado para el desempeño de la tarea, ya que condujo a dificultades y errores.
- c) Las representaciones de la computadora indican el conocimiento "ideal del usuario", es decir, el conocimiento que requiere el sistema para una compra "libre de errores". Estas representaciones están determinadas por la tecnología, es decir, las características del sistema, pero se expresan en términos psicológicos como "conocimiento ideal".

En términos del modelo, el desempeño del usuario se puede entender como sigue. Cuando el desempeño es inadecuado, el conocimiento del usuario es compatible con el conocimiento que requieren las representaciones de la computadora. Cuando el desempeño es inadecuado, el conocimiento del usuario es incompatible con el conocimiento ideal del mismo. Puesto que la tecnología es la que determina la necesidad de un conocimiento ideal, las dificultades se pueden describir como interacciones de variables del sistema y del conocimiento.

La ergonomía cognoscitiva en relación con la ergonomía tradicional, comprende una tarea basada en la tecnología de la computadora, y utiliza un modelo de conocimientos de los usuarios, en la forma en la que lo hace la psicología cognoscitiva, para identificar y evaluar las maneras de aumentar la compatibilidad representacional relacionada con el dominio de la aplicación del sistema.

### 1.13. Alcances de la ergonomía.-

Se infiere que la ergonomía se desarrolló debido al interés mostrado en un número de profesionales diferentes, y todavía permanece como un campo de estudio multidisciplinario. Cruza los límites entre muchas disciplinas científicas y profesionales y reúne sus datos, sus hallazgos y sus principios en cada una de ellas. En la actualidad, la ergonomía es una combinación de fisiología, anatomía y medicina dentro de una rama; fisiología y psicología experimental en otra; y física e ingeniería en una tercera. Las ciencias biológicas proporcionan la información acerca de la estructura del cuerpo: las capacidades y limitaciones físicas del operario, las dimensiones de su cuerpo, qué tanto puede levantar de peso, las presiones físicas que puede soportar, etc. La psicología fisiológica estudia el funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso como determinantes de la conducta, mientras que los psicólogos experimentales intentan entender las formas básicas en que el individuo usa su cuerpo para comportarse, percibir, aprender, recordar, controlar los procesos motores, etc. Finalmente, la física y la ingeniería proporcionan información similar acerca de la máquina y el ambiente con el que el operador tiene que enfrentarse.

De dichas áreas, el ergónomo toma datos y los integra para optimizar la seguridad, la eficiencia y la confiabilidad de la ejecución del operario, para hacer su tarea más fácil y para incrementar su sensación de comodidad. Sin embargo, tales criterios de ninguna manera son independientes; por ejemplo, la eficiencia de un operario depende primordialmente de su precisión, pero esta última no es el único componente de la eficiencia, sino que existen otros, como la confiabilidad, la rapidez y la reducción del esfuerzo y de la fatiga.

La ergonomía busca aumentar la seguridad, lo cual debería dar como resultado la reducción de tiempo perdido a través de la enfermedad y (tal vez) un incremento correspondiente de la eficiencia (del trabajador); no obstante, del mismo modo, la seguridad en sí misma dependería de la eficiencia. Otra meta de la ergonomía es la de incrementar la confiabilidad del operario en la ejecución de su operación. Así, el operario humano debería ser no sólo rápido y eficiente, sino también confiable. Un operario puede desempeñar su tarea de manera precisa la mayor parte del tiempo pero, dada alguna acción intermitente de su situación laboral, puede que resulte poco confiable en su ejecución.

La comodidad es un criterio subjetivo cada vez más importante en la situación actual, y se refiere a la sensación de bienestar y de tranquilidad inducidas por el sistema; es suficiente señalar que un operario incómodo es más propenso a cometer errores y tiene más probabilidad de trabajar menos eficientemente. La labor de la ergonomía es primero determinar las capacidades del operario y



después intentar construir un sistema de trabajo en el que se basen estas capacidades. En este aspecto, se estima que la ergonomía es la ciencia que “ajusta el ambiente al hombre”.

#### 1.14. La ergonomía y las disciplinas relacionadas.-

En ésta sección es pertinente preguntarse donde está cimentada la ergonomía en relación con las aparentes disciplinas afines, como la investigación de operaciones, el estudio del trabajo y el estudio de tiempos y movimientos. Cada una trata de hacer óptima la eficiencia del trabajador y ciertas áreas se traslapan de manera inevitable, pero existen ciertas diferencias entre éstas disciplinas. El estudio de tiempos y movimientos se refiere primordialmente al desempeño incrementado mediante la medición y la minimización del tiempo que se lleva a cabo realizar varias operaciones (movimientos). Los lineamientos fundamentales de esta disciplina sugieren que : a) A pesar de que normalmente hay varias formas de llevar a cabo una tarea, un método tendrá que ser superior a los demás y b) El método superior puede determinarse mediante la observación y el análisis del tiempo que se requiere para llevar a cabo las partes de esa actividad.

Barnes (1963) define el estudio de tiempos y movimientos como:

*El estudio sistemático de los sistemas de trabajo con el fin de: I) diseñar el sistema y el método preferidos, normalmente aquel que sea de más bajo costo ; ii) comprender éste sistema y éste método; iii) determinar el tiempo requerido por una persona calificada y adecuadamente entrenada en trabajar a un ritmo normal para ejecutar una tarea ó una operación específicas, y iv) ayudar a entrenar al trabajador en éste método preferido.*

Los proponentes de ésta disciplina argumentan que la información de los análisis de tiempos y movimientos debería permitir que las actividades del operario se dispongan de tal manera que pueda llevarse a cabo en “tiempos standard” y que posteriormente ésta información podría utilizarse para establecer horarios de producción, para determinar los objetivos de la supervisión y la eficacia de la operación, para señalar los estándares de tiempo – trabajo, para determinar el número de máquinas que puede operar una persona, para coordinar a los trabajadores a fin de que incrementen su eficiencia, para establecer costos y para determinar los incentivos económicos (Mundel 1950) .

Por su alta confianza en el ritmo de trabajo como un criterio principal, y por el uso inapropiado que le dan algunos administradores cuando establecen las metas de producción, el estudio de tiempos y movimientos, a lo largo de los años, se ha vuelto poco confiable tanto para los administradores como para los trabajadores. Desafortunadamente la ergonomía también se apoya, en cierta medida, en el análisis de tiempos de ciertas acciones. Por lo tanto, para muchos, la ergonomía tiene las mismas características; sin embargo, la mayor diferencia entre ambas disciplinas radica tanto en el uso que se

da a los datos obtenidos, como en el hecho de que el análisis de tiempos y movimientos no es la única fuente de información disponible para el ergónomo.

Los criterios para establecer las características de la ergonomía también implican la precisión del operario, su comodidad y su satisfacción, además de considerar los efectos del ambiente, como el ruido, la iluminación y la temperatura. Por ende, la meta del ergónomo es considerar y llevar grado óptimo del sistema del trabajo total, más que sólo manipular el eslabón humano dentro de la cadena.

## II. La Ergonomía en los centros de trabajo.-

En una disciplina de desarrollo tan reciente como la ergonomía, los métodos cuentan más que los resultados. Los problemas concretos con que tropieza la ergonomía son precisamente problemas complejos y, casi siempre, nuevos y distintos que los tratados hasta entonces. La calidad de los métodos en el estudio y solución de cada problema constituye la única garantía de eficacia de los resultados. El estudio ergonómico de un puesto de trabajo comprende dos fases principales: análisis de tareas y experimentación. La primera tiene por objeto recoger los datos y plantear el problema, dicho de otra forma, permite determinar las variables características del trabajo estudiado, y escoger aquella ó aquellas que se consideren como variables-criterio, y mediante las cuáles se apreciará el éxito o fracaso de la intervención del ergónomo. No existe ergonomía sin análisis de tareas. Ello resulta de la definición misma de la ergonomía: estudio del trabajo, considerado como la comunicación entre el hombre y su máquina. El análisis de tareas distingue la ergonomía de la psicología experimental y la fisiología. Los métodos de experimentación no son específicos de la ergonomía, y permite fijar las variables señaladas por el análisis de tareas y medir sus interacciones, la experimentación hace posible la aplicación de las medidas prácticas, ya que determina las variables interdependientes cuya utilización permite maximizar las variables-criterio dependientes.

### 2.1. Análisis de tareas.-

El modelo más sencillo y general del sistema hombre-máquina con un operador, o puesto de trabajo se presenta en la figura 4. La máquina emite ante el hombre informaciones llamadas "señales"; por ejemplo, la presión de una tubería de gas, codificada por un número sobre un manómetro. El hombre emite ante la máquina informaciones llamadas "repuestas"; por ejemplo, el cierre de una válvula. Este modelo proporciona ciertas indicaciones de orden general acerca de los métodos de análisis. Indica que el hombre y la máquina han de considerarse conjuntamente, lo cual se opone a la psicología diferencial (que estudia las "aptitudes" del hombre independientemente de sus relaciones con la máquina), y al *engineering* (que estudia el funcionamiento de la máquina sin tener explícitamente en cuenta el operador que habrá de utilizarla). Indica así mismo que no cabe contentarse, en la mayoría de las tareas, con analizar las respuestas del operador (técnicas de "Tiempos y movimientos", cronometraje M.T.M.).

El esquema de la figura 5 corresponde a la mayoría de los puestos de trabajo, cualesquiera que sea su naturaleza: industriales, administrativos, militares, etc. Representa el tipo de sistemas que reciben el

nombre de "circuitos cerrados" : se establece un diálogo entre el operador y el medio que lo rodea, y cada elemento del circuito se adapta al otro en función de las informaciones que recibe.

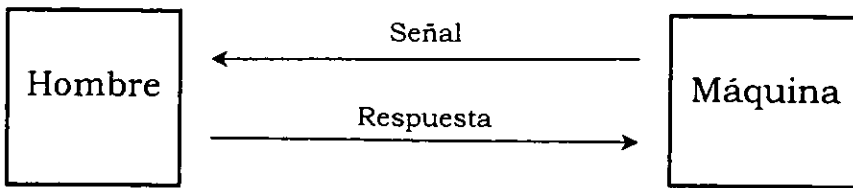


Figura 4. Modelo sencillo de puesto de trabajo (circuito cerrado) .

Otro sistema menos frecuente "circuitos abiertos" (Figura 5), en éstos, el operador actúa en función de consignas que le han sido anteriormente.

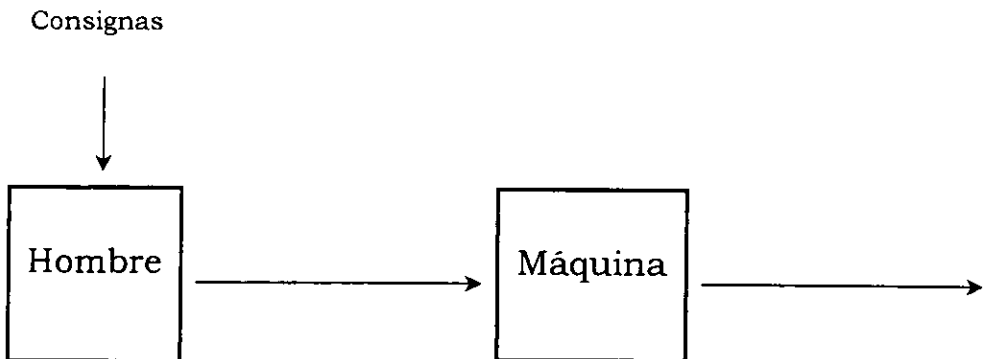


Figura 5. Modelo sencillo del puesto de trabajo (circuito abierto).

No tiene en cuenta la respuesta de la máquina . Tales modelos representan por lo general tareas subalternas, en las que el operador humano se utiliza exclusivamente como fuerza motriz. Pertenecen a ésta categoría la mayoría de los puestos de los peones así como ciertas tareas administrativas de repetición.

Se entiende por técnicas de análisis de tareas el conjunto de procedimientos que, partiendo de un modelo, permiten identificar, y generalmente medir, las variables que se consideran características de determinado puesto de trabajo.

La técnica de “tiempos y movimientos ” considerada como clásica es muy conocida. Cabe utilizarlas siempre que los gestos del operador predominan sobre sus percepciones. La más corriente es el *cronometraje* , en el que se asigna un tiempo a cada gesto. Las mayores dificultades que presenta ésta técnica radican en la definición y en los límites del movimiento elemental y, sobre todo, en la estimación de la rapidez del sujeto cronometrado. Esta da lugar a un “juicio de de aspecto” algo subjetivo, por lo que se imponen un entrenamiento del cronometrador y una elaboración estadística, que logran reducir de manera satisfactoria las fuentes de variación.

La técnica de *observaciones instantáneas* se refiere a un muestreo de actividades a partir de leyes estadísticas. Mediante observaciones estadísticas al azar, se obtiene fácilmente el porcentaje respectivo de las distintas actividades de un operador, de una máquina o del par constituido por ambos. Se determina el número de observaciones en función del número de actividades observadas, del número de puestos de trabajo y de la precisión que se desea obtener. Por tanto, hay que definir previamente las actividades que se van a observar. Si el número de actividades es mayor, se hace necesario un análisis de tareas previo mediante otra. La técnica del análisis de errores se utiliza tanto en ergonomía que se ha llegado a caracterizar al ergónomo como un especialista del error humano. La eficacia del análisis de errores se basa en que, por lo general, una tarea correctamente ejecutada se halla tan bien integrada que el comportamiento del operador que éste ya no tiene conciencia de su mecanismo y es incapaz de expresarlo verbalmente ante el observador. Por el contrario, el error, sobre todo aquel que se comete durante el aprendizaje, aporta gran información acerca de los elementos esenciales de la tarea: señales que no se han percibido, decisiones prematuras, respuestas inadaptadas, etc. Para facilitar la labor del analista que busca errores característicos de determinado puesto de trabajo se han establecido varias listas de los principales errores humanos entre las cuales se encuentran las siguientes categorías:

- Confusiones
- Errores ligados a los conocimientos
- Variaciones de la ejecución
- Reversibilidad del error
- Errores y tiempos de respuesta
- Errores debidos al tipo de tarea
- Determinación de errores.

Para medir las *confusiones*, es necesario definir una norma. Esta es una de las primeras operaciones del análisis de la tarea. Los errores pueden provenir de una insuficiencia de los conocimientos: instrucciones confusas, ausencia de refuerzo de las respuestas correctas, carencia de significación de la tarea, retroacción deficiente desde un punto de vista cualitativo o cuantitativo, ausencia de motivación ó condiciones ambientales o de *stress* defectuosas. La reversibilidad del error plantea el problema de una corrección de los errores antes que resulte demasiado tarde. Se habla así de los "casi accidentes" cuyo estudio resulta indispensable siempre que los errores patentes son demasiado numerosos para llevar a cabo un análisis cuantitativo preciso. El efecto del tipo de tarea sobre el error se traduce esencialmente por la dicotomía: errores cualitativos/errores cuantitativos. La clasificación tradicional de los errores según la psicología experimental son:

- 1) No se realiza una actividad exigida
- 2) Se realiza de forma incorrecta una actividad exigida
- 3) Se realiza en un momento inadecuado una actividad exigida
- 4) Se realiza una actividad no exigida.

Esta clasificación cobra gran utilidad cuando se analizan por primera vez los errores descubiertos en la ejecución de una tarea.

## 2.2. Experimentación.-

El análisis de tareas aísla las distintas variables que constituyen el puesto de trabajo. El objetivo del ergónomo es modificar dicho puesto, con el objeto de mejorarlo. Hace falta, pues, una segunda fase en la que se estudien las variables: Tal es la fase experimental. La experimentación es necesaria y no basta el sentido común. En el estudio ergonómico del puesto de trabajo existen dos clases de experimentación: aquella que se lleva a cabo en el laboratorio, y aquella que se desarrolla sobre el terreno. Cabe realizarlas simultáneamente ( y éste es el procedimiento ideal); pero, en la mayoría de los casos, solo una de ellas resulta practicable.

En lo que atañe al control de las variables, es preferible el laboratorio. Este permite mantener constantes las variables y medir con precisión sus interacciones; hace posible una repetición frecuente de la experiencia, de modo que pueden alcanzarse niveles de confianza satisfactorios; por último, se impone en ciertos casos por razones prácticas evidentes, como pueden ser ciertas condiciones de seguridad. Pero si bien el laboratorio proporciona mayor precisión que la práctica, ésta llega a resultados más ricos. También es más realista y, aunque no permite medir la influencia de todas las variables, no deja de lado tantas como aquél. Esta afirmación se refiere particularmente a

ese elemento difícil de manejar, pero de suma importancia, como es la motivación de los sujetos. Se tiene que proceder con gran cautela al aplicar los resultados experimentales al lugar de trabajo, sobre todo si se generaliza del puesto estudiado a otro, aún aparentemente semejante al primero.

### 2.3. Ergonomía del puesto de trabajo.-

En ergonomía no cabe dissociar la respuesta del operador de la señal que lo origina y estudiarla aisladamente. Toda tarea se halla constituida por una cadena de señales y respuestas sucesivas. El término mismo de “respuesta” subraya que el comportamiento del operador es una reacción ante una “pregunta” formulada por la máquina a través de la señal, que desempeña la función de antecedente. No solo la respuesta no puede concebirse sin la señal, sino que su estudio va unido al de ésta.

Los estudios que versan sobre las respuestas del operador son relativamente poco importantes. En la mayoría de los casos, las respuestas se consideran como variables dependientes (los sistemas de señalización son las únicas variables independientes). En la industria, las tareas de control de calidad o de vigilancia de un dispositivo se reducen con frecuencia a percibir una anomalía y manifestar ( a la máquina) que aquella se ha percibido. A cada señal corresponde una respuesta distinta. En ergonomía no se estudia la respuesta “pura” , separada de la señal. No hay que confundir a la ergonomía y medicina del trabajo. La importancia de los métodos de trabajo en los talleres es notable, pero consideran los gestos desde un punto de vista exclusivamente cuantitativo, mientras que la ergonomía se interesa por sus aspectos cualitativos. El encargado de los métodos sólo recurre al cronometrón cuando el proceso de una tarea ha sido determinado de forma estable. El estudio de las tareas es una función del ergónomo.

### 2.4. Factores ambientales.-

Los factores ambientales se refieren tanto a la percepción de las señales como a la adaptación de las respuestas, los problemas planteados por los factores ambientales perturbadores conciernen, ante todo, al ingeniero. Un ruido ha de estudiarse como ruido de fondo de una señal auditiva; la iluminación de un taller, en función de sus consecuencias en la detección de las señales.

#### 2.4.1. Iluminación.-

La influencia de la iluminación sobre el trabajo puede medirse a partir de ciertos criterios, el más importante es, naturalmente, la percepción de las señales por el operador. La iluminación es una de las variables que actúan sobre la percepción, es una variable dicotómica: luz insuficiente ó

deficiente. En ergonomía no existen problemas de iluminación propiamente dichos (ni tampoco de temperatura o de ruidos), sino tan solo problemas de ejecución laboral, la cual depende de numerosos factores, entre los que figura a veces la iluminación. La iluminación suele ser tanto más intensa cuánto más minucioso es el trabajo. Sin embargo, se empieza a considerar que el problema no es siempre tan sencillo y que, en ciertos casos, una iluminación excesiva puede suprimir los contrastes y, por ende, reducir la información. Uno de los mayores inconvenientes de una iluminación potente es el deslumbramiento. Cabe distinguir dos tipos de deslumbramiento: directo (provocado por una fuente luminosa) e indirecto (debido a un reflejo sobre una superficie, generalmente metálica). El deslumbramiento provoca un claro malestar en el trabajador, así como fatiga visual y un sentimiento confuso de incomodidad. Suele ser fácil luchar contra el deslumbramiento directo, basta reducir la luminosidad o desplazar las fuentes luminosas fuera del campo visual, aumentar la iluminación de las zonas próximas a la fuente de deslumbramiento, instalar pantallas, etc. Mucho más difícil resulta la reducción del deslumbramiento indirecto, ésta puede lograrse modificando las fuentes luminosas y cubriendo las superficies reflectoras. Las características espectrales de la iluminación influyen ciertamente sobre el trabajo, pero se han realizado pocos estudios en este campo. En cuanto al color, hemos de reconocer que, prácticamente, ningún estudio permite medir o aun estimar su influencia sobre la ejecución.

#### 2.4.2. Temperatura y humedad.-

Las principales variables que afectan los intercambios de temperatura entre el cuerpo y el medio ambiente son la *temperatura del aire*, la *humedad del aire*, la *circulación del aire* y la *temperatura de los objetos* circundantes (paredes, techo, suelo, ...). Se han ideado distintos índices para combinar las medidas de tales variables. Modificando estas últimas, cabe disminuir o suprimir efectos nocivos o molestos para los trabajadores. Tales modificaciones se obtienen actuando directamente sobre el ambiente (reducción de las fuentes de calor o frío), sobre la relación existente entre el ambiente y el operador (aclimatación progresiva, rotación de personal, bebidas apropiadas, etc.).

El equilibrio térmico del cuerpo desnudo se alcanza cuándo la temperatura se sitúa entre 25 y 29 °C. Por debajo de éstos valores, el cuerpo está demasiado frío, y por encima empieza a intervenir la regulación por evaporación. Sin embargo tales límites pueden bajar debido a los factores de aclimatación. La aclimatación exige a menudo largos años, especialmente en lo que respecta al frío. Y el que se logre la aclimatación (de los mecanismos biológicos fundamentales) no quiere necesariamente decir que los individuos sometidos a condiciones térmicas excesivas alcancen el



mismo nivel de ejecución que en las condiciones normales. Ello se aplica, sobre todo, al frío: a partir de los 13 °C, las manos no pueden trabajar con la misma soltura que a la temperatura habitual. Cabe considerar como óptimas para la mayoría de los sujetos las temperaturas comprendidas entre 20 °C y 23 °C en verano, y entre 18 °C y 21 °C en invierno.

#### 2.4.3. Ruido.-

Se han elaborado varias técnicas de estimación del ruido con el fin principal de estudiar los problemas de viviendas (ruidos de la calle, de los aviones, etc.). las impresiones de desagrado pueden modificar la ejecución, dando lugar a una disminución voluntaria del nivel de ésta, a manera de “represalias”. Respecto a la “música funcional” utilizada en oficinas y talleres ninguno de los estudios elaborados a éste respecto demuestra una influencia real de la música sobre la ejecución. La única conclusión a que llegan es que la mayoría de los trabajadores (no todos) encuentran la música agradable. Recientemente, una investigación, acerca del efecto que produce oír las radio cuando se conduce un automóvil ha probado que, si bien los programas hablados no ejercen influencia alguna, la música reduce la utilización del freno y acelerador en carretera y aumenta la duración del recorrido cuando el tráfico urbano es denso.

#### 2.5. Presencia de la ergonomía en los centros de trabajo.-

El concepto de ergonomía en el centro de trabajo (planta de ensamble automotriz) en donde tiene aplicación éste proyecto de tesis prácticamente tiene poco tiempo de implementado, a raíz de su conocimiento, asimilación y difusión, se ha tenido un desarrollo impresionante.

A partir del involucramiento del personal que labora en este centro de trabajo (trabajadores, supervisores e ingenieros) en el desarrollo y aplicación del concepto de ergonomía, su aplicación en las estaciones de ensamble, ha sido impactante debido principalmente al gran entusiasmo con que se han venido desarrollando e implementando los diferentes trabajos referentes al concepto ergonómico ya que se dieron cuenta de que se obtienen beneficios inmediatos que impactan directamente a la actividad cotidiana de las operaciones consideradas como críticas al mejorar los procesos haciéndolos más seguros en las diferentes líneas de ensamble que componen la manufactura de una planta de ensamble. La aplicación de la ergonomía inició mediante el análisis de los métodos de trabajo y de las tareas desarrolladas en las líneas de ensamble, de hecho, sin que se conociera ni se tuviera idea de éste concepto se empezaron a desarrollar trabajos tendientes a mejorar las condiciones inseguras de los operarios al desempeñar su trabajo cotidiano, esto es, se empezaba a

aplicar ergonomía sin siquiera haber leído alguna definición de la misma ó sin siquiera conocer ó haber oído acerca de éste concepto. Los primeros trabajos iniciaron en las mismas estaciones de ensamble y en los talleres de mantenimiento ó de desarrollo de herramientas. En éstos momentos, la responsabilidad de su difusión y aplicación recae principalmente en los departamentos de seguridad industrial y salud ocupacional y, en menor medida, en el departamento de ingeniería industrial el cuál es el área que analiza los métodos de trabajo y las tareas desarrolladas tanto en las líneas de ensamble como en las áreas de servicio. El enfoque fundamental que tiene la ergonomía en las plantas de ensamble de México se refiere primordialmente al mejoramiento de la seguridad y a la prevención de accidentes del trabajador, de hecho, se tiene la idea de que cuándo una operación es insegura, también es anti-ergonómica, se considera, cuándo se aplica el concepto de ergonomía, la seguridad del trabajador y la eliminación de riesgos más que sus reacciones y la comodidad al desempeñar su trabajo.

Hasta hace poco tiempo no se contaba con un grupo de gente que analizara los aspectos ergonómicos del trabajo diario de los operarios en cada línea de ensamble. Actualmente se cuenta con un comité de ergonomía formado por ingenieros (no ergónomos) de diferentes departamentos de la planta que aplican conceptos desplegados desde la corporación en Estados Unidos hasta ideas independientes que se van conociendo a través de la recopilación de información y de casos reales en las estaciones de trabajo ó en su caso, de aplicar "benchmark" con plantas de ensamble y centros de trabajo tanto corporativas como de otras partes del mundo.

El comité de ergonomía adapta los conceptos e ideas mencionados a las facilidades de la planta (las cuáles son muy antiguas, y en la mayoría de los casos, fijas) y a las características del trabajador mexicano, también, se encarga de difundirlos hacia todos los niveles de la organización interna iniciando en las gerencias y terminando en los trabajadores. No existen personas dedicadas exclusivamente a analizar condiciones ergonómicas, los ingenieros y participantes del comité de ergonomía, además de desempeñar sus actividades cotidianas, dedican parte de su tiempo a formar parte del comité mencionado.

El desarrollo de la ergonomía en las áreas de trabajo ha tenido tal impacto que son los mismos trabajadores quienes recomiendan en donde se podría aplicar algún tipo de mejora, esto contribuye a que las mejoras implementadas las consideren como propias, esto ha permitido su pleno desarrollo y funcionalidad. Actualmente se tienen implementadas reuniones periódicas con los miembros del comité de ergonomía en donde se establecen proyectos, programas y acciones tendientes a mejorar y a desarrollar conceptos de ergonomía de manera teórica y práctica, se cuentan con partidas

presupuestales apoyadas por el corporativo para desarrollar e implementar proyector que permitan mejorar conceptos de ergonomía dentro y fuera de las líneas de ensamble.

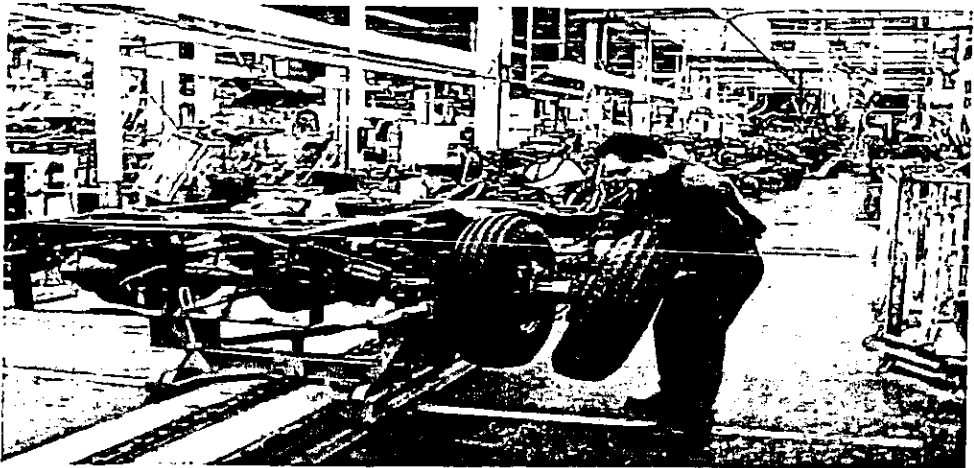
En las reuniones del comité de ergonomía, también, se fomentan nuevas ideas y se despliegan conocimientos para fomentar una cultura ergonómica en los trabajadores, se cuenta con manuales de ergonomía, generalmente desarrollados en Estados Unidos, y con capacitación a personal seleccionado para que después se implemente un despliegue de información hacia todas las áreas y niveles de la planta.

De hecho, la aplicación de la ergonomía en éste centro de trabajo se dá de una manera práctica sin caer en conceptos psicológicos y demasiado teóricos, no se analiza, como se mencionó anteriormente, la reacción del trabajador, simplemente se identifican oportunidades y se aplican mejoras tendientes principalmente a mejorar la seguridad y a disminuir ó eliminar los riesgos de los trabajadores al desarrollar su actividad. Se tienen identificadas las operaciones críticas de las líneas de ensamble, las cuales desde el punto de vista del comité de ergonomía, son factibles de análisis y de implementar mejoras ergonómicas.

Algunos ejemplos de mejoras ergonómicas surgidas de la creatividad de la gente son las siguientes:

### 2.5.1. Montaje de llantas al chasis.-

Fotografía No. 1



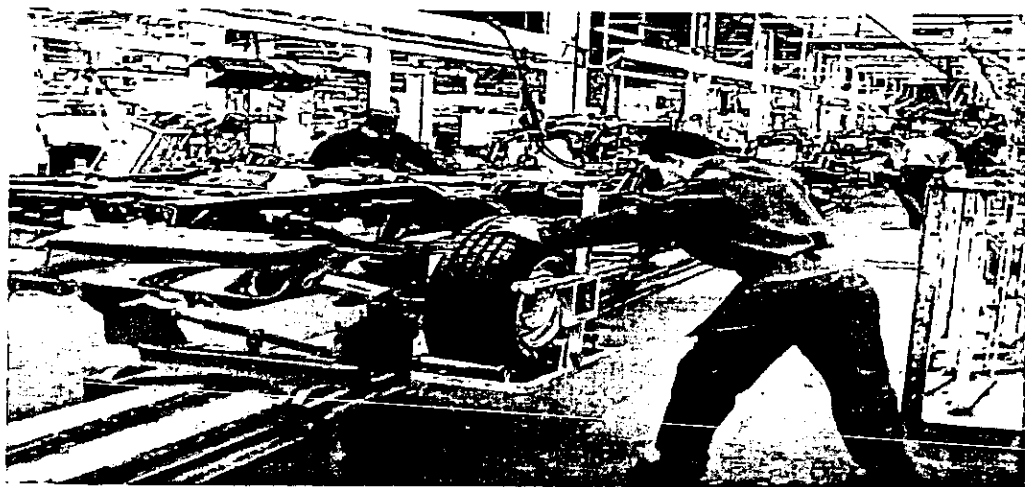
En la fotografía 1 se aprecia cómo antes de haber aplicado conceptos ergonómicos el operario que monta las llantas a los chasis tenía que cargar las llantas para montarlas a los rotores de los mismos, se aprecia la incomodidad de la operación debido al esfuerzo que se hace con la espalda con la consecuente fatiga que se presentaba al final de cada turno lo que originaba que al menos los operarios de ésta operación, montaran en promedio hasta 352 llantas por día.

Para disminuir los efectos de la fatiga, se implementó un sistema de rotación entre los operarios que componen el departamento al que pertenece la operación referida.

Fue mediante el análisis de la operación y a través de reuniones continuas con el supervisor y los operarios tanto de producción como de mantenimiento que se planteó la necesidad de desarrollar una facilidad que permitiera facilitar el montaje de llantas y disminuir el cansancio que se tenía al final de cada turno.

El departamento de mantenimiento fue quién ideó y desarrolló un dispositivo neumático que facilitó la operación referida y que trajo como consecuencia una disminución considerable en la fatiga del operario con las consecuentes reacciones favorables de los operadores y supervisores de ambos turnos operativos que están a cargo de la operación así como del departamento de seguridad industrial debido a que también incrementó el grado de seguridad de la operación, esto es el índice de incapacidad por problemas lumbares disminuyó.

Fotografía No. 2



En la fotografía 2 se muestra el dispositivo fabricado que evita al operario cargar las llantas al montarlas a los rotores del chasis, nótese que el dispositivo también permite el acomodo de la llanta a los rotores, este dispositivo disminuye el esfuerzo y la fatiga del operario.

Fotografía No. 3



En la fotografía 3, se muestra cómo se movían los carritos que transportan a los chasises durante su proceso, nótese la manera en que el operario se tenía que agachar para poder empujar los carritos, la flexión y la consecuente fatiga de la cintura y espalda son evidentes.

Fotografía No. 4



En la Fotografía 4, se muestra el dispositivo fabricado para facilitar el movimiento de los carritos que transportan a los chasises durante su proceso, en éste caso el operario únicamente tiene que empujar y ya no se tiene que agachar para empujarlos, el esfuerzo y la fatiga prácticamente se eliminaron.

Fotografía No. 5



En la fotografía 5, se aprecia cómo se instalaba el soporte para remolque al chasis, nótese cómo se carga el soporte utilizando las rodillas, el peso de ésta pieza es de aproximadamente 30 kg.

Fotografía No. 6



En la fotografía 6, se aprecia cómo se instala actualmente el soporte de arrastre al chasis utilizando un dispositivo que levanta la parte y permite a los operarios apuntarlo a los largueros del chasis sin realizar esfuerzo mayor.

Ejemplos como los anteriores han sido implementados en todos los departamentos que componen el proceso de ensamble de una planta automotriz, éstas acciones junto con tantas otras muestran el desarrollo tanto teórico y principalmente práctico que tiene la ergonomía en los centros de trabajo. La presencia de la ergonomía es palpable en prácticamente todos los centros de trabajo que conforman los procesos de manufactura de la República Mexicana, su desarrollo y aplicación continúa y continuará desarrollándose para mejorar las actividades y las tareas de los trabajadores en México.

### III. Antropometría.-

#### 3.1. Antecedentes.-

La fascinación de filósofos, artistas, teóricos, arquitectos e ingenieros por el cuerpo humano y su tamaño se remonta a muchos siglos atrás, Vitruvio, que vivió en Roma del siglo I, a J. C., escribió: *Pues el cuerpo humano es de tal manera diseñado por la naturaleza que la cara, desde el mentón hasta la parte superior de la cabeza y las raíces del cabello, es la décima parte de toda la altura; igual sucede con la mano abierta, desde la muñeca hasta la punta del dedo medio; la cabeza, desde el mentón hasta la corona, es un octavo; y con el cuello y hombro que, desde la parte superior del pecho hasta las raíces del cabello, es un sexto, y un cuarto, desde la mitad del pecho hasta la corona. Si tomamos la altura de la cara, desde el fondo del mentón hasta el orificio de las fosas nasales, es un tercio de la misma; otro tanto ocurre con la nariz, desde sus orificios hasta una línea que pase por la mitad de las cejas. La longitud del pie es un sexto de la altura del cuerpo; el antebrazo, u cuarto; y la anchura del pecho es también un cuarto. Los miembros restantes tienen igualmente sus propias dimensiones simétricas y gracias a su utilización los pintores y escultores de la antigüedad alcanzaron grande e imperecedero nombre. Nuevamente, el punto central del cuerpo humano es el ombligo. Pues, si centramos un par de compases en el ombligo de un hombre tendido con su espalda contra el suelo y con sus manos y pies extendidos, veremos que las puntas de los dedos de éstos tocarán la circunferencia del círculo descrito con centro en aquél. Y del mismo modo que el cuerpo humano tiene un contorno circular, también puede obtenerse a partir de él, una figura cuadrada. En efecto, si tomamos la medida desde las plantas de los pies hasta la parte superior de la cabeza y aplicamos, entonces, esta dimensión a los brazos totalmente extendidos, la anchura será igual a la altura, como sucede en las superficies planas que son perfectamente cuadradas.*

Vitruvio no sólo estaba interesado por las proporciones del cuerpo, sino también por sus implicaciones metrológicas. Durante la edad media, Dionisio, monje de Phourna en Agrapha, escribió del cuerpo humano como de "altura, nueve cabezas" y Cennino Cennini, italiano del siglo XV, describió la altura del hombre como igual a su anchura con los brazos extendidos. En el Renacimiento Leonardo Da Vinci concibió su famoso dibujo de figura humana, basada en el hombre-norma de Vitruvio figura 6. A pesar del intento de Vitruvio en relacionar el cuerpo humano con el sistema de medidas que los griegos emplearon en el diseño de sus templos, históricamente se

observa que el interés fundamental de la humanidad hacia la figura humana se ha concentrado más en lo estético que en lo puramente metrológico, es decir, más atento la proporción que a las medidas y funciones absolutas.

A causa de la enorme complejidad de las disciplinas en materia de la ingeniería de factores humanos, se hace notar que el interés por el tamaño del cuerpo es tan sólo uno de los distintos centros de atención que posee el ingeniero en factores humanos ó ergonomista.

La ingeniería de factores humanos se relaciona con el diseño de productos para el consumidor, ambientes de trabajo, vehículos de transporte, por nombrar unos cuantos, todos exigen la participación de los factores humanos. El tamaño y dimensión del cuerpo son los factores humanos más importantes por su relación con la denominada adaptación ergonómica del usuario al entorno.

Figura No. 6



Figura 6, Famoso dibujo de Leonardo Da Vinci basado en el hombre patrón de Vitruvio.



Cási la totalidad de las aplicaciones de la ingeniería humana ha tenido lugar en los sectores industrial y militar. Ocasionalmente, y por muchas razones, se nos exige que el diseño vaya dirigido a una población extensa y heterogénea; en casos extremos, el usuario tiene peculiaridades concretas y, finalmente, en otras situaciones el usuario comprende un grupo específico: niños, personas de edad, escolares, disminuidos físicos, etc. Queda patente que para dar cumplida respuesta a las necesidades de diseño del usuario, es imprescindible estar en conocimiento de la metrología del tamaño corporal y sus implicaciones ergonómicas.

A largo de la historia se ha mostrado el interés por el tamaño del cuerpo humano. Llamamos antropometría a la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo a fin de establecer diferencias en los individuos , grupos, etc. Precursor de estos trabajos fue el matemático belga Quetlet, que en 1870 publicó su *Anthropometrie* a quién se le reconoce no sólo el descubrimiento y estructuración de esta ciencia.

Durante cientos de años, el hombre se ha dado cuenta de la importancia que reviste conocer algo acerca de las dimensiones de su propio cuerpo.

De hecho, las unidades de medición como el pie ó la pulgada todavía se usan y se han derivado de las dimensiones del cuerpo estándar.

Otros autores consideran el término de la antropometría se deriva de las palabras griegas: *antropo(s)* – humano- y *metricos* – perteneciente a la medida. Así, esta subdisciplina trata lo concerniente a la “aplicación de los métodos fisicocientíficos al ser humano para el desarrollo de los estándares de diseño y los requerimientos específicos y para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala y manufacturados, con el fin de asegurar la adecuación de estos productos a la población de usuarios pretendida” (Roebuck , Kroemer y Thomson, 1975) .

Así pues, el ergónomo debe usar los datos antropométricos, para asegurar, literalmente, que la máquina del ambiente le quede bien ( o se ajuste) al hombre. Cada vez que el operario humano tiene que interactuar con su ambiente , es importante contar con los detalles de las dimensiones de la parte apropiada del cuerpo. Así, la estatura total es un factor importante de, por ejemplo, el tamaño de la habitación, la altura de la puerta o las dimensiones de los aparadores, la dimensión de la pelvis ó de los glúteos limita el tamaño de los asientos o de las aberturas; el tamaño de la mano determina las dimensiones de los controles y de los soportes de descanso ; y se necesita tener detalles del alcance de los brazos para poder determinar la posición de los controles en las consolas y tableros, con el fin de que queden a distancias accesibles.

La antropometría es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas.

De considerar a la antropometría exclusivamente como un simple ejercicio de medición, cabría llegar a la conclusión de que la recopilación de datos dimensionales es factible hacerla sin el menor esfuerzo ni dificultad. Nada más lejos de la verdad. Son muchos los factores que complican los problemas que conlleva esta labor. Uno de tales factores es que las dimensiones del cuerpo varían según la edad, sexo, raza, e, incluso, grupo laboral.

El problema se agrava aún más, dado que la antropometría obtiene datos de la gente de un país (por ejemplo México) y puede ser que no apliquen a la gente de otro (por ejemplo Estados Unidos).

La variación en la estatura es bastante significativa, desde 160.5 cm, de los vietnamitas, hasta 179.9 cm de los belgas; es decir una oscilación de 19.4 cm. Quizás un ejemplo que pone de manifiesto las variaciones étnicas es la comparación entre las estaturas que se tienen registradas de los hombres más altos y más bajos, por ejemplo, los pigmeos del África Central, tiene una estatura media de 143.8 cm, comparada con la estatura media del pueblo nilota que vive en el sur del Sudán, es de 182.9 cm, una oscilación de 39.1 cm.

Otro factor destacado que influye en el tamaño del cuerpo es la edad. Los varones alcanzan el crecimiento completo, en cuanto a las dimensiones corporales, en los años que rodean la veintena, periodo que en las mujeres se prolonga varios años más. Actualmente, después de la madurez, en uno y otro sexo, se acusa una disminución dimensional vinculada a la edad.

Los factores socioeconómicos constituyen un impacto esencial en las dimensiones del cuerpo. La alimentación que reciben los individuos de los sectores con niveles de renta más altos se traduce, por ejemplo en la disminución de enfermedades infantiles, al tiempo que contribuye al desarrollo del cuerpo. El estatus económico es un reflejo de la posibilidad de acceder a niveles educativos más elevados. Consecuentemente, estudios llevados a cabo entre estudiantes y no estudiantes muestran que es mayor la estatura de los primeros. Más aún, dentro de un mismo grupo, las variaciones en las dimensiones llegan a ser tan notables que las "medias" no son necesariamente significativas ni suficientes.

El tipo de datos antropométricos que interesan principalmente al ergónomo se pueden dividir en dos categorías: a) La antropometría estructural (que también suele llamarse antropometría estática), la cuál se refiere a las dimensiones simples de un ser humano en reposo- por ejemplo, el peso, la estatura, la longitud, la anchura, las profundidades y las circunferencias de la estructura del cuerpo – y b) La antropometría funcional (o antropometría dinámica), que estudia las medidas compuestas de

un ser humano en movimiento –por ejemplo, el estirarse para alcanzar algo, y los rangos angulares de varias articulaciones-.

La biomecánica aplica a las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), muelles (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas de las leyes de la mecánica. La biomecánica permite analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos. La búsqueda de la adaptación física ó interfaz, entre el cuerpo humano en actividad y los diversos componentes del espacio que lo rodean, es la esencia a la que pretende responder la antropometría.

Se debe advertir, antes de continuar, que los resultados obtenidos después de un estudio antropométrico deben aplicarse con criterios amplios y razonables. La persona “media” no existe, ya que aunque alguna de sus medidas corresponda con la media de la población, es seguro que no ocurrirá ésto con el resto.

### 3.2. Fuentes de datos antropométricos.-

Generalmente, la recopilación de datos antropométricos es costoso, largo y relativamente incómodo que requiere personal entrenado, en particular si se pretende conseguir un muestreo nacional que sea representativo. Por tal motivo, la mayoría de la investigación en éste terreno recae en sectores militares más que en los civiles de la población del mundo entero. Las causas son inmediatas. En primer lugar en estos sectores existe una necesidad imperiosa de datos antropométricos para equipar y vestir adecuadamente a las fuerzas de distintas armas. Seguidamente, en ellos hay una reserva de individuos de carácter nacional y casi infinita dispuestos para estos estudios. El inconveniente fundamental con que se tropieza en los análisis que se practican en las fuerzas armadas es la limitación de sexo y edad. Además, las mediciones suelen reducirse a la altura y peso y se toman por personal no especializado. La mayoría de las aplicaciones de la antropometría al diseño, más tempranas y culminadas con el éxito, tuvieron lugar durante la segunda guerra mundial; se expusieron en estudios que elaboraron la Real Fuerza Aérea y Marina británicas y la Fuerza Aérea estadounidense. Aparentemente, este período es un punto crucial porque desde entonces Estados Unidos, al igual que muchos otros países han realizado amplios estudios antropométricos en el campo militar. Sin embargo, escasean las investigaciones antropométricas en el campo civil. En la actualidad siguen siendo las fuerzas armadas quienes realizan casi todas las investigaciones antropométricas; sus distintas ramas disponen de activos programas de trabajo y con frecuencia comparten la información con profesionales de sectores civiles.

### 3. 3. Tipos de Datos.-

Los tipos de datos esenciales son como se mencionó anteriormente los estructurales y funcionales ó dinámicas. Los instrumentos antropométricos comunes son entre otros; a) antropómetro, b) varillas curvas para antropómetro, c) calibrador extensible, d) compás deslizable, e) cinta antropométrica.

Damon sostiene que “si se desea describir a un grupo con propósitos de ingeniería humana, las diez dimensiones principales a tomar son, por orden-, estatura, peso, altura en posición sedente, distancia nalga-rodilla, nalga poplíteo, separación entre codos, entre caderas, también en posición sedente, altura de rodillas, de poplíteos y anchura de muslos, en las figura 7, 8 y 9 se exponen las medidas corporales que fueron utilizadas como ejemplo para el desarrollo de éste estudio.

### 3. 4. Presentación de datos.-

Generalmente los datos se presentan en forma gráfica. Al recopilar los datos, como es de suponer, éstos se encuentran estadísticamente desorganizados. Posteriormente, los datos se disponen de una manera lógica y ordenada y que, en lo referente a datos antropométricos, tiende a destacar la frecuencia. La distribución estadística de éstos datos es de sumo interés, con el objeto de de fijar estándares y tomar decisiones.

Una vez que la serie de datos se estructura según una tabla de frecuencias, se empieza a visualizar el modelo de distribución , éstos datos, en función de su magnitud, se clasifican de menor a mayor, a partir de aquí es posible extraer cierta información.El modelo general de distribución de los datos antropométricos, al igual que muchos otros tipos, a pesar de su variabilidad, es suficientemente previsible y se aproxima a la llamada proyección gaussiana que, representada gráficamente y en función de la frecuencia de aparición y magnitud, aparece como una curva simétrica en forma de campana.

Esta configuración significa que el máximo porcentaje de distribución se localiza en torno al punto medio, y los casos extremos ocupan las puntas de la curva.

### 3. 5. Percentiles.-

El concepto “Percentil”, - *expresa el porcentaje de personas pertenecientes a una población que tiene dimensión corporal de cierta medida (o menor)* -.

Fruto de las importantes variaciones dimensionales que se aprecian individualmente en el cuerpo humano, los promedios no prestan apenas el servicio para el diseñador ó el ingeniero, lo que propicia más el interés por la gama que presentan.

Se ha notado que estadísticamente, las medidas del cuerpo humano para cualquier población dada se distribuirán de modo que caigan en la mitad del espectro, ocupando los extremos el inicio y final del extremo del espectro. La imposibilidad de diseñar para toda la población obliga a escoger un segmento que comprenda la zona media, por consiguiente, suelen omitirse los extremos y ocuparse del 90% del grupo de población.

Por regla general, prácticamente la totalidad de los datos antropométricos se expresan en percentiles. Para fines de estudio, la población se fracciona en categorías de porcentajes, ordenadas de menor a mayor de acuerdo con alguna medida concreta del cuerpo.

El primer percentil en estatura o altura, por ejemplo, indica que el 99% de la población estudiada superaría esta dimensión. De igual manera, un percentil con magnitud 95% en estatura diría que sólo el 5% de la población en observación la sobrepasaría, mientras que el 95% restante tendría alturas iguales o menores.

El percentil 50° se aproxima mucho al valor medio de una dimensión respecto a cierto grupo, pero por ninguna circunstancia habrá que interpretarlo como indicativo de que “el hombre medio” se ajusta al mismo.

Al trabajar con percentiles conviene tener presente dos factores fundamentales:

- Primero, los percentiles antropométricos de individuos reales se refieren exclusivamente a una dimensión corporal, sea la estatura ó altura en posición sedente.
- Segundo, carecen de significado, las expresiones percentil 95°, 90° o persona de percentil 5; son cifras absolutamente imaginarias.

En virtud de la abundancia de variables que entran en juego, es esencial que los datos que se seleccionan sean los que mejor se adapten al usuario del espacio ó facilidades que se diseñan. De aquí la necesidad de definir la naturaleza de la población a servir, en función de su edad, sexo, trabajo, y etnia.

### 3. 6. Falasia del hombre medio.-

Ya se ha expuesto que en la aplicación de datos es un craso error dar por sentado que las dimensiones del percentil 50° representan las del “hombre medio” y hacer uso de sus datos para crear un diseño adaptado al mismo. La falasia de dicha suposición reside en la misma definición, según la cual de antemano la mitad del grupo sufrirá las consecuencias de este planteamiento.

Sencillamente el "hombre medio" no existe. Acorde con el carácter del problema que suscita el diseño, éste combina para ajustarse al percentil 5<sup>o</sup> al 95<sup>o</sup>, y así servir a la mayor proporción de personas.

El investigador de antropología física Dr. T. E. Hertzberg declara que -no hay nada semejante al hombre o mujer "medios".

Existen hombres cuyo peso, estatura o altura en posición sedente son medios, pero únicamente el 7% de la población tiene dos dimensiones medias, el 3% tiene tres y menos del 2% tiene cuatro. Por tanto, cabe rechazar la idea de un hombre medio que reúne las diez dimensiones medias, el concepto hombre medio es fundamentalmente incorrecto. Los lugares de trabajo para garantizar su eficacia se diseñarán de acuerdo a la gama de medidas del cuerpo humano-.

#### IV. La antropometría en los centros de trabajo .-

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la antropometría es un tema que se relaciona con estudios y conceptos de ergonomía, su aplicación en la industria o en los centros de trabajo prácticamente no es conocido hasta el momento.

Los estudios antropométricos realizados, debido a su naturaleza de manejo de datos y de información, la cuál básicamente es estadística, y en la que se tiene que aplicar a una población lo suficientemente grande para que los resultados sean representativos y confiables resultan ser tardados y costosos para las compañías ó centros de trabajo.

Debido a las características de éste tipo de estudios no se conoce, hasta el momento, que se haya aplicado en alguna empresa ó en algún centro de trabajo.

Los estudios realizados conocidos hasta el momento han tenido efecto en la milicia y en el sector de la salud, principalmente para diseño de equipos militares y para conocer la tendencia de la población en cuanto a carecterísticas del cuerpo relacionadas con las edades, con el tipo de trabajo realizado y su efecto en la salud de determinados sectores de la población.

Los estudios de este tipo han sido realizados principalmente en Estados Unidos y en Europa. En México tampoco se tiene conocimiento de éste tipo de estudios, y su aplicación, en caso de haberse realizado, probablemente sea en el Ejercito Mexicano ó en la Armada de México, quizá para la fabricación de uniformes ó de equipo militar.

Enfocándonos en los centros de trabajo de México, los estudios ergonómicos que tengan relación con la antropometría probablemente se han realizado en el norte del país la cuál ha sido la región con el mayor desarrollo industrial a lo largo del siglo pasado.

Bienestar, salud, productividad, calidad, satisfacción en el puesto de trabajo, etc., lo proporcionan, en gran medida, las relaciones dimensionales armónicas entre el hombre y su área de actividad.

Un par de zapatos incómodo irrita y daña el pie hasta que decidimos abandonarlo; un puesto de trabajo incómodo irrita, daña y no lo podemos abandonar. Incluso, en muchas ocasiones, no tenemos conciencia de su mal diseño.

Es algo perjudicial que, abnegadamente, se soporta día a día, durante la jornada laboral y que acostumbra a aparecer enmascarado como ausentismo, accidente, baja productividad, mala calidad de los productos, o en el mejor de los casos provoca desinterés por la tarea.

Un principio ergonómico es adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa como suele ocurrir con mucha frecuencia.

Al menos una tercera parte de nuestro día lo dedicamos al trabajo y el resto del tiempo a trasladarnos y a realizar actividades en nuestro hogar, en el teatro, cine o en alguna actividad deportiva, etc. , esto conlleva a considerar el entorno en nuestro lugar de trabajo como muy importante.

La producción masiva ha estimulado el diseño de útiles y espacios de actividad ergonómicos en todos los aspectos de la vida, pero hasta el momento no ha sido suficiente, la aplicación sistemática de la ergonomía debe producir una adaptación conveniente de las máquinas a las personas.

Las medidas que debemos poseer de la población en estudio, dependerán de la aplicación funcional que le queramos dar a las mismas, partiendo del diseño de lugares de trabajo existe un número mínimo de dimensiones relevantes que debemos conocer .

La identificación de las necesidades ergonómicas en los centros de trabajo ha sido a través de los análisis de las operaciones y de los métodos de trabajo y es aquí donde se puede tomar la decisión para implementar ó desarrollar algún estudio que permita conocer las acciones a tomar respecto a la modificación del centro de trabajo ó a la adquisición de facilidades adecuadas acordes con las dimensiones corporales del grupo laboral en donde se desarrolla el análisis respectivo.

El conocimiento de las dimensiones corporales en la empresa en donde se tomó como base para el desarrollo de éste proyecto de tesis no había sido considerado como importante, incluso en las demás plantas tanto de México, Estados Unidos y Canadá no se ha considerado el realizar la toma de datos al personal para conocer la tendencia de su estructura dimensional del cuerpo.

Los proyectos ergonómicos se han realizado sobre operaciones específicas que han venido presentando problemas de fatigas y esfuerzos excesivos en las diferentes líneas de ensamble y estaciones de trabajo. Se le ha dado prioridad al hecho de facilitar las operaciones de ensamble y de surtido de material mediante el diseño y desarrollo de equipos y facilidades que permitan mejorar la condición del trabajador al desarrollar su trabajo.

Los recursos invertidos para el desarrollo de dichas facilidades, los cuáles en las plantas de Estados Unidos y Canadá han sido cuantiosos, pretenden cumplir objetivos específicos de mejora de seguridad y disminución de riesgos en el trabajo en operaciones de ensamble y de surtido, lo que ha permitido no sólo mejorar condiciones de calidad y productividad sino de evitar conflictos laborales con los sindicatos que controlan al personal de las plantas automotrices en dichos países los cuáles a lo largo del desarrollo de la industria automotriz en Norteamérica han demostrado ser muy poderosos.

El desarrollo de la industria automotriz en México ha tenido un auge importantísimo durante la última década, con inversiones cuantiosas para el desarrollo y actualización de facilidades y nuevas instalaciones, el enfoque global que ha tenido esta industria no sólo con Norteamérica sino con Europa y Asia a través de los distintos tratados de libre comercio con estas regiones del mundo ha permitido que se conozcan y desarrollen conceptos ergonómicos y de seguridad nuevos y poco conocidos como lo es la antropometría cuya aplicación en México, aunque incipiente, poco difundida y poco desarrollada resulta ser un reto para conocer las tendencias de las dimensiones corporales de un sector laboral del centro de la República Mexicana.

## V. Caso práctico.-

Como se mencionó anteriormente el presente proyecto de tesis tuvo su origen en la observación y análisis de las operaciones en las estaciones de trabajo de una planta de ensamble automotriz.

La observación y análisis de cómo se desarrolla el trabajo en cada una de las áreas que conforman el proceso de construcción de un vehículo incluye la forma ó manera de desarrollar la operación ó método de trabajo así como las instalaciones y estaciones de trabajo en donde se desarrolla el mismo, visualizando, tanto la operación propiamente dicha como el entorno en donde se lleva a cabo así como las reacciones que el trabajador tiene cuándo desarrolla el mismo.

Cada una de las áreas que componen el proceso de fabricación ó de ensamble de un vehículo automotriz, como es de suponerse, poseen instalaciones y características propias dependiendo del proceso que se desarrolla en cada una de ellas.

Las facilidades instaladas en cada área ó línea de ensamble, en algunos casos, se encuentran desde que la planta fue inaugurada y han tenido ligeras modificaciones con el transcurso de los años, en otros casos, se tienen instalaciones de punta cuya tecnología se encuentra al nivel de las mejores plantas de ensamble del mundo.



## 5. 1. Descripción de las áreas que conforman el proceso de ensamble de una planta automotriz.-

La siguiente es una breve descripción de las áreas que conforman el proceso de fabricación ó de ensamble de una planta automotriz y que en general es similar a los procesos que se llevan a cabo en cualquier planta de ensamble del mundo.

Principalmente el proceso consta de las siguientes áreas:

- Línea de ensamble de páneles metálicos ó formado de carrocería; El proceso de fabricación comienza en el área de ensamble de partes metálicas que van conformando la carrocería. El proceso de ensamble principalmente es el de la unión de metales mediante soldadura por punto. Este proceso inicia con la unión de pisos, costados, toldo, repunteo, frente y acabado metálico. Las partes metálicas son colocadas en “bancos” los cuáles son las herramientas que proporcionan la posición exacta de cada uno de ellos de acuerdo a especificaciones. También, es utilizado un robot el cual proporciona la suficiente rigidez a través del punteo por soldadura en posiciones clave los cuales no permiten que la cabina sufra alguna variación. Posteriormente, le es colocado el frente y las puertas a cada cabina para que finalmente se le dé un acabado metálico de manera que la cabina debidamente formada pase al departamento de pintura libre de abolladuras. El trabajo en ésta sección del proceso requiere de un gran esfuerzo físico debido a que algunos páneles metálicos tienen que ser cargados con las manos por los trabajadores además de que las punteadoras resultan ser poco maniobrables y muy pesadas, también, el calor, los humos y el chisporroteo del metal cuándo el punteo es llevado a cabo resultan ser excesivos e incómodos para el trabajador.
- Línea de pintura; El proceso de pintura inicia con la limpieza de la cabina y con la aplicación de fosfatizado, ambos procesos son realizados utilizando túneles que inyectan agua a presión para limpieza y con fosfato mezclado, también se realiza una limpieza manual utilizando fibra sintética, éste proceso es muy húmedo y con ciertos vapores por lo que también resulta ser incómodo para el trabajador. Posteriormente, la cabina es trasladada al área de secado y sellado en donde se aplica sellador entre las holguras que resultan de la unión de los páneles metálicos, una vez sellada, pasa al área de primer a la que se le aplica manualmente a las partes interiores y con robots a las partes exteriores de la misma, en ésta planta no existen tinas con primer para sumergir las cabinas y lograr con esto una perfecta impermeabilización, a éste proceso se le conoce comúnmente como “uniprimer”. Una vez impermeabilizada, la cabina es introducida a hornos con forma de túnel para que el primer y los selladores sean “curados”, posteriormente es

trasladada a casetas en donde le aplican los colores exteriores ó principales así como el correspondiente barniz, posteriormente pasa a un segundo horno de "curado" para pintura base y barniz, por último, la cabina pasa a una sección de compra final en donde se verifican posibles fallas de pintura, después de estar la unidad "ok" pasa a la línea de vestidura. El departamento de pintura es un edificio de dos plantas, en la planta alta se aplica sellador y primer con su correspondiente horno de curado, en la planta baja se aplican el color principal y el barniz así como su curado correspondiente, también se le da compra final.

- Línea de vestidura; En ésta línea se ensamblan las partes que conforman la funcionalidad y vista de la cabina, se inicia con el ensamble de arneses eléctricos, mecanismos, cristales, vestido interior tales como el toldo, vistas de puerta, de costado y alfombras, simultáneamente se ensamblan las partes del tablero de instrumentos para que en determinada estación de trabajo hagan "match" la cabina con el tablero. Así mismo, se ensamblan los asientos, el volante y la columna de dirección, ésta línea consta de 56 estaciones de trabajo en donde se ensamblan las partes mencionadas, su dificultad consiste en la incomodidad que se tiene al ensamblar ciertas partes debido principalmente a la posición que deben tener las partes en la cabina y a la facilidad en donde viaja la misma durante el proceso de ensamble.
- Línea de ensamble de partes y componentes al chasis; En esta línea se ensamblan las partes que componen la fuerza motriz del vehículo, inicia con montaje del chasis al transportador ó línea de ensamble, posteriormente, se ensambla la caja de dirección y el sistema de suspensión tales como las muelles y amortiguadores, posteriormente se ensamblan los ejes, delantero si el vehículo es 4x4 y trasero así como las líneas y tanque de combustible, las defensas trasera y delantera, simultáneamente, en una línea de ensamble independiente, se van ensamblando las partes componentes al motor, por ejemplo, mangueras de enfriamiento y calefacción, arneses eléctricos, transmisiones, ventiladores, clutch, etc. para que posteriormente en determinada estación el chasis y el motor hacen "match" al montar el motor al mismo. Finalmente se ensamblan los cardanes, se inyecta gasolina y aceites al vehículo, se instalan los cardanes al mismo y se montan las llantas a los rotores. Esta línea se caracteriza por procesos pesados debido a que algunas partes grandes y pesadas tienen que ser cargadas por los operarios para que sean montadas al chasis.
- Línea de ensamble final ó línea final; Esta es la línea en donde se une el chasis y la cabina y donde se realizan conexiones de arneses eléctricos, mangueras y tuberías que unen la cabina al chasis. Es aquí donde se realiza el llenado de fluidos y gases necesarios para el funcionamiento del vehículo, como por ejemplo, el líquido de frenos, aceites de dirección hidráulica, líquido de

radiador ó anticongelante y gas para que el sistema de aire acondicionado funcione, así como llenados complementarios de aceites de motor y de transmisión. También se realizan pruebas funcionales de encendido de motor, enfriamiento del sistema de aire acondicionado, prueba de emisiones vehiculares, prueba de frenos así como pruebas de funcionamiento eléctrico, también se realiza la alineación del vehículo y una prueba funcional sobre unos rodillos en donde se corre a diferentes velocidades y se compara su funcionamiento vs. una computadora que simula el funcionamiento del vehículo. También, se realiza un detallado final de hojalatería y pintura para eliminar daños generados durante el proceso y una verificación final de los ajustes de las diferentes puertas del mismo para checar su esfuerzo al cierre y si las holguras entre los páneces metálicos están dentro de una determinada especificación. Posteriormente el vehículo es enviado a un túnel que inyecta agua a presión para verificar y eliminar posibles pasos de agua al interior de la cabina. Finalmente el vehículo es comprado de “OK” y trasladado hacia los patios correspondientes antes de ser embarcados a los diferentes destinos tanto de México como de USA y Canadá. En ésta parte del proceso la principal dificultad reside en las diferentes alturas que presentan los vehículos debido a que el trabajo principal se dá en el compartimento de motor (por la gran cantidad de conexiones que se tienen que realizar) y en la parte inferior del mismo.

## 5.2 . Análisis y selección de operaciones críticas.-

La observación de operaciones y el análisis del método son actividades cotidianas que desempeña un ingeniero industrial en una planta de ensamble, una de sus responsabilidades principales es la de encontrar la manera más sencilla y simple respecto a cómo desempeñar una operación ó un proceso de manera que ésta se realice con el mínimo de esfuerzo por el operario que la desempeña y con la menor cantidad de tiempos muertos en la medida de que el mismo proceso y las facilidades existentes se lo permitan.

La presente muestra un ejemplo de cómo se analizaron las operaciones consideradas como críticas en una planta de ensamble automotriz.

Cada una de las líneas productivas deben cumplir con procesos definidos que deben estar de acuerdo a especificaciones y requerimientos de calidad y de seguridad establecidas por normas internacionales y locales .

Estos procesos deben ser realizados en su gran mayoría por mano de obra calificada la cuál debe desempeñar sus actividades en instalaciones y equipos adecuados a cada proceso específico.

Para mantenerse en competencia mundial se establecen objetivos de mejora continua de manera sistemática por lo que las observaciones y los análisis de operaciones se realizan de manera rutinaria en cada una de las líneas que conforman el proceso de ensamble de una planta automotriz.

Las modificaciones en las facilidades de las líneas de ensamble se han realizado a lo largo de los años de operación de la planta, aunque se ha tenido un mayor desarrollo a partir de los años 90 debido principalmente a la incorporación de nuevos modelos y a la globalización que ha tenido el país con prácticamente todo el mundo.

A pesar de que la planta ha tenido importantes modificaciones existen todavía muchas facilidades que no han tenido cambios importantes por lo que los operarios se tienen que estar adaptando a las condiciones que el proceso les determina de acuerdo a las facilidades mencionadas.

### 5. 3. Selección de operaciones críticas.-

De acuerdo a lo mencionado anteriormente los siguientes ejemplos muestran la manera de cómo se seleccionaron operaciones consideradas como críticas y de las oportunidades de mejora en cuanto a ergonomía que se tienen en las mismas :

- Apriete de defensa delantera
- Operaciones en el compartimento de motor
- Subensamble y ensamble de motor de marcha al motor de ignición.

#### 5. 3. 1. Apriete de defensa delantera.-

La operación de apriete de defensa delantera consiste en apretar mediante 8 tornillos (4 por lado) los soportes de la defensa a los largueros del chasis en la parte inferior frontal del mismo.

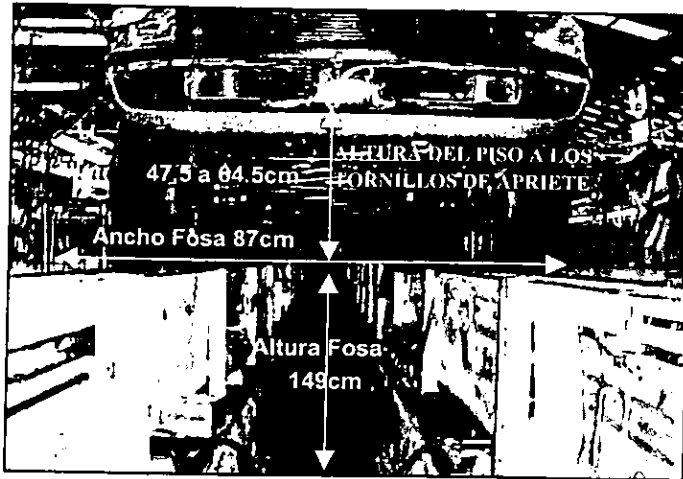
Debido al diseño del producto, la operación se tiene que realizar después de que la cabina fue montada y apretada al chasis, la defensa debe tener cierto "gap" u holgura entre la cabina y la defensa, esto es, la defensa debe tener cierta posición, y ésto se logra cuándo la cabina presenta las condiciones descritas anteriormente.

Como en todo producto, el diseño de las partes, la calidad que se pretende y las facilidades instaladas son los elementos que determinan el proceso, en este caso, debido a las restricciones mencionadas la operación de apriete y alineación de la defensa delantera se tiene que realizar desde una fosa para lograr el "ataque" de la misma por la parte inferior, es decir, la operación se realiza de abajo hacia arriba mientras el vehículo es movido por unos transportadores electromecánicos en cada extremo del mismo.

Para poder facilitar ó hacer menos difícil el desarrollo de la operación, ésta se tiene que realizar desde una fosa para que el operario pueda tener acceso al mismo mientras la unidad ó el vehículo se mantiene viajando.

La facilidad instalada ó fosa fue construida de origen, esto es, se encuentra desde que la planta se construyó y ha sufrido modificaciones mínimas por lo que tiene dimensiones fijas.

Fotografía No. 7



Fotografía 7. La fosa instalada para operaciones por la parte inferior del vehículo posee dimensiones fijas a las cuales el trabajador se tiene que adaptar para desarrollar su trabajo, idealmente tiene que poseer cierta estatura para que la operación se le facilite y el esfuerzo sea lo mínimo posible.

Además de la altura propia de la fosa, se tiene que considerar la altura de los vehículos las cuales dependen del modelo ó el tipo de vehículo que se construirá ó que en ese momento viaja sobre la fosa referida.

Esta altura cambia si el modelo es de rodada sencilla (4x2) ó rodada doble (4x4) y, para ambos casos, existen diferentes versiones.

En este caso, la altura que afecta al trabajador en el apriete de la defensa delantera es la que va del piso a los tornillos de fijación y apriete de la misma, las cuales oscilan de acuerdo a la tabla de la siguiente página:



<b>Tipo de Modelo</b>	<b>Mercado</b>	<b>Altura del piso a los tornillos de apriete de la defensa delantera (cm)</b>	<b>Profundidad de la fosa (cm)</b>	<b>Altura total a considerar (cm)</b>
4x2 rodada sencilla	Exportación	47.5	150	197.5
4x2 rodada doble	Exportación	59.8	150	209.8
4x2 rodada sencilla	Nacional	44.0	150	194.0
4x2 rodada doble	Nacional	64.5	150	214.5
4x4 rodada sencilla	Exportación	60.1	150	210.1
4x4 rodada doble	Exportación	60.7	150	210.7
4x4 rodada sencilla	Nacional	60.1	150	210.1
4x4 rodada doble	Nacional	N/D	150	N/D

Tabla No. 1. Muestra las alturas del piso a los tornillos de apriete de la defensa delantera que van desde 44.0 hasta 64.5 cm.

El análisis de la operación, también incluyó el estudio del método de trabajo así como un estudio de tiempos y movimientos para determinar su situación actual en cuánto al tiempo acupado durante el desarrollo de la operación, también proporciona una visión objetiva respecto a las condiciones de proceso en que se desarrolla la operación y mediante los resultados obtenidos, se pueden tomar decisiones respecto a cambios ó adecuación de las facilidades utilizadas, ó en su caso, reubicación ó cambio de operarios.

La tabla No. 2 muestra un ejemplo de los tiempos incurrido y disponible que un operario utiliza para realizar el apriete de la defensa delantera de un vehículo hecho desde una fosa mientras el vehículo se encuentra en movimiento continuo (determinado por la velocidad de línea del transportador) sobre un transportador electromecánico.

Las condiciones en las que se desarrolla la operación influenciadas directamente por las facilidades instaladas en la estación de trabajo de la misma, también influyen en el nivel de esfuerzo y las reacciones del operario y, como se podrá observar, si la estatura del operario no llega hasta cierto nivel el esfuerzo tenderá a incrementarse con el consecuente posible deterioro de los niveles de calidad que las especificaciones del producto y el proceso propio de la línea donde se desarrolla la operación establecen

Planta de Ensamble XXX							REF. No.	L.F. 2
HOJA DE OBSERVACION DE INGENIERIA INDUSTRIAL							HOJA	1 DE 2
NOMBRE DE LA OPERACION: APRIETE DE DEFENSA DELANTERA DESDE FOSA							GRUPO No.	
MODELO: BE, BR, BT, BX, BW							PROG. No.	22
DEPT.	NOMBRE OPERADOR:	RELOJ No.	LFIN - 161	MANO DE OBRA DIR.	22-Sep-01	DATE	PROG. No.	22
LAYOUT ESTACION		MODELOS		MIN.	PROGRAMA	TOTAL	OBS. GENERALES	
 		1	TODOS	0.153	22	3.373		
		2	TODOS	0.428	22	9.423		
		3	TODOS	0.168	22	3.703		
		4	TODOS	0.197	22	4.327		
		5	TODOS	0.337	22	7.407		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		0	0	0.000		0.000		
		TOTAL						

No.	DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	MODELOS	TIEMPO DEL ELEMENTO										PRON. (SEC.)	AGRE-GADO	NO AGRE-GADO	TOTAL STD. MIN.	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Toma herramienta y aprieta tornillo intermedio lado derecho	TODOS	5.0	6.0	7.0	5.0	8.0	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0	5.80	0.10		0.153	
2	Dirige herramienta y aprieta tornillos interiores intermedio y superior lado izquierdo	TODOS	15.0	18.0	22.0	17.0	15.0	15.0	23.0	24.0	19.0	21.0	18.90	0.32		0.428	
3	Dirige herramienta y aprieta tornillo exterior lado (en brante) izquierdo	TODOS	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0	6.0	6.70	0.11		0.168	
4	Dirige herramienta, posiciona y aprieta tornillo exterior (en brante) lado derecho	TODOS	9.0	9.0	8.0	8.0	9.0	9.0	8.0	8.0	6.0	6.0	8.30	0.14		0.197	
5	Dirige herramienta, posiciona y aprieta tornillos interiores superior e inferior lado izquierdo	TODOS	16.0	17.0	15.0	15.0	17.0	17.0	16.0	15.0	16.0	17.0	16.10	0.27		0.337	
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
												0.00	0.00		0.000		
TOTAL												0.93	0.35	1.28			
SUPERVISOR: H. Rodriguez A. Jaime			FECHA: 22-Sep-01			ELEMENTOS EXTERNOS			SYM			PUNTOS CLAVE Y RECOMENDACIONES					
ING. IND. A. Torres Muñoz			FECHA: 22-Sep-01			Se requiere contar con cierta estatura para disminuir el esfuerzo físico						La operación se realiza en la fosa de Línea Final					
APROVO			FECHA														

Tabla No. 2. Muestra los tiempos de operación y las condiciones del proceso del apriete de la defensa delantera realizada desde una fosa.

### 5. 3. 2. Operaciones en el compartimento de motor.-

Las operaciones en el compartimento de motor consisten principalmente en conexiones de arneses eléctricos, mangueras y tuberías, así como en llenado de fluidos necesarios para que el vehículo realice sus funciones de acuerdo a lo diseñado.

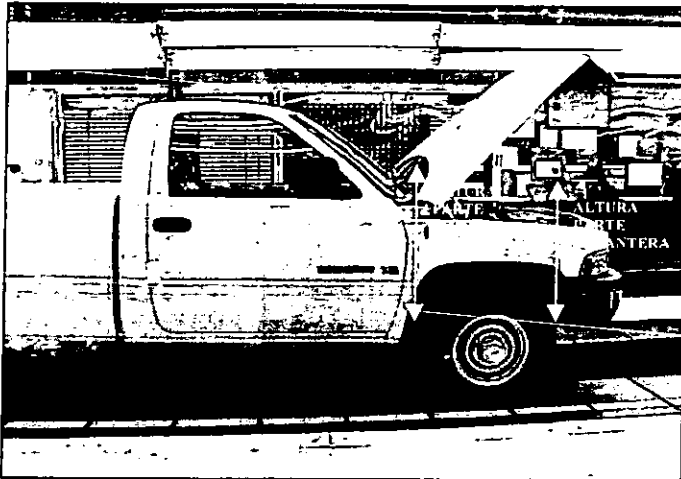
Las conexiones se realizan posterior al acoplamiento de la cabina al chasis y cuándo tanto la cabina y el chasis han sido completados de todos los componentes que por proceso se tuvieron que ensamblar en las líneas de vestidura y chasis.

En esta parte del proceso, las condiciones de esfuerzo dependen de las características del vehículo debido a la cantidad de modelos que se ensamblan en la planta referida.

El esfuerzo depende de la altura debido a que los modelos que se ensamblan varían desde 4x2, 4x4, doble rodada, etc. y cada tipo de vehículo posee cierta altura del piso hasta la parte del compartimento de motor.

La fotografía No. 8 muestra las alturas que fueron motivo de estudio por la parte del compartimento de motor de un vehículo automotriz.

Fotografía No. 8



Fotografía No. 8, Muestra las alturas frontal y trasera del lado del compartimento de motor las cuales varían dependiendo del modelo y tipo de vehículo.



La tabla No.3, muestra los tipos de modelo y las alturas del vehículo por la parte frontal y del compartimento de motor, las cuáles, también varían dependiendo del tipo de unidad que pasa por esa parte o sección del proceso.

El esfuerzo principal en esta sección del proceso se refiere principalmente al estiramiento que el operario tiene que realizar para poder hacer las conexiones y operaciones mencionadas anteriormente.

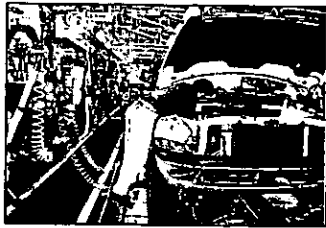
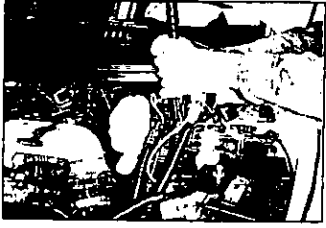
También en éste caso las condiciones de esfuerzo y fatiga en la operación tenderían a mejorarse si se ubica a un operario con determinada estatura y complejión física y si además conociéramos las características que los operarios deben tener para poderlos ubicar en ésta línea de ensamble.

		<b>Altura del piso a la abertura entre el cofre y la salpicadera (cm)</b>	
<b>Tipo de modelo</b>	<b>Mercado</b>	<b>Parte Delantera</b>	<b>Parte Trasera</b>
4x2 rodada sencilla	Exportación	106.0	112.6
4x2 rodada doble	Exportación	107.3	114.3
4x2 rodada sencilla	Nacional	104.7	110.2
4x2 rodada doble	Nacional	121.5	128.3
4x4 rodada sencilla	Exportación	115.4	123.8
4x4 rodada doble	Exportación	117.9	125.3
4x4 rodada sencilla	Nacional	115.4	123.8
4x4 rodada doble	Nacional	N/D	N/D

Tabla No. 3, Muestra las alturas que presentan los vehículos cuándo viajan sobre el transportador de Línea Final, las cuáles varían dependiendo del tipo de vehículo.

La mejora esperada al reubicar a operarios con determinadas características físicas (sobre todo en estatura) incluye no sólo el estándar de operación, sino también, probables daños a las cabinas debido a que el operario también apoya su cuerpo (tronco) sobre la salpicadera del vehículo.

En la tabla No. 4, se muestra cómo el operario se tiene que recargar (cuándo no es lo suficientemente alto) para desarrollar su operación.

PLANTA DE ENSAMBLE XXX										T.S. REF. No.	
INDUSTRIAL ENGINEERING OBSERVATION SHEET										SHEET 1 OF 2	
OPERATION NAME										GROUP No.	
MODELO: BE, BR										22	
DEPT. 2910										22	
OP. NAME										SCHEDULE No. 22	
CLOCK No. L.FIN - 161										DATE 22-Sep-01	
DIRECT LABOR CLASS										GENERAL REMARKS	
WORK PLACE LAYOUT										TOTAL	
	ITEM	MODELS	MIN.	SCHED.	TOTAL						
	1	BE, BR	0.082	10	0.817						
	2	BE, BR	0.375	11	4.125						
	3	BE, BR	0.453	12	5.440						
	4	BE, BR	0.515	13	6.695						
	5	BE, BR	0.448	14	6.277						
	6	BE, BR	0.447	15	6.700						
	7	BE, BR	0.078	16	1.253						
	8	BE, BR	0.093	17	1.587						
						BASIC	32.893				
						OPT./ACCESS.					
						SERVICE					
						NON STD.					
						REPAIRS					
					INDIRECT						
					TOTAL	32.893					

No.	ELEMENT DESCRIPTION	MODELS	ELEMENT TIME										PROM (SEB)	ADRE. BADO.	NO ADRE. BADO.	TOTAL STD. MIN.	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Ventilar en hoja "SBS" tipo de unidad	BE, BR	5.0	5.0	5.0	5.0	1.0	2.0	4.0	4.0	5.0	5.0	1.00	0.00		0.082	0.082
2	Toma arnes de "ABS" conecta conectores "hembra" y "macho" y enruta en arnes de motor	BE, BR	16.0	14.0	12.0	16.0	18.0	18.0	16.0	14.0	14.0	15.0	15.30	0.26		0.120	0.375
3	Toma tuberías que vienen en el chasis enruta y conecta al módulo regulador de frenos	BE, BR	29.0	23.0	23.0	22.0	23.0	23.0	23.0	21.0	23.0	23.0	22.30	0.37		0.082	0.453
4	Toma mangueras de hidrobooster y conecta a tuberías que vienen del chasis (4 conexiones)	BE, BR	23.0	28.0	31.0	23.0	28.0	22.0	29.0	24.0	26.0	27.0	25.40	0.42		0.092	0.515
5	Toma mangueras de hidrobooster y conecta a tuberías que vienen del chasis (2 conexiones)	BE, BR	33.0	22.0	23.0	22.0	24.0	22.0	24.0	23.0	22.0	22.0	22.80	0.38		0.068	0.448
6	Toma herramienta y aprieta tuberías de hidrobooster (2 conexiones)	BE, BR	1.0	4.0	5.0	4.0	4.0	2.5	4.8	4.0	4.0	4.0	2.11			0.070	0.447
7	Ventila y compra operación	BE, BR	1.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.00	0.00			0.078	0.078
8	Retorna a la siguiente unidad	BE, BR	1.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.00	0.00			0.093	0.093
			TOTAL										1.81	0.88		2.49	
FOREMAN	L. Morlin S. Perez	DATE	22-Sep-01	FOREIGN ELEMENTS								REMARKS & RECOMMENDATIONS					
AREAL I.E.	A. Torres M.	DATE	22-Sep-01														
APPROVED		DATE															

Tabla No. 4. Muestra los tiempos de operación y las condiciones del proceso de las operaciones que se realizan por el compartimento de motor en la línea final del proceso.

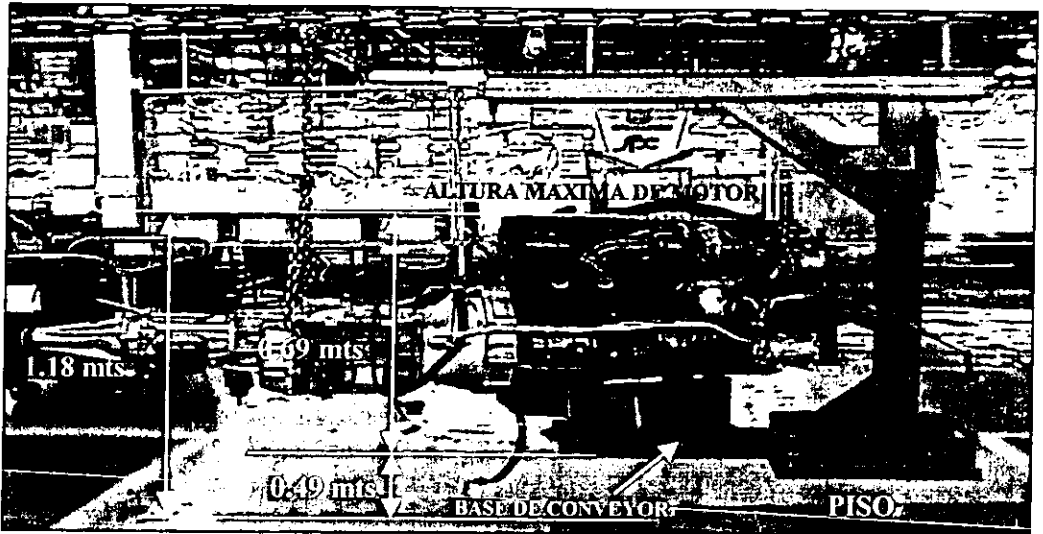
### 5. 3. 3. Subensamble y ensamble de motor de marcha al motor de ignición.-

Esta operación se realiza en la línea de vestido de motores y consiste en subensamblar el motor de la marcha y ensamblarlo al motor de ignición. Los motores son colocados sobre unos soportes los cuáles viajan a determinada velocidad para que se le vayan ensamblando todos sus componentes.

Los soportes son arrastrados por cadenas y tienen dimensiones fijas las cuales no han sufrido más que modificaciones menores, éstas han consistido básicamente en modificar los alojamientos en donde el motor es colocado, no se han tenido inversiones mayores para alguna modificación al transportador que adecue sus dimensiones a la estatura promedio de los trabajadores que trabajan en la línea de motores.

La fotografía No. 9 muestra el tipo de transportador utilizado en dicha línea de ensamble.

Fotografía No. 9



Fotografía No. 9. Muestra al motor de ignición localizado en su soporte el cual es utilizado en la línea de vestido de motor de una planta de ensamble.

Las alturas máximas que presentan los motores en la línea de vestido de motor también varían de acuerdo al tipo de motor que se está vistiendo, en este caso el motor que se muestra en la fotografía 9 corresponde a un motor Diesel. Las alturas de trabajo en el conveyer van de 0.49 mts., hasta 1.18 mts., alturas a las que se tiene que adaptar el trabajador al desarrollar su operación, situación que

PLANTA DE ENSAMBLE XXX										T.S. REF. No.			
INDUSTRIAL ENGINEERING OBSERVATION SHEET										SHEET 1 OF 2			
OPERATION NAME ENSAMBLE DE MOTOR DE MARCHA AL MOTOR DE IGNICION										GROUP No.			
MODELO: BE BR										22-646-97			
DEPT.	OP. NAME	CLOCK No.	MOTORS - (2) lbs		DIRECT LABOR CLASS	DATE	SCHED.	SCHEDULE No. 22		GENERAL REMARKS			
WORK PLACE LAYOUT		ITEM	MODELS		MIN.	DATE	SCHED.	TOTAL					
		10	BR		0.084		22	1.405					
		20	BR		0.204		22	4.487					
		30	BR		0.119		22	2.611					
		40	BR		0.059		22	1.272					
		50	BR		0.029		22	0.642					
		60	BR		0.101		22	2.228					
		70	BR		0.135		22	2.983					
		80	BR		0.187		22	4.121					
		90	BR		0.247		22	5.433					
		100	BR		0.307		22	6.864					
		101	0				0.298		22	5.845	BASIC	35.873	
		102	BR				0.672		22	14.783	OPT ACCESS		
		103	BR				0.305		22	6.714	SERVICE		
		104	BR				0.052		22	1.108	NON STD		
								TOTAL	58.875	REPAIRS			
								TOTAL	58.875	INDIRECT			

No.	ELEMENT DESCRIPTION	MODEL	ELEMENT TIME										TIME (HRS)	MATERIAL	TOTAL STD MIN		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
10	Verifica copias en caja E B S	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Obtiene lista para sujeción de marcha y le proporciona en la herramienta neumática	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	Obtiene herramienta especial con tornos y ensambla tornos a transmisión	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	Realiza la puesta de los elementos del cuerpo de sincronización	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	Surte resaca en el cuerpo de sincronizador	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	Instala resaca de resaca de sincronizador	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70	Surte marcha y cable positivo a masa de subtransmisión	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80	Realiza el subensamblaje de la marcha	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	Surte marcha a motor, le ajusta y prueba el cable positivo en basetas	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	Obtiene clip para el eje de sincronización de la transmisión y tornillos, sujeción marcha y ajuste	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
101	Obtiene herramienta neumática y ajusta marcha	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
102	Surte ejes de sincronización de transmisión, los ajusta y prueba	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
103	Obtiene tornillos de clip y ajusta el eje de sincronización de la transmisión	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
104	Realiza la compra en fase negra	BR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			TOTAL										1.85	0.72	2.58		

FOREMAN	E. Maza M. Vargas	DATE	14-Mar-07
AREAL	E. Aparicio	DATE	14-Mar-07
APPROVED	A. Torres M	DATE	14-Mar-07
FOREIGN ELEMENTS		SYM	
REMARKS & RECOMMENDATIONS			

Tabla No. 5, Muestra los tiempos de operación y las condiciones del proceso de las operaciones que se realizan por el compartimento de motor en la línea final del proceso.

genera flexiones excesivas, en el caso particular de la operación del ensamble del motor de marcha, ésta se encuentra localizada en la parte inferior del motor de ignición.

Como se puede observar, en la figura de la tabla anterior, los operarios en esta parte del proceso se flexionan demasiado para realizar operaciones en la parte inferior de los motores, lo que propicia esfuerzos y flexiones excesivas.

En este caso, las flexiones podrían eliminarse si se modificara completamente la forma del transportador de manera que éste en algunas estaciones de trabajo fuera elevado o se construyera algún tipo de fosa que permitiera realizar la operación de una manera más sencilla.

Debido a que esto no se ha realizado y a que quizás los esfuerzos no se eliminarían con ubicar a un operario con estatura “baja”, probablemente disminuirían si supieramos y analizáramos el tipo de tabajador requerido y algún tipo de facilidad necesaria para ésta línea de ensamble.

#### 5. 4. Estudio antropométrico.-

Los ejemplos mostrados en el capítulo anterior evidenciaron la necesidad de revisar y analizar las características corporales que tiene la población de una planta de ensamble automotriz ubicada en la Ciudad de México por lo que se propuso la implementación de un programa de las actividades para la toma de medidas al personal sindicalizado de los tres turnos operativos y de servicio.

Uno de los objetivos era determinar las características de los trabajadores ubicando las medidas corporales dentro de ciertos rangos para posteriormente compararlas con las medidas “fijas” que tienen las facilidades instaladas en la planta referida.

Con esta información se consideró que se podrían tomar decisiones respecto a:

- Reubicación de personal en aquellas operaciones que pudieran tener menos esfuerzo de acuerdo a sus tallas físicas.
- Modificación de facilidades instaladas de acuerdo a los parámetros de medidas del personal.
- Compra de equipo de acuerdo a las medidas corporales del personal en una planta de ensamble.
- Mejor control del personal sindicalizado actual y de nuevo ingreso respecto a las operaciones en donde mejor rendimiento tendrían de acuerdo a sus tallas físicas, considerando las facilidades instaladas en la planta.
- Conocimiento de las tallas físicas de toda la población para otros fines, por ejemplo, compra de uniformes, compra de mobiliario, etc.

Posterior a la necesidad identificada, se planteó la misma a las gerencias y al sindicato de la planta para su autorización y desarrollo considerando que éste estudio tendría un desembolso económico

para la planta y de que, sobre todo, desde el punto de vista sindical, en caso de aplicarse, no debía dar lugar a ninguna forma de discriminación hacia el personal obrero debido al tipo de información que se manejaría, por ejemplo, peso, edad, condiciones físicas, etc.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de las actividades se desarrolló mediante un programa de acciones debidamente estructurado considerando responsables y fechas promesa para cada acción.

El programa de actividades se muestra en la tabla No. 6

Debido a que se contaba con una población aproximada de 1,600 operarios sindicalizados distribuidos en tres turnos y a que cada uno de ellos tiene operaciones debidamente asignadas, se elaboró un programa para la toma de medidas para que no se alteraran las responsabilidades y las operaciones que se desarrollan en cada departamento productivo ó de servicio.

El programa contemplaba tomar medidas a determinado número de operarios por turno de los diferentes departamentos de la planta, de esa manera, la afectación a las actividades de los mismos fue mínima.

La tabla No. 7 muestra un ejemplo del programa escalonado para la toma de medidas antropométricas. Considerando la cantidad de operarios por turno en la nómina de la planta para ser medidos, se estimó el tiempo que se llevaría tomar medidas a cada operario, para que, posteriormente se determinara el tiempo, en semanas, que tomaría llevar el estudio antropométrico y la contratación del personal que lo realizaría.

Además, la toma de medidas no la podía realizar cualquier persona, esto es, debía ser realizada por personal preparado que tuviera conocimiento en anatomía y en conceptos médicos, se consideró la contratación de enfermeras durante cierto tiempo, de acuerdo al tiempo estimado considerando cierto número de operarios por día.

La toma de medidas fue llevada a cabo por el servicio médico y coordinado por el departamento de Ingeniería Industrial.

Para saber cuáles medidas y qué partes del cuerpo se medirían, se realizaron análisis para definir las medidas que serían útiles y que podrían ayudar para mejorar las condiciones de trabajo de los operarios de tal manera que se elaboró un listado de medidas así como figuras que ilustraban las partes del cuerpo a tomar en cada operario.

La tabla No. 8 muestra el listado y el número correspondiente de las medidas a considerar en cada operario.

Las figuras 7, 8 y 9 muestran las partes del cuerpo consideradas para que fueran medidas a cada operario sindicalizado de una planta de ensamble.

# HOJA PHRA



PROYECTO: **CMO Pastura 3**      CMO Ensamble 1      CMO Carrocintas 3

HOJA DE REVISIÓN: 4/77/41

PLANTA:

Area/Linea Phra: "ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO A PERSONAL SOCIALIZADO"

Etapas / Pasos	Porcentaje	Cronograma																
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12					
1. ANÁLISIS DE OPERACIONES	100%																	
2. PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE ESTUDIO AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
3. REVISIÓN Y APROBACIÓN POR EL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
4. ELABORACIÓN DE PRESENTACIÓN PARA DIRECTOR DE PLANTA Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
5. PRESENTACIÓN DE ESTUDIO AL DIRECTOR DE PLANTA Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
6. PRESENTACIÓN DE ESTUDIO A RECLUTAMIENTO Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
7. REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL ESTUDIO POR EL DIRECTOR DE PLANTA Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
8. CONTRATACIÓN DE ESPECIALISTAS PARA TOMA DE MEDIDAS ANTRÓPICAS	100%																	
9. ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO PARA LA TOMA DE MEDIDAS ANTRÓPICAS	100%																	
10. ELABORACIÓN DE FORMULARIOS PARA LA TOMA DE MEDIDAS ANTRÓPICAS	100%																	
11. PLANTEAMIENTO Y APLICACIÓN DEL ESTUDIO	100%																	
12. PRESENTACIÓN DE ESTUDIO Y RESULTADOS AL DIRECTOR DE PLANTA Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA	100%																	
13. ANÁLISIS DE RESULTADOS	45%																	
14. ANÁLISIS DE FACILIDADES ANTRÓPICAS EN PLANTA	75%																	
15. ELABORACIÓN DE BASE DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE FACILIDADES ANTRÓPICAS EN PLANTA	6%																	
16. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO	6%																	
17. ELABORACIÓN DE INFORME FINAL DEL ESTUDIO	6%																	
18. PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DEL ESTUDIO	6%																	
19. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO	6%																	
20. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO	6%																	
21. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO	6%																	

Tabla No. 6. Muestra el programa de actividades para desarrollar el proyecto de toma de medidas ó estudio antropométrico en una planta de ensamble

**Forma para la toma de datos antropométricos**  
**Planta de Ensamble XXX**

Comité de Ergonomía

Nombre		N° Clave	Departamento	Turno
Operación actual				
Fecha de nacimiento		Peso (Kg)	Evalúo	Fecha 22-Sep-01
<b>DIMENSIONES ANTROPOMETRICAS</b>				
No.	DESCRIPCION DIMENSIONES CORPORALES			DIMENSION (CMS)
<b>PARADO VISTA FRONTAL</b>				
1	Distancia del piso a la parte superior de la cabeza			
2	Distancia del piso a los ojos			
3	Distancia alcance lateral brazo			
4	Distancia del piso a nudillos de la mano			
5	Distancia del piso al alcance vertical con el brazo extendido			
6	Distancia del piso a la parte superior del hombro			
7	Distancia del piso al codo			
<b>PARADO VISTA LATERAL</b>				
8	Distancia alcance punta a mano			
9	Distancia punta mano extendida			
10	Distancia del piso a la cintura			
<b>VISTA TRASERA</b>				
11	Distancia entre hombros (hombro parte exterior)			
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Tabla No. 7, Describe las distancias ó medidas seleccionadas que fueron tomadas al personal sindicalizado de una de ensamble para el desarrollo de un estudio antropométrico.



## ESTUDIO ANTROPOMETRICO MEDICIONES EN (Cm)

Clave	Nombre	t.c.	Depto	Tno.	Peso	Edad	Parado vista frontal							Parado vista lateral						
							(Kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
01503	ALANIS GONZALEZ ALBERTO	2	2202	1																
83106	SANCHEZ CORTEZ ROSALIO	1	2203	1																
56670	MELENDEZ MENDOZA FRANCIS	1	2261	1																
77169	RODRIGUEZ CORIA ALEJANDRI	2	2314	1																
18443	COTE GUTIERREZ JOSE ANTON	2	2402	1																
35870	GONZALEZ HERNANDEZ MARG	1	2404	1																
48314	JUAREZ GUZMAN MOISES	2	2406	1																
28184	FABIAN PEREA RICARDO	1	2408	1																
07962	BARRETO MOYA ERNESTO	1	2412	1																
80222	MONTAYA MARTINEZ ADAN	1	2421	1																
37360	GONZALEZ VIVES JULIO ARMA	1	2451	1																
29493	GANDARA LOPEZ MIGUEL ANG	1	2521	1																
02840	ALLENDE LEJARAZO GERARDO	2	2202	2																
15257	CERON GONZALEZ NICOLAS	2	2204	2																
58920	MOISEN DOMINGUEZ GUILLER	1	2309	2																
66492	OSORNIO MARTINEZ JOAQUIN	1	2315	2																
85104	SANDOVAL RAMIREZ JOSE LUI	2	2402	2																
20493	DE LA CRUZ ARRUTI VICTOR	1	2405	2																
01023	AGUILERA HERRERA JUAN MA	2	2407	2																
58560	MIRANDA GARCIA FCO JAVIER	1	2406	2																
65946	ORTIZ ARROYO MIGUEL ANGE	2	2412	2																
26280	FALCON BLANCAS FRANCISCO	1	2431	2																
63642	NERI ROA RAYMUNDO	1	2461	2																
29674	GARCIA ALVA SALVADOR	1	2811	2																
02850	ALONSO LOPEZ VICTOR ARTUR	1	2202	1																
83910	SANCHEZ LOPEZ BERNARDO	1	2203	1																
57253	MENDOZA GARDUO ANGEL	2	2261	1																
89786	TORRES MARTINEZ JOSE DE JI	2	2314	1																
19062	CRUZ LUCAS LEANDRO	2	2402	1																
38508	GUIN ARIAS VICTOR FRANCISC	1	2404	1																
50928	MACHUCA DIAZ FIDEL	1	2406	1																
27351	FLORES GARCIA JESUS	1	2406	1																
09756	BOBADILLA CERVANTES MARC	1	2412	1																
62424	MUOZ NAVARRO JOAQUIN AN	1	2421	1																
39912	HERNANDEZ ALBARREZA JOSE	1	2451	1																
29568	GARCÉS HERRERA MARCO AN	1	2521	1																
03277	ALVAREZ BALLESTEROS RICAR	2	2202	2																
15438	CERVANTES LARA LUIS	2	2204	2																
60645	MORALES FLORES LORENZO F	1	2309	2																
67506	PAREYÓN VERDUZCO ROBERT	1	2315	2																
87193	SOLIS ARAGON RICARDO	2	2402	2																
21420	DELGADO BALDERAS MANUEL	2	2405	2																
02226	ALCANTARA OCAMPO GUILLER	1	2407	2																
50560	MONROY ROMERO J MERCED	2	2408	2																
73773	RENDÓN ZAMUDIO JUAN	1	2412	2																
29148	GALLARDO GONZALEZ SERGIO	1	2431	2																
69396	PEREZ RAMIREZ MARTIN	2	2461	2																
33918	GÓMEZ HERNÁNDEZ MARVAL	2	2811	2																

Tabla No. 8, Muestra la hoja de trabajo para la toma de datos durante la toma de medidas al personal sindicalizado de una planta de ensamble, de acuerdo a las medidas seleccionadas previamente.

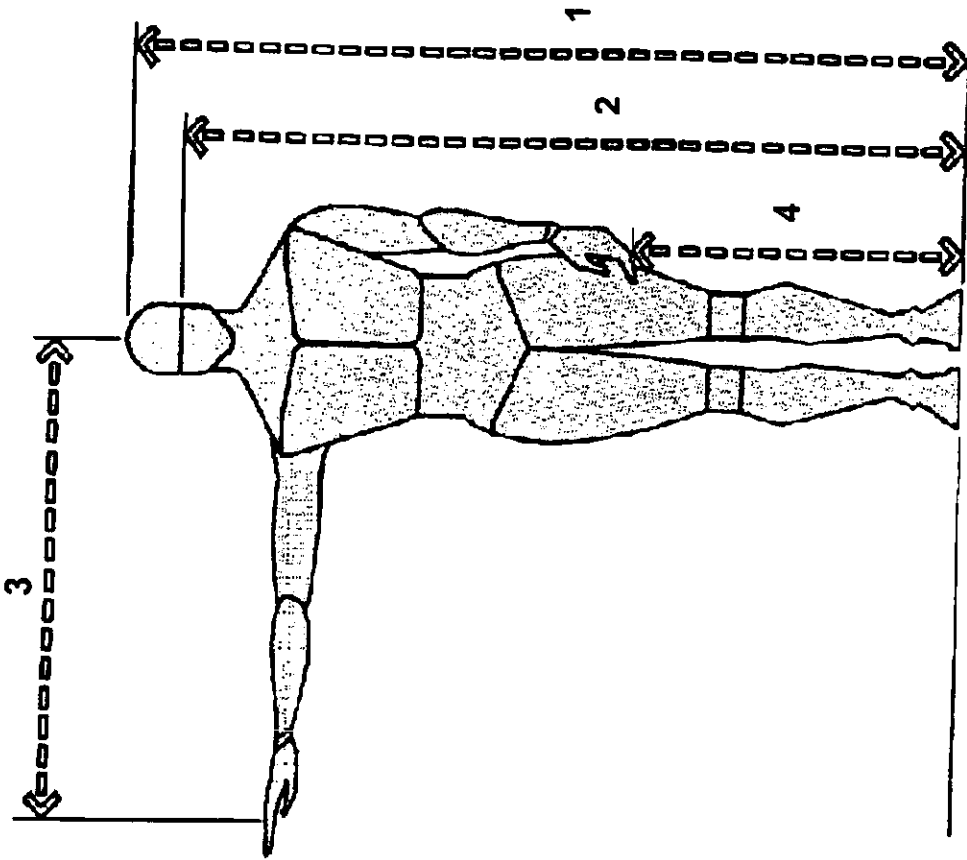


Figura No. 7 Muestra de manera gráfica el complemento de las medidas antropométricas tomadas al personal obrero de una planta automotriz

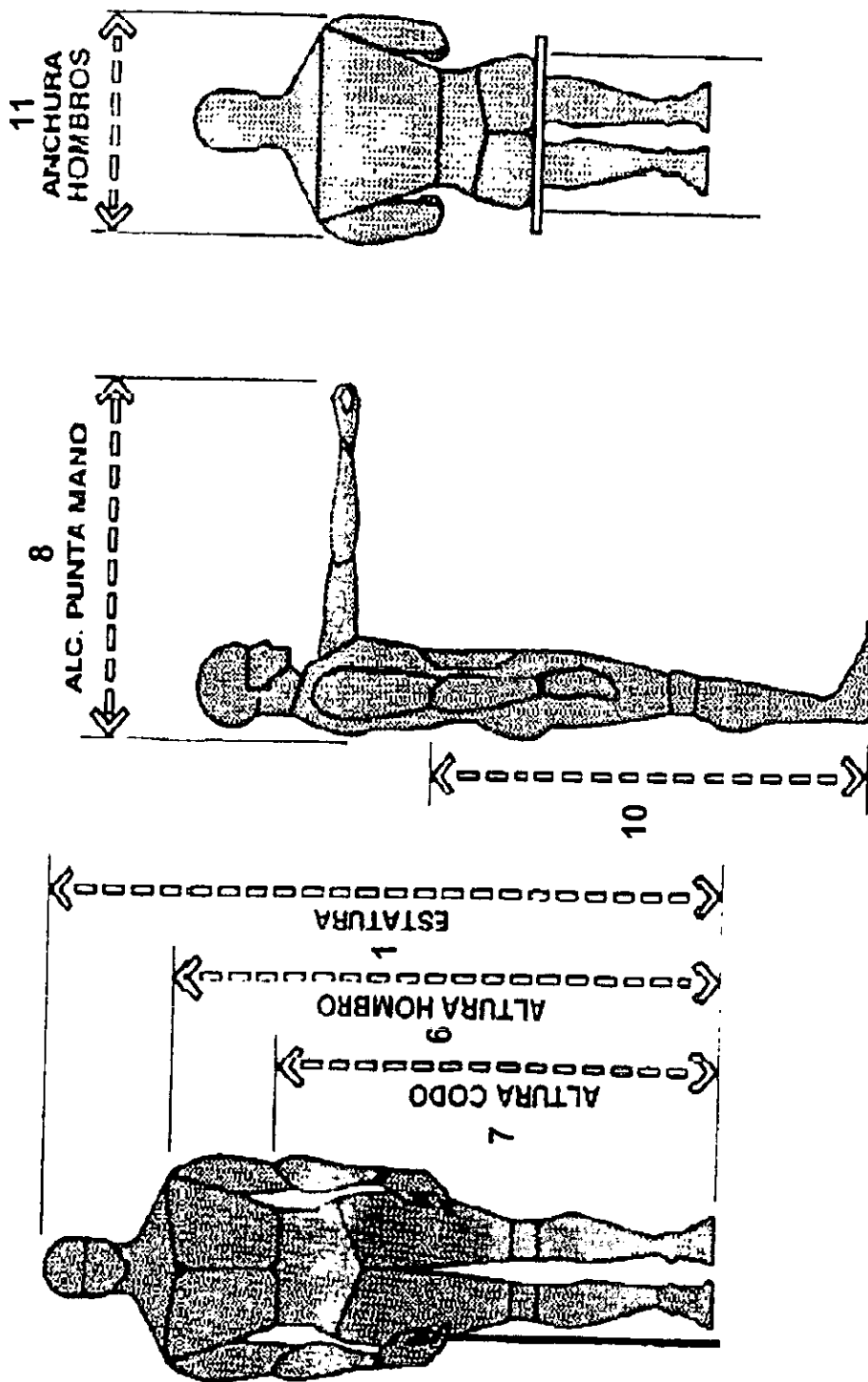
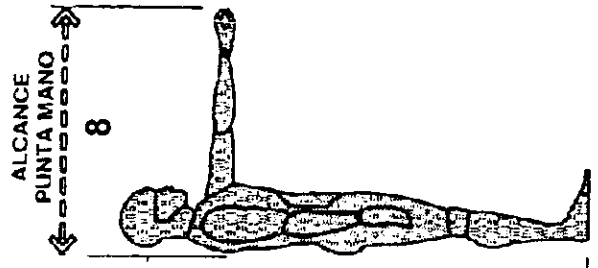
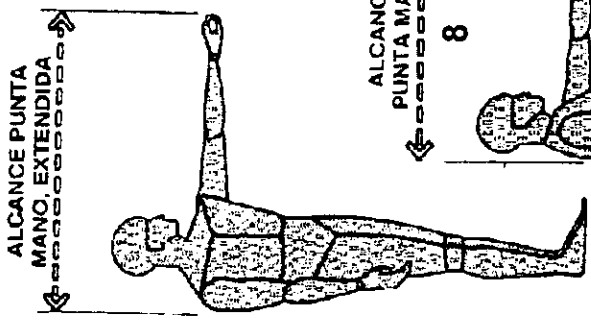
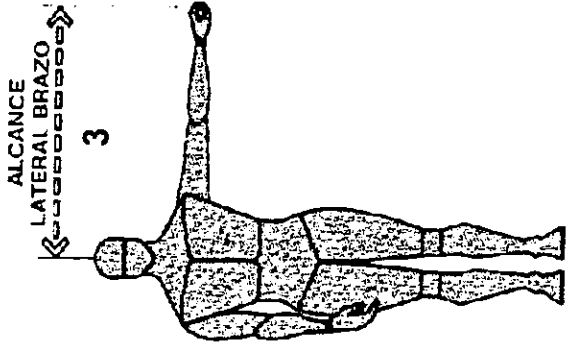


Figura No. 8 Muestra de manera gráfica las medidas antropométricas tomadas al personal obrero de una planta automatriz

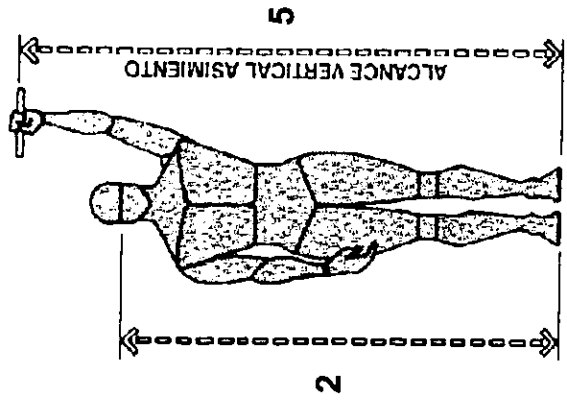
9



10



3



5

2



Figura No. 9, Muestra de manera gráfica el complemento de las medidas antropométricas tomadas al personal obrero de una planta automotriz

## 5. 5. Desarrollo del estudio antropométrico.-

Una vez que fue aprobado por las gerencias de la planta y autorizado por los representantes del sindicato obrero, se procedió a realizar una presentación del proyecto a toda la supervisión del personal tanto de mano de obra directa como de mano de obra indirecta, para involucrarlos respecto al estudio y a los objetivos del mismo así como al hecho de que con el transcurso de los días se tendría que enviar personal de cada departamento al servicio médico para que fueran evaluados dimensionalmente así como conocer las reacciones de la supervisión ante el planteamiento del concepto y del estudio de este tipo.

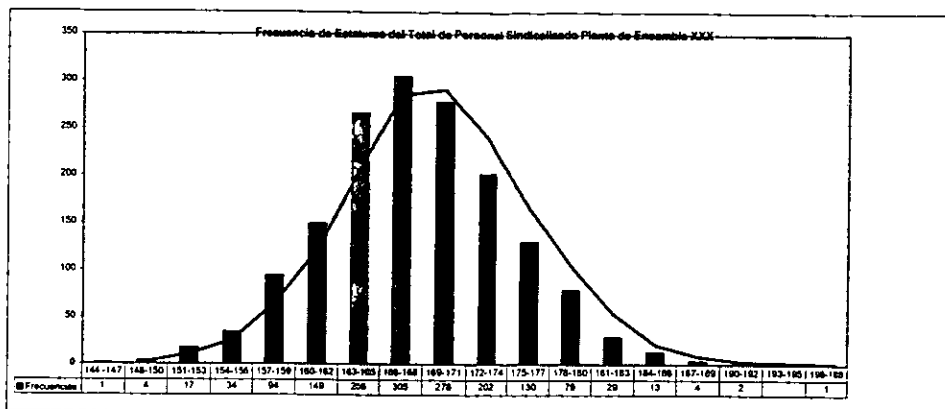
Las principales reacciones de los supervisores durante la presentación del proyecto fueron entre otras:

- 1) En una planta como en la mayoría de las plantas de ensamble, existen operarios que poseen conocimientos exclusivos ó especialidades en algún tema u operación, con la implementación de un estudio de éste tipo y con la posibilidad latente de reubicar a operarios con alguna especialidad en operaciones que tal vez no tenían nada que ver con el trabajo que actualmente realizaban de acuerdo a sus tallas físicas, se corría el riesgo de sacrificar los conocimientos de algunos operarios con alguna especialidad en particular en caso de que fueran reubicados en alguna otra operación.
- 2) El concepto de antropometría en la mayoría de los casos fue un concepto nuevo prácticamente para todos los supervisores, sin embargo, dado el gran entusiasmo con que se había venido trabajando en conceptos de ergonomía, éste fue tomado con gran interés y con gran disposición para cooperar a fin de que el estudio se llevara a cabo con las mejores condiciones posibles.
- 3) Debido a que cada operario tiene operaciones asignadas, el que se ausentara durante un tiempo de las mismas provocó cierta inquietud, por lo que se preguntó el tiempo que cada operario estará ausente de su operación.
- 4) En el caso de las personas de edad avanzada, se hicieron comentarios respecto a que consideraban bueno que se tomara en cuenta la edad y las tallas físicas para reubicarlos de acuerdo a sus condiciones físicas, al menos se tomarían en cuenta condiciones como la edad o la estatura para facilitar mejor el trabajo, lo cual fue tomado de buena manera.

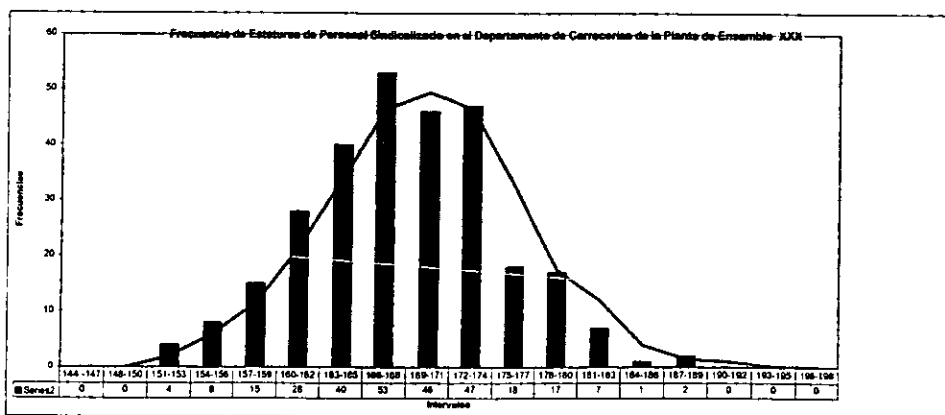
La toma de medidas al personal sindicalizado tuvo una duración aproximada de 6 meses y se obtuvo de una muestra de 1,600 personas aproximadamente, todos ellos obreros sindicalizados de los tres turnos (1er., 2do. Y 3er. turnos respectivamente) operativos de una planta de ensamble.

## 5. 6. Resultados de la Toma de Medidas.-

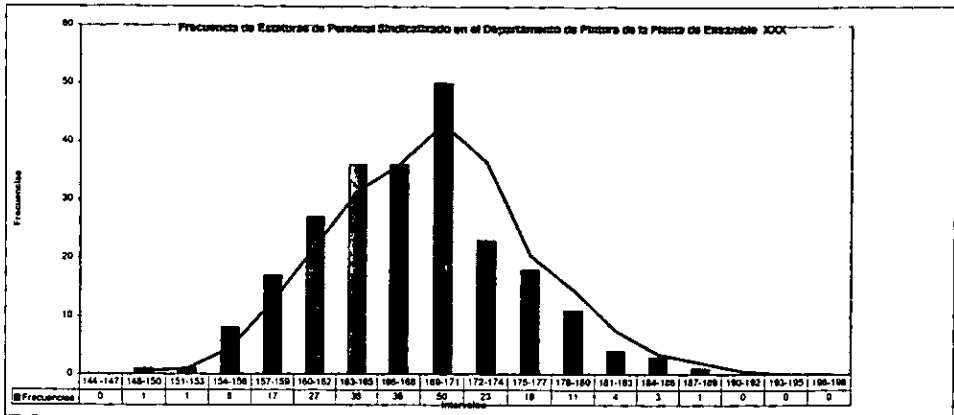
La distribución de las estaturas del personal obrero sindicalizado de acuerdo a las medidas tomadas, se muestran en las siguientes gráficas:



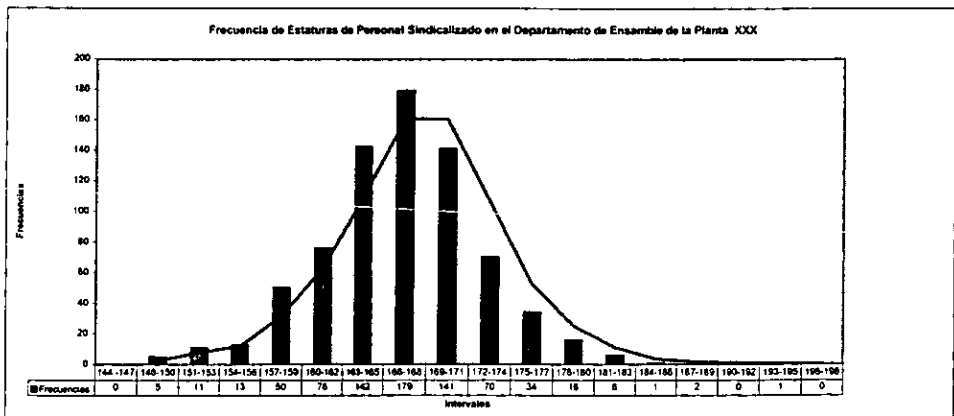
Gráfica No. 1 muestra las frecuencias de las estaturas del total de personal que labora en una planta de ensamble considerando los tres turnos operativos.



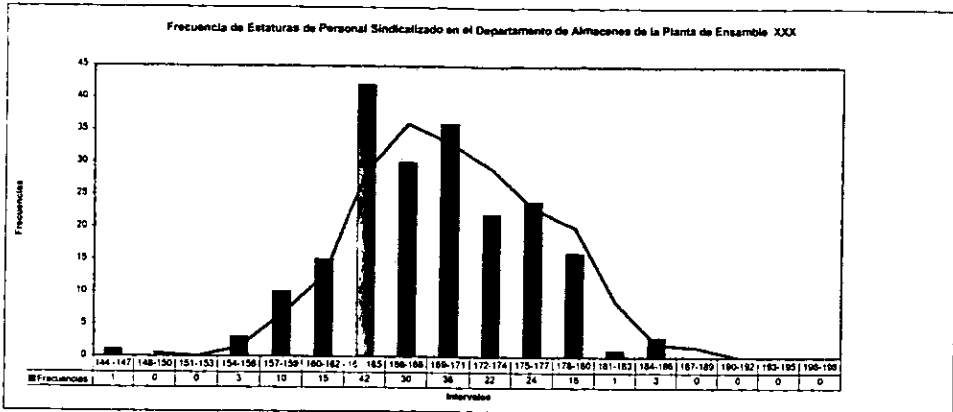
Gráfica No. 2 muestra la distribución de estaturas del personal obrero sindicalizado que labora en el área de carrocerías y áreas de servicio del mismo departamento.



Gráfica No. 3, Muestra la distribución de estaturas del personal obrero sindicalizado que labora en el área de pintura incluyendo al personal de servicio del mismo departamento.



Gráfica No. 4, Muestra la distribución de estaturas del personal obrero sindicalizado que labora en el área de ensamble incluyendo al personal de servicio del mismo departamento.



Gráfica No. 5, Muestra la distribución de estaturas del personal obrero sindicalizado que labora en el área de almacenes y manejo de materiales incluyendo al personal de servicio del mismo departamento.

Como se puede observar en las gráficas anteriores, se aprecia una distribución normal de las estaturas del personal sindicalizado, siendo más evidente en la gráfica No. 1 que contiene la totalidad del personal obrero.

### 5. 6. 1. Análisis de información de acuerdo a percentiles.-

Así mismo, el comportamiento de las medidas consideradas de acuerdo al análisis de la información obtenida por parte del servicio médico de la planta se muestra en las tablas siguientes, cabe hacer notar que dicha información tiene el enfoque de “percentiles” ó porcentajes de acuerdo a las recomendaciones señaladas en el capítulo IV en donde se menciona la manera en que se debe manejar la información recabada de la aplicación de un estudio antropométrico.



Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
<b>99</b>	119	122	122	118	113	116	114	103
<b>95</b>	97	93	100	96	96	97	99	96
<b>90</b>	91	89	94	90	91	89	92	91
<b>80</b>	85	84	84	83	84	86	87	85
<b>70</b>	80	79	80	79	79	83	85	79
<b>60</b>	77	76	77	76	77	78	78	75
<b>50</b>	74	74	75	74	75	75	74	74
<b>40</b>	72	70	71	71	72	73	72	73
<b>30</b>	69	68	68	68	70	71	69	70
<b>20</b>	66	63	65	65	68	68	65	66
<b>10</b>	61	59	60	62	61	63	59	61
<b>5</b>	58	56	57	59	57	58	56	59
<b>1</b>	49	51	53	53	51	51	50	53

Tabla No. 9, Muestra los percentiles del peso según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 1**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	184	184	185	183	185	190	178	184
<b>95</b>	179	179	181	178	178	178	175	179
<b>90</b>	177	177	179	176	176	173	173	177
<b>80</b>	173	175	175	173	173	171	170	173
<b>70</b>	171	173	173	171	170	169	169	171
<b>60</b>	169	171	171	169	169	168	167	169
<b>50</b>	168	170	169	168	168	167	165	168
<b>40</b>	166	169	167	166	166	166	164	166
<b>30</b>	165	168	165	165	164	163	163	165
<b>20</b>	163	166	164	163	163	160	160	163
<b>10</b>	160	164	160	160	160	158	157	160
<b>5</b>	157	161	158	157	157	155	156	157
<b>1</b>	147	158	155	152	152	151	154	147

Tabla No. 10, Muestra los percentiles de la estatura según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 2**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	173	171	175	170	173	177	170	169
<b>95</b>	168	168	170	167	167	166	165	166
<b>90</b>	165	165	167	165	164	163	163	166
<b>80</b>	162	163	164	162	162	161	160	160
<b>70</b>	160	161	161	160	160	159	158	159
<b>60</b>	158	159	159	158	158	158	156	156
<b>50</b>	157	158	157	157	157	156	155	155
<b>40</b>	155	157	156	155	155	155	153	153
<b>30</b>	153	155	154	154	153	163	152	151
<b>20</b>	152	154	152	152	151	150	149	149
<b>10</b>	149	151	149	149	149	148	146	146
<b>5</b>	147	148	147	147	147	146	144	145
<b>1</b>	141	138	142	140	143	133	105	135

Tabla No. 11, Muestra los percentiles de la distancia del piso a los ojos según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 3**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	82	80	82	81	80	80	78	82
<b>95</b>	76	76	76	76	76	75	75	75
<b>90</b>	73	73	73	73	72	70	72	75
<b>80</b>	69	70	69	69	68	67	67	67
<b>70</b>	67	68	66	67	66	66	66	65
<b>60</b>	65	66	65	65	65	64	64	63
<b>50</b>	63	65	64	63	63	62	62	62
<b>40</b>	62	63	62	62	62	60	61	60
<b>30</b>	61	62	61	61	60	59	60	59
<b>20</b>	59	60	60	59	58	58	59	57
<b>10</b>	58	58	58	58	57	57	57	56
<b>5</b>	56	57	56	56	56	56	56	56
<b>1</b>	54	55	54	54	54	50	54	56

Tabla No. 12, Muestra los percentiles del alcance lateral según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 4**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	83	81	84	83	83	81	81	81
<b>95</b>	81	79	81	81	81	79	80	80
<b>90</b>	79	78	79	79	79	78	78	79
<b>80</b>	77	76	78	77	77	76	76	75
<b>70</b>	76	76	77	76	76	75	75	75
<b>60</b>	75	75	75	75	75	75	74	73
<b>50</b>	74	74	74	74	74	74	72	72
<b>40</b>	73	73	73	73	73	72	71	71
<b>30</b>	72	72	72	72	72	71	70	70
<b>20</b>	71	71	71	71	70	70	69	70
<b>10</b>	69	71	70	69	69	68	67	66
<b>5</b>	67	69	67	67	67	67	66	63
<b>1</b>	63	64	63	63	61	64	63	54

Tabla No. 13. Muestra los percentiles de la distancia del piso a los nudillos de la mano según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 5**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	227	220	229	225	226	233	219	223
<b>95</b>	219	218	222	218	219	218	215	216
<b>90</b>	216	217	218	216	216	213	213	216
<b>80</b>	212	214	213	212	212	209	209	209
<b>70</b>	209	212	211	209	209	206	206	206
<b>60</b>	206	209	208	206	205	204	203	201
<b>50</b>	204	207	205	204	204	201	202	198
<b>40</b>	202	205	203	202	201	200	200	197
<b>30</b>	199	203	201	199	199	198	198	195
<b>20</b>	197	201	198	197	197	196	196	194
<b>10</b>	194	196	195	195	194	193	195	190
<b>5</b>	192	194	191	193	191	188	188	187
<b>1</b>	184	189	186	182	184	183	183	184

Tabla No. 14. Muestra los percentiles del piso al alcance vertical con el brazo extendido según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 6**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	157	155	157	157	155	165	156	151
<b>95</b>	151	150	153	151	151	152	149	150
<b>90</b>	149	148	150	149	149	148	148	150
<b>80</b>	146	146	147	146	146	145	145	144
<b>70</b>	144	144	145	144	144	143	143	143
<b>60</b>	143	143	143	142	142	142	141	141
<b>50</b>	141	142	142	141	141	141	140	139
<b>40</b>	139	141	140	139	139	139	138	137
<b>30</b>	138	139	138	138	138	138	137	136
<b>20</b>	136	137	136	136	136	135	134	134
<b>10</b>	133	134	134	133	133	132	132	130
<b>5</b>	131	133	131	131	131	131	129	129
<b>1</b>	125	125	126	124	125	125	128	126

Tabla No. 15, Muestra los percentiles de la distancia del piso al hombro según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 7**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	118	116	119	118	116	118	116	117
<b>95</b>	114	114	115	113	114	112	112	116
<b>90</b>	112	112	112	112	112	110	109	111
<b>80</b>	110	109	110	110	109	108	107	108
<b>70</b>	108	107	108	108	108	107	106	106
<b>60</b>	106	106	107	106	106	105	104	105
<b>50</b>	105	105	106	105	105	104	103	103
<b>40</b>	104	105	105	104	104	103	102	102
<b>30</b>	103	103	103	103	102	102	101	101
<b>20</b>	101	102	102	101	101	100	99	99
<b>10</b>	99	101	99	99	98	98	97	98
<b>5</b>	97	99	98	97	96	97	94	95
<b>1</b>	93	97	93	92	93	94	90	92

Tabla No. 16, Muestra los percentiles de la distancia del piso al codo según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 8**

Percentil	19 a 61 Años	19 a 25 Años	26 a 31 Años	32 a 37 Años	38 a 43 Años	44 a 49 Años	50 a 55 Años	56 a 61 Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	73	72	73	72	72	73	68	71
<b>95</b>	69	70	70	69	68	69	67	70
<b>90</b>	67	69	68	67	67	68	67	68
<b>80</b>	66	67	66	66	65	66	65	65
<b>70</b>	64	66	65	64	64	64	64	64
<b>60</b>	63	65	64	63	63	63	63	62
<b>50</b>	62	64	63	63	62	62	62	62
<b>40</b>	62	63	62	62	61	61	61	60
<b>30</b>	61	62	61	61	60	60	60	59
<b>20</b>	60	61	60	60	59	58	59	58
<b>10</b>	58	60	59	58	57	56	57	56
<b>5</b>	56	58	57	56	56	55	55	55
<b>1</b>	54	56	54	53	53	53	54	53

Tabla No. 17, Muestra los percentiles del alcance a la punta de la mano según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 9**

Percentil	19 a 61 Años	19 a 25 Años	26 a 31 Años	32 a 37 Años	38 a 43 Años	44 a 49 Años	50 a 55 Años	56 a 61 Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	93	93	95	93	91	92	89	93
<b>95</b>	89	89	90	89	89	88	88	90
<b>90</b>	87	88	89	87	86	86	86	88
<b>80</b>	84	86	85	84	84	84	84	83
<b>70</b>	83	84	83	83	83	82	81	82
<b>60</b>	81	82	82	81	81	80	80	80
<b>50</b>	80	81	80	80	80	79	79	69
<b>40</b>	79	80	79	79	79	78	78	77
<b>30</b>	78	79	78	78	77	76	77	76
<b>20</b>	77	78	77	77	76	75	76	75
<b>10</b>	75	76	76	75	74	74	74	73
<b>5</b>	73	74	74	73	73	72	72	73
<b>1</b>	71	71	71	70	71	70	71	72

Tabla No. 18, Muestra los percentiles del alcance a la punta de la mano extendida con el tronco y cintura flexionadas, según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 10**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	108	106	108	108	107	111	106	110
<b>95</b>	104	104	105	103	104	103	102	105
<b>90</b>	102	102	103	102	101	101	101	102
<b>80</b>	100	101	101	100	99	99	99	99
<b>70</b>	99	99	99	98	98	98	97	97
<b>60</b>	97	99	98	97	97	97	96	95
<b>50</b>	96	98	97	96	96	96	95	95
<b>40</b>	95	96	96	95	95	93	94	93
<b>30</b>	94	95	95	94	94	92	93	91
<b>20</b>	92	93	93	92	92	91	91	90
<b>10</b>	90	91	91	90	89	89	89	89
<b>5</b>	88	88	88	88	87	87	87	88
<b>1</b>	83	83	83	82	82	83	86	86

Tabla No. 19. Muestra los percentiles del piso a la cintura según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

**Punto de medición No. 11**

Percentil	19 a 61	19 a 25	26 a 31	32 a 37	38 a 43	44 a 49	50 a 55	56 a 61
	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm	Cm
<b>99</b>	56	55	56	55	62	55	56	52
<b>95</b>	52	52	53	52	53	53	54	50
<b>90</b>	51	50	51	50	51	51	51	50
<b>80</b>	49	49	49	49	49	50	49	49
<b>70</b>	48	48	48	48	48	48	48	47
<b>60</b>	47	47	47	47	47	48	47	46
<b>50</b>	46	46	46	46	46	47	46	46
<b>40</b>	45	45	45	45	46	46	45	45
<b>30</b>	45	45	45	45	45	45	44	44
<b>20</b>	44	44	44	44	44	44	43	44
<b>10</b>	43	43	43	43	43	43	42	42
<b>5</b>	42	41	42	42	42	41	41	40
<b>1</b>	39	40	39	40	40	40	40	38

Tabla No. 20. Muestra los percentiles de la distancia entre hombros parte exterior según la edad del personal sindicalizado de la planta de ensamble XXX de acuerdo a las muestras tomadas.

5. 6. 2. Rango de distancias en las que los operarios trabajan en cada línea de ensamble.-

Debido a que, como se mencionó anteriormente, las instalaciones en una planta de ensamble “vieja” permanecen fijas hasta en tanto no se justifique mediante algún proyecto importante que permita realizar grandes financiamientos para modificarlas, los trabajadores se tienen que adaptar a las condiciones de trabajo mediante facilidades “hechizas” o movimientos y flexiones excesivos por no contar con la estatura o las condiciones físicas acordes con el tipo de proceso de fabricación que se está llevando a cabo en cada línea de ensamble. A continuación se presentan los rangos de distancias en las que los operarios trabajan en cada línea de ensamble, cabe hacer notar que cada línea de posee características específicas que son determinadas por el tipo de proceso de fabricación o de ensamble en los vehículos que se están construyendo.

Por lo anterior, a continuación se presentan, mediante una tabla, las distintas alturas que presentan las instalaciones ó las facilidades en las líneas de ensamble por las que pasa un vehículo durante su proceso de fabricación en una planta de ensamble.

Se consideraron las estaciones de trabajo y las operaciones más significativas de cada departamento ó línea de ensamble.

Línea	Área Específica	Modelo	Sección		Rango de Distancias		Tipo de Alcance		Observaciones
			Delant.	Tras.	Mín. (cm)	Máx. (cm)	Vertical	Horizontal	
Carrocerías	Pisos	Todas	x	x	88	106	x		
	Punteadoras Pisos	Todas	x	x	128	140	x		Se utilizan punteadoras manuales
	Punteadoras Pisos	Todas	x	x	100	120		x	- - -
	Costados	Todas	x	x	50	190	x		Bancos de trabajo fijos
	Punteadoras Cost.	Todas	x	x	140	190	x		Se utilizan punteadoras manuales
	Estribos en fosa	Todas	x	x	157	157	x		Se trabaja en fosa para facilitar el punteo
	Punteadoras en fosa	Todas	x	x	180	189	x		- - -
	Toldo exterior	Todas	x	x	120	120	x		Se utilizan punteadoras manuales
	Punteadora ptoldo	Todas	x	x	160	160	x		- - -
	Repuniteo cristal tras.	Todas	x	x	108	153	x		- - -
	Punteadora repuniteo	Todas	x	x	150	177	x		- - -
	Ceja parabrisas	Todas	x		95	142	x		- - -
	Compartimento puerta	Todas	x	x	61	197	x		Se trabaja en cejas y bisagras de puerta
	Soldadura en piso	Todas	x		70	170	x		Se trabaja con soldadura tipo flux cored
	Ensamble puertas	Todas	x		75	110	x		Se montan las puertas manualmente
	Ensamble de frente	Todas		x	46	120	x		Se montan sapecaderas y yugo de radiador
Montaje de cofre	Todas		x	130	153	x		Se monta el cofre manualmente	
Acabado metálico	Todas	x	x	60	192	x		Se realiza hojalatería en la cabina	

Tabla No. 21, Muestra los rangos de distancias y alturas las estaciones de trabajo en el departamento de Carrocerías en las cuáles los operarios se tienen que adaptar para desarrollar su trabajo.

Línea	Área Específica	Modelo	Sección		Rango de Distancias		Tipo de Alcance		Observaciones
			Delant.	Tras.	Mín. (cm)	Máx. (cm)	Vertical	Horizontal	
Pintura	Car wash/Prelimpieza	Todas	x	x	60	192	x		Limpeza en costados
	Car wash/Prelimpieza	Todas	x	x	10	70		x	Limpeza en cofre y todo
	Sellado de uniones	Todas	x	x	61	193	x		Sellado aberturas de costados
	Sellado de uniones	Todas	x	x	10	100		x	Sellado de aberturas en pisos
	Limpeza con solvente	Todas	x	x	55	193	x		Limpeza de costados
	Limpeza con solvente	Todas	x	x	0	110		x	Limpeza de cofre
	Limpeza con solvente	Todas	x	x	0	105		x	Limpeza en todo desde una plataforma
	Aplicación Primer	Todas	x	x	60	134	x		Aplicación en cavidades
	Aplicación Primer	Todas	x	x	55	192	x		Aplicación en el interior de la cabina
	Lijado/reparaciones	Todas	x	x	45	175	x		Reparaciones en costados
	Lijado/reparaciones	Todas	x	x	0	110		x	Reparaciones en toldos
Reparaciones	Todas	x	x	90	163	x		Reparaciones en toldos y cofres	
Vestidura	Comp. Motor	4x2	x	x	118	118	x		Altura del piso a la parte sup. De la salp.
		4x4	x	x	118	118	x		Altura del piso a la parte sup. De la salp.
	Interior cabina	4x2	x	x	128	128	x		Altura del piso al toldo en la cabina
		4x4	x	x	128	128	x		" " " " " "
	Cristales puerta	4x2	x		140	190	x		Altura del piso al cristal de puerta
		4x4	x		140	190	x		" " " " " "
	Parabrisas	Todas	x	x	174	225	x		Se usa una plataforma de 40 cm
	Siens. Cofre	Todas	x	x	127	170	x		Se suben sobre carrito transportador
	Int. comp. Motor	Todas		x	47	78	x		Por el interior del compartimento motor
	Puertas	Todas	x	x	65	128	x		Por el interior de las puertas
	Cristales tras.	Todas	x	x	141	185	x		Cristales traseros ó medación
Comp. Motor	Todas		x	30	90		x	Rodada sencilla y rodada doble	
Fosa vestidura	Todas	x	x	123	167	x		Apartir del piso de la fosa de vestidura	
Chasis	Chasis 1	4x2	x		90	136	x		Las alturas varían de acuerdo al modelo
		4x2		x	100	115	x		" " " " " "
		4x4	x		57	148	x		" " " " " "
		4x4		x	100	113	x		" " " " " "
	Chasis 2	4x2	x		112	147	x		Las alturas dependen del tipo de ojos
		4x2		x	94	167	x		" " " " " "
		4x4	x		111	152	x		" " " " " "
		4x4		x	95	148	x		" " " " " "
	Chasis 3	4x2	x		70	99	x		Las alturas varían de acuerdo al modelo
		4x2		x	61	109	x		" " " " " "
		4x4	x		70	107	x		" " " " " "
		4x4		x	60	110	x		" " " " " "
	Chasis 4	Diesel	x	x	53	134	x		Línea de vestido de motores
		Gasolina	x	x	86	143	x		" " " " " "
	Chasis 5	4x2	x	x	53	115	x		Las alturas varían de acuerdo al modelo
4x4		x	x	52	111	x		" " " " " "	
Línea Final	Transportador	4x2	x		104	106	x		Rodada sencilla
		4x2	x		107	122	x		Rodada doble
		4x2		x	110	113	x		Rodada sencilla
		4x2		x	114	128	x		Rodada doble
		4x4	x		115	115	x		Rodada sencilla
		4x4	x		116	118	x		Rodada doble
		4x4		x	124	124	x		Rodada sencilla
	Fosa	4x4		x	125	125	x		Rodada doble
		4x2	x	x	194	198	x		Rodada sencilla
		4x2	x	x	210	215	x		Rodada doble
		4x4	x	x	211	211	x		Rodada sencilla
		4x4	x	x	211	211	x		Rodada doble
	Comp. Motor	4x2		x	30	90		x	Rodada sencilla y rodada doble
		4x4		x	30	90		x	Rodada sencilla y rodada doble

Tabla No. 22, Muestra los rangos de distancias y alturas de las estaciones de trabajo en los departamentos de Pintura, Vestidura, Chasis y Ensamble Final en las cuáles los operarios se tienen que adaptar para desarrollar su trabajo.



### 5. 6. 3. Análisis de resultados.-

Tomando en cuenta los resultados obtenidos producto del estudio antropométrico y de la revisión de las instalaciones de una planta de ensamble se consideran los siguientes análisis:

- La mayor frecuencia de estaturas tomando en cuenta a la población total de trabajadores de la planta se encuentra entre los 166 y 168 cm. Siendo el departamento de almacenes y manejo de materiales el área que cuenta con mayor dispersión de estaturas.
- El peso representativo del personal sindicalizado de ésta planta ubicada en la Ciudad de México con edades que fluctúan de los 19 a los 61 años se encuentra dentro del rango de 70 a los 85 Kg.
- La altura representativa del piso a los ojos se encuentra entre los valores de 153 a los 161 cm.
- El alcance lateral correspondiente al punto de medición No. 3 de la figura 7 en la página No. 58 se encuentra dentro del rango representativo de 60 a 68 cm.
- El alcance vertical representativo del piso a los nudillos de la mano con el brazo extendido se encuentran entre los 197 y los 211 cm, existiendo casos especiales de hasta 239 cm considerados como casos contados y peculiares.
- La altura representativa del piso a los nudillos de la mano en posición vertical está comprendido de los 71 a los 76 cm.
- La altura representativa del personal obrero del piso al hombro se ubica dentro del rango de los 137 a los 144 cm.
- La altura representativa del piso al codo se encuentra dentro del rango de los 93 a los 99 cm, ésta distancia es muy importante debido a que si se cargan las herramientas procurando que ésta altura sea considerada como máxima las condiciones de trabajo tendrán una mejora considerable.
- El alcance representativo en horizontal sin flexionar la cintura del personal sindicalizado se encuentra comprendido entre los 62 y 66 cm, logrando un alcance de hasta 100 cm cuando la cintura es flexionada.
- El alcance representativo en horizontal cuando el tronco es flexionado se encuentra dentro del rango de los 77 a los 84 cm.
- La altura representativa del piso a la cintura del personal obrero se encuentra dentro del rango de los 93 a los 98 cm, esta distancia también resulta ser muy importante debido a que si se toma en cuenta para la construcción de facilidades se pueden disminuir los esfuerzos al desempeñar el trabajo en al menos las líneas de vestidura chasis y ensamble final de la planta de ensamble XXX.

- La distancia representativa entre hombros por la parte exterior se encuentra comprendida dentro del rango de los 45 a los 50 cm, siendo la aplicación probable de ésta distancia para fines de compra de uniformes.
- Debido a las características de trabajo que cada línea de ensamble tiene, se presentan condiciones no sólo de diferentes alturas y alcances sino ambientales por ejemplo podríamos citar las siguientes condiciones de trabajo características de acuerdo a la línea de ensamble:
  - ❖ Carrocerías, diferentes alturas y alcances con flexiones de tronco en prácticamente todas las estaciones en donde se puntea manualmente, mucho esfuerzo físico, y un medio ambiente con calor, chisporroteo, humos y gases producto de las fusiones de metales al realizar las soldaduras por punto y con flux cored. El trabajador utiliza equipo de seguridad para evitar quemaduras como caretas, protecciones para la cabeza, mascarillas contra vapores orgánicos y protecciones de carnaza en tronco, brazos y piernas.
  - ❖ Pintura, diferentes alturas y alcances con flexiones de torso, con calor excesivo debido a los hornos para el curado de las pinturas y primers y vapores orgánicos constantes en el medio ambiente debido al trabajo estrecho con solventes.
  - ❖ Vestidura y chasis, diferentes alturas y alcances debido a que principalmente se trabaja en el interior de la cabina y el compartimento de motor así como en el chasis del vehículo, cuyo medio ambiente está influenciado principalmente por el exterior de la planta.
  - ❖ Ensamble final, diferentes alturas y alcances debido al tipo de vehículo que se fabrica de acuerdo a la mezcla que determina el programa de producción y al tipo de trabajo que se realiza en la fosa cuyo medio ambiente crea una sensación de aislamiento claustrofóbica y poca iluminación, el medio ambiente fuera de la fosa presenta cierta cantidad de humos y monóxido de carbono por las emisiones de gases al encender los vehículos en determinadas estaciones de trabajo, además, se realizan dependiendo de la operación, diferentes niveles de esfuerzo producto de los distintos grados de flexión y estiramientos de acuerdo a la sección del vehículo en donde se trabaja.
- Al hacer una revisión de las condiciones en cuanto a distancias y alturas en las que están las facilidades instaladas de la planta, se puede concluir lo siguiente:
  - ❖ Carrocerías
    - Sección pisos, ubicar las punteadoras a una altura de 108 cm a partir del piso.
    - Sección costados, ubicar las punteadoras en rango de alturas de 145 a 190 cm a partir del piso.

- Fosa repunteo estribos, ubicar las punteadoras a una altura de 160 a 170 cm a partir del piso
  - Repunteo compartimento puerta, cristal trasero ó medallón y parabrisas, ubicar las punteadoras a en un rango de alturas de 160 a 185 cm a partir del piso.
  - Para la sección de subensamble de pisos, costados y repunteo ubicar a personal con estaturas ubicadas entre 166 y 172 cm. En fosa de repunteo personas cuya estatura esté entre 170 y 175 cm.
  - Sección línea de ensamble de puertas, frentes y acabado metálico, ubicar a personas con estaturas entre 165 y 175 cm.
- ❖ Pintura
- Sección prelimpieza, ubicar personas con una estatura entre 165 y 175 cm así como realizar una mejor distribución de personal de acuerdo al proceso y a la sección de limpieza en la cabina.
  - Sección sellado y limpieza con solvente, ubicar a personas con estaturas entre 167 y 177 cm a partir del piso
  - Aplicación de primer y pintura en interiores de cabina, ubicar a personas entre 165 y 175 cm a partir del piso
  - Sección lijado y reparaciones, ubicar a personas con estaturas entre 160 y 170 cm y fabricar plataforma con alturas de 15 cm.
- ❖ Vestidura
- Vestido exterior de la cabina y compartimento de motor, fabricar plataformas a todo lo largo de la línea con una altura de 20 cm para incrementar el alcance y facilitar la operación del 80% del personal obrero de la planta, con ésto, prácticamente cualquier persona podría trabajar en ésta línea de ensamble.
  - Vestido interior de la cabina, ubicar a personas con estaturas comprendidas entre 155 y 160 cm a partir del piso.
- ❖ Chasis
- Sección Chasis uno, ubicar personas con estaturas entre 168 y 170 cm, ó fabricar y ubicar plataformas con altura de 10 cm para que cualquier persona pueda trabajar en ésta sección.
  - Sección Chasis dos, ubicar a personas con estaturas entre 168 y 170 cm a partir del piso.
  - Sección Chasis tres y cinco, ubicar a personas con estaturas entre 165 y 175 cm a partir del piso.

- Sección chasis cuatro o vestido de motores, ubicar a personas con estaturas entre 160 y 166 cm, o construir una fosa en estaciones específicas de la línea de motores con una profundidad de 15 cm para facilitar las operaciones principalmente de ensamble de marchas y apriete de soportes de motor y transmisiones.
- ❖ Ensamble ó línea final
  - Sección fosa, ubicar a personas con que estén en el rango de estaturas entre 180 y 185 cm ó fabricar plataformas a todo lo largo de la fosa con una altura de 20 cm, en esta parte trabajan 7 operarios por turno por lo que se requerirán 14 personas más un pool ó reemplazos de 2 personas por turno para un total de 18 personas con éstas características físicas.
  - Sección exterior, fabricar y ubicar plataforma a todo lo largo del transportador con una altura de 25 cm a partir del piso para que cualquier persona pueda trabajar en ésta sección.

## Conclusiones y Recomendaciones.-

1. Este trabajo de tesis tiene relación directa con las condiciones físicas del personal sindicalizado en una planta de ensamble ubicada en la República Mexicana, por lo tanto toma en cuenta y le dá reconocimiento y valor a la mano de obra del trabajador mexicano, el cuál, desde nuestro punto de vista bien sustentado a través de la experiencia que dan 13 años de trabajo en la industria automotriz, se considera como la mejor mano de obra del mundo debido a su compromiso orgullo, iniciativa, solidaridad e inteligencia al desarrollar su trabajo.
2. Debido a que el mayor número de frecuencias en estaturas se encuentra entre los 166 y 168 cm, se puede considerar la fabricación de facilidades, dispositivos y equipos considerando la estatura mencionada, de ésta manera se tomaría en cuenta a la mayor cantidad de la población de trabajadores con ésta características. Realmente éste dato representa la estatura promedio no sólo de una planta de ensamble sino que me atrevería a decir de prácticamente de la zona geográfica comprendida del centro sur y sureste de la República Mexicana.
3. Se pueden considerar como representativos a los valores que caen entre un 40 y un 70 por ciento del total de la población.
4. De acuerdo a la información de los pesos en Kg se puede concluir que del total de la población sólo un 30% se encuentra dentro de su peso normal, un 51% se encuentra con sobrepeso y un 15% presenta obesidad. Esta información es un reflejo de la población en ésta parte de la República Mexicana debido al stress y a los hábitos alimenticios.
5. Considerando que el alcance lateral cuándo el cuerpo se encuentra de frente y sin flexionar el tronco se ubica dentro el rango de 60 a los 68 cm , se pueden ubicar herramientas a éstas distancias +- 30 cm debido a la posibilidad de flexionar el tronco ó la cintura para lograr mayor alcance lateral.
6. Es recomendable no ubicar dispositivos ó herramientas a una altura no mayor de 211 cm debido a que la mayoría del personal obrero no la alcanzaría ó incurriría en esfuerzos ó estiramientos excesivos.
7. Para evitar flexiones, también es recomendable no ubicar dispositivos o heramientas a una altura no menor de 71 cm.
8. De acuerdo a los análisis realizados la altura en donde se presentan la menor cantidad de esfuerzos, al realizar la carga de una herramienta neumática, es decir aquella en la que no se realizan flexiones ni estiramientos, es aquella que esta comprendida apartir de la cintura y hasta la zona del pecho en alcance vertical y de cero (siendo cero el punto cuándo los antebrazos se

- encuentran pegados al tronco ó al cuerpo) a la distancia que dé el antebrazo extendido en alcance horizontal, mientras que las cargas vallan más allá de éstas distancias los esfuerzos tenderán a incrementarse dando como resultado tanto reacciones de incomodidad y disgusto como de fatiga ó cansancio del trabajador durante y al finalizar el turno de trabajo.
9. Los alcances en horizontal del personal sindicalizado se incrementan notablemente cuándo la cintura se flexiona, es decir, se pueden lograr hasta 35 cm adicionales de alcance cuándo la operación permite que la cintura se flexione, por lo que es recomendable que a las líneas de trabajo se adapten facilidades (plataformas ó bancos) que permitan flexionar la cintura para mejorar las condiciones de trabajo sobre todo en las estaciones en donde se trabaje por el lado del compartimento de motor y también considerando que las alturas de las cabinas por el lado de las salpicaderas tienen alturas hasta de 125 cm agregando en vertical distancias hasta de 90 cm.
  10. La aplicación de la distancia entre hombros exteriores básicamente es para compra de uniformes.
  11. Se hace indispensable para lograr mejores respuestas y reacciones por parte del trabajador durante su jornada laboral, que sea ubicado en estaciones de trabajo que vayan acorde a las condiciones físicas establecidas por el estudio producto de ésta tesis y que el departamento de recursos humanos establezca dentro de su plan de trabajo el reclutar y seleccionar personal con éstas características dependiendo del departamento que lo solicite, con ésto, los niveles de estandarización, calidad, productividad y principalmente moral del trabajador se incrementarán notablemente.
  12. La ergonomía como disciplina que se relaciona principalmente con el aspecto humano al estudiar las reacciones de la gente no sólo durante la jornada laboral sino en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana ha tenido una gran aceptación en México. Desgraciadamente su aplicación a nivel nacional ha sido poco difundido principalmente porque su desarrollo no se ha planeado de manera que se establezca como un plan de estudios bien estructurado en carreras como Ingeniería Industrial ó Mecánica. En este campo se tiene un potencial enorme no sólo a nivel industrial sino en todos los niveles de la vida nacional debido al entusiasmo y a la inquietud que durante todo el desarrollo de este proyecto mostró toda la gente que participó en el mismo. Considero que vale la pena descubrir y explotar este deseo que tiene la gente por conocer aspectos que la ergonomía puede mostrar y sobre todo adaptarlos al medio ambiente e idiosincracia que tiene la gente en este gran país nuestro, México.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## Bibliografía.-

Pedro R. Mondelo/Enrique Gregori Torada/Pedro Barrau Bombardo, Ergonomía 1; Fundamentos, Tercera Edición Febrero 2000, Editorial Alfaomega, México.

Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori, Juan Blasco, Pedro Barrau, Ergonomía 3; Diseño de Puestos de Trabajo, Segunda Edición Enero 2001, Editorial Alfaomega, México.

Maurice Montmollin, Introducción a la Ergonomía, 3a Reimpresión 1999, Editorial Limusa.

Oborne, Ergonomía en Acción: La adaptación del medio de trabajo al hombre, Segunda Edición 1990, Editorial Trillas, S.A., México.

Julius Panero/Martín Zelnik, Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Octava Edición 1998, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona España.

Warr Peter, Ergonomía Aplicada, 1a. Edición Marzo de 1993, Editorial Trillas.