

*"CARTAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA
POBLACIÓN LABORAL DE LA REPUBLICA
MEXICANA"*

RESUMEN

El objetivo primordial de este trabajo es proponer la elaboración de la *Cartas Antropométricas de la Población Laboral de la República Mexicana...*

Actualmente estas cartas no existen en nuestro país, la cual es de suma importancia debido a que esta es la herramienta mas utilizada por el diseñador, sin la cual únicamente estaremos copiando diseños de otros países cuya población tiene características físicas diferentes a las nuestras. Otro de los usos de esta carta es el diseño de estaciones de trabajo, lo cual es fundamental si estamos interesados en que nuestra planta laboral sea considerada como “Manufactura Clase Mundial”.

Para lograr este objetivo, es necesario hacer un muestreo a una gran cantidad de personas, lo cual no es fácil, barato o rápido. Para minimizar estos factores, proponemos que el muestreo sea realizado por los ingenieros industriales de cada uno de los Institutos Tecnológicos integran el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos y que ofrezcan la carrera de Ingeniería Industrial, con lo cual obtendríamos una muestra representativa de todos los trabajadores, de una forma rápida y económica.

Será necesario capacitar a dos personas (hombre y mujer) de cada Instituto participante, los cuales deberán contar con el equipo necesario (antropómetro, silla para mediciones, cinta métrica, programa de computadora y formatos)

Una vez que se tengan las observaciones, se les dará el tratamiento estadístico correspondiente para determinar las Cartas Antropométricas, así como las comparaciones con otras poblaciones.

OBJETIVOS

En el presente trabajo se plantea dos objetivos generales y varios objetivos particulares, los cuales presentamos a continuación:

OBJETIVOS GENERALES

- a) Elaborar la Carta Antropométrica para la población de México
- b) Que este trabajo sirva de base para el desarrollo de futuras investigaciones.

OBJETIVOS PARTICULARES

Elaborar Cartas Antropométricas para los diferentes grupos de población, como son:

- a) Por rangos de edad (5)
- b) Por sexo (2)
- c) Por lugar de origen (6)

ANTECEDENTES

De los recursos con que cuenta la sociedad, el hombre es el más valioso, debido a que éste es el motor que la hace avanzar social, económica, política y tecnológicamente y la medida de este avance está dada por las capacidades y limitaciones de los miembros que la componen.

Pero desafortunadamente vemos que a este recurso tan importante, la sociedad no le da la atención que merece y esto lo observamos en circunstancias tan cotidianas como es el transporte público, seguridad vial o el lugar de trabajo. Las estadísticas muestran que el 27% de los accidentes suceden en el tránsito o camino al trabajo y el 8% en escuelas y lugares públicos, lo cual demuestra la afirmación hecha al principio de este párrafo.

El hombre, por otra parte, en todas sus actividades ha necesitado y seguirá necesitando ayudas físicas tales como unas pinzas o un martillo en el taller, una máquina de escribir en la oficina, una sartén en la cocina o una escalera y su pasamanos en un edificio.

La finalidad de estas ayudas físicas es reducir la fatiga de las personas que las utilizan y de esta manera mejorar el producto sobre el que están trabajando o producirlo más rápidamente; esta idea no es nueva, va de la mano con el avance de la humanidad.

Este avance científico y tecnológico ha permitido diseñar y producir ayudas físicas (equipo y maquinaria) casi perfectas, tomando en consideración la base de que para lograr una mayor productividad, las ayudas físicas deben eliminar las fuentes de los riesgos de accidentes, además el diseño debe tomar en cuenta las características físicas, limitaciones y capacidades, de las personas que las van a usar, adaptando las ayudas físicas al usuario y debiendo evitar los esfuerzos innecesarios, haciendo el trabajo más rápido, fácil y seguro, puesto que somos más productivos estando a gusto en nuestro trabajo.

La adaptación de las ayudas físicas al usuario o trabajador no debe circunscribirse únicamente al operador, sino a toda persona que vaya a laborar con ellas, tal es el caso del personal de mantenimiento. Cualquier parte interna de las ayudas físicas debe ser accesible y proporcionar el espacio necesario para poder efectuar cualquier tipo de reparación.

En México el trabajador aun se tiene que adaptar a las ayudas físicas, a mi juicio, principalmente por tres circunstancias:

- a) .- La gran cantidad de equipo y maquinaria que se importa de otros países altamente industrializados, los cuales no fueron diseñados para ser operados por la población mexicana.
- b) .- Los productores nacionales no diseñan sus productos para el usuario del mismo, sino que se basan, erróneamente, en diseños anteriores o importados de otros países.
- c) .- No se conocen las características físicas (Cartas Antropométricas) de la población mexicana, o posiblemente no se han difundido.

Como ejemplos de los puntos anteriores podemos decir que las importaciones, durante el periodo comprendido de 1970 a 1978 por concepto de bienes de consumo, de producción y de inversión, fue de \$17,638 millones de Dólares, correspondiendo a bienes de inversión el 81.77% del total. En un estudio efectuado en el Centro de Graduados de este Instituto, en 1986, se determinó que los pupitres utilizados por los alumnos no son los adecuados y, además, es necesario utilizar una tarima en las aulas con la finalidad de que los alumnos tengan una mejor visión del pizarrón.

Los expertos en diseño afirman que una ayuda física diseñada para una población específica, no es óptima para cualquier otra; esto parece lógico, pero, no es posible en nuestro país, ratificar o rectificar esta afirmación debido a que desconocemos las Cartas Antropométricas Mexicanas.

Al efectuar una búsqueda bibliográfica de las Cartas Antropométricas Mexicanas, se encontró muy poca información al respecto y demasiado regionalizada, de la cual se da una breve descripción enseguida:

- a) .- "Datos antropométricos de la población en Yucatán". Estudio realizado por George Dee Williams en 1927 y publicado en 1931 por el Bureau of International Research of Harvard University and Radcliffe College bajo el título "Maya-Spanish Crosses in Yucatán"

- b) .- "Medidas antropométricas de algunas poblaciones seleccionadas en el mundo". Ponencia presentada por Robert M. White durante el Simposium Internacional de Ingeniería de Factores Humanos en 1972. Esta ponencia presenta las medidas antropométricas de las Fuerzas Aéreas de 18 países latinoamericanos en conjunto, pero no da la referencia de la fuente de información.
- c) .- "Datos antropométricos de la población de Ciudad Juárez". Estudio realizado en 1986 y 1987 por el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Este estudio presenta 50 datos Antropométricos de 987 observaciones tomados de la población adulta y principalmente de la Industria Maquiladora.
- d) .- "Estudio de Ergonomía estática en una empresa textil mexicana". Trabajo publicado en la revista Condiciones de Trabajo en 1979.

JUSTIFICACIÓN

El principal uso que se les da a las Cartas Antropométricas es el diseño, desde una herramienta como pudieran ser unas pinzas, hasta un gran tablero de control, pasando por la ropa, ya sea de trabajo, deportiva o de la que usamos todos los días, muebles de oficina, talleres o los de nuestra propia casa y por supuesto los asientos de los vehículos en los que viajamos o el tablero del mismo.

Como puede apreciarse, el ámbito del diseño es enorme y para lograr óptimos resultados es necesario tener en cuenta al usuario del producto, lo cual hace indispensable a las Cartas Antropométricas como una herramienta mas en el trabajo del diseñador.

Desafortunadamente, como se mencionó anteriormente, no contamos en México con las Cartas Antropométricas y su obtención resulta demasiado costosa en tiempo y dinero.

La adopción de las Cartas Antropométricas por parte del sector industrial traería muchos beneficios y sería un factor de optimización en los métodos y procesos industriales, además de ajustar las estaciones de trabajo a las características físicas de los obreros mexicanos.

Todo lo anterior redundaría en una mayor productividad, lo cual nos conduce a ser más competitivos en los mercados internacionales, lo cual es muy importante para nuestro país en estos momentos que estamos inmersos en una economía global.

METODOLOGÍA

Como se dijo anteriormente, la elaboración de las Cartas Antropométricas es un proceso que toma demasiado tiempo, además de ser muy costoso este tipo de estudios. En esta parte del trabajo, se describirá la forma en que se tomarán las medidas, la codificación de las medidas, además de la técnica de medición.

Posición del sujeto: La mayoría de las medidas son hechas con el sujeto en una de las dos posiciones siguientes: parado erecto o sentado erecto. Únicamente, después de haber tomado las medidas en una de estas dos posiciones, se tomarán otras mediciones. Las dos posiciones básicas son:

1. Parado erecto. El sujeto permanece parado erecto, viendo hacia el frente, con los tobillos juntos, el peso distribuido equitativamente en ambos pies y con sus brazos colgando naturalmente a sus lados.
2. Sentado erecto. El sujeto permanece sentado erecto, con la vista hacia el frente, los brazos colgando relajadamente, antebrazos y manos extendidos hacia adelante, los muslos horizontales, y los pies descansando en una superficie ajustada de manera que las rodillas estén flexionadas en un ángulo de 90 grados.

Lado del cuerpo. Todas las medidas de un lado, fueron hechas del lado derecho del cuerpo.

En las Tablas 1, 2 y 3 se presenta la codificación utilizada, su descripción y la posición del sujeto. Esta codificación fue tomada del estudio realizado por la NASA.

Técnica de medición. Tradicionalmente las mediciones antropométricas se han efectuado en personal militar, el cual estaba descalzo y semidesnudo. En

nuestro caso, por el contrario, se contará con la colaboración de trabajadores de la Industria Maquiladora, a los cuales se les pedirá que se desvistan y se quiten los zapatos

Los Datos. Los datos se dividirán, para poder cumplir con nuestros objetivos, por sexo, por grupos de edad y por región geográfica de nacimiento, de la siguiente manera:

Por Sexo

Mujeres

Hombres

Por Edad

de 15 a 20 años

de 21 a 30 años

de 31 a 40 años

de 41 a 50 años

y de 51 años en adelante

Por lugar de nacimiento. Se estratificó la República Mexicana de la siguiente forma:

Zona Norte: Comprende los Estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Zacatecas.

Zona Centro: Con los Estados de Aguascalientes, México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí', además del Distrito Federal.

Zona Pacífico Norte: Los Estados de Baja California Norte, Sonora, Sinaloa y Nayarit.

Zona Pacífico Centro: Comprende los Estados de Jalisco, Michoacán y Colima.

Zona Pacífico Sur: Con los Estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Zona Golfo: Comprende los Estados de Tamaulipas y Veracruz.

Se establecieron las diferentes Zonas, arbitrariamente, siguiendo el criterio de su cercanía geográfica.

Una vez obtenidos los datos, se les tratará estadísticamente por medio del Análisis de Varianza para poder comparar cada uno de los grupos, así como a la población de México con otras poblaciones. Las hipótesis de la igualdad de medias son verificadas usando el estadístico F. A continuación se presenta el cuadro de Análisis de Varianza para el modelo con sus respectivas formulas.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	F _o
trat.	SS _t	a-1	MS _t	MS _t /MS _E
Error	SS _E	N-a-1	MS _E	
Total	SS _T	N-1		

Donde :

a = numero de grupos (tratamientos)

N = total de observaciones

n = Total de observaciones en el grupo

Y_{ij} = Es la j-ésima observación' del i-ésimo grupo (tratamiento)

SS_t = Es la suma de cuadrados de los tratamientos y se calcula como

$$\sum_{i=1}^a \left(\frac{y_{i.}^2}{n} \right) - \left(\frac{Y_{..}^2}{N} \right)$$

SS_T = Es la suma de cuadrados totales y se calcula como:

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \left(\frac{Y^2}{N} \right)$$

SS_E = Es la suma de cuadrados del error y se calcula como:

$$= SS_T - SS_t$$

MS_t = Es el cuadrado medio de los tratamientos y se calcula dividiendo SS_t con sus grados de libertad

MS_E = Es el cuadrado medio del error y se calcula dividiendo SS_E con sus grados de libertad.

En el Análisis de Varianza, se rechaza la hipótesis nula si:

$$F_0 > F$$

donde F tiene una distribución de probabilidad F con a-1 y N-a-1 grados de libertad.

En el Análisis de Varianza se emplearon las hipótesis:

$$H_0 : u_1 = u_2 = \dots = u_a$$

$$H_1 : u_i \neq u_j \text{ para al menos una } i, j$$

Cabe hacer la aclaración, de que en todos los Análisis se tomará la estatura como variable de respuesta, y se usará un nivel de significancia del 5%, y en los casos en que la hipótesis nula se rechace, se utilizará el método de Diferencia Mínima Significativa para comparar las medias de los a tratamientos. Se declarará que existe una diferencia significativa entre dos tratamientos cuando:

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > LSD$$

donde:

$$LSD = t_{(a/2, N-a)} \{MSE[(1/N_i) + (1/N_j)]\}^{0.5}$$

donde t tiene una distribución t con N-a grados de libertad.

TABLA 1**MEDICIONES EFECTUADAS CON EL SUJETO PARADO ERECTO**

CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
920	PESO
805	ESTATURA
328	ALTURA AL OJO
23	ALTURA AL HOMBRO
309	ALTURA AL CODO
949	ALTURA A LA CINTURA
398	ALTURA AL GLÚTEO
973	ALTURA A LA MUÑECA
265	ALTURA AL DEDO MEDIO EN POSICIÓN NORMAL
122	ANCHO DE HOMBROS
223	ANCHO DE PECHO
457	ANCHO DE CADERA
32	LARGO DEL BRAZO EN POSICIÓN NORMAL

TABLA 2**MEDICIONES EFECTUADAS CON EL SUJETO SENTADO ERECTO**

CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
507	ANCHO DE LA ESPALDA CON LOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA EL FRENTE
459	ANCHO DE LA CADERA
859	ANCHO DE LOS MUSLOS CON LAS RODILLAS JUNTAS
758	ALTURA DEL ASIENTO A LA CABEZA
312	ALTURA DEL ASIENTO AL CODO A 90 GRADOS
856	ALTURA AL MUSLO
381	LONGITUD DEL CODO A 90 GRADOS AL DEDO MEDIO
2FGM	ALTURA DE LA CABEZA AL SUELO
914	ALTURA DEL ASIENTO AL DEDO MEDIO CON LOS BRAZOS HACIA ARRIBA
912	ALTURA AL CENTRO DEL PUÑO, CON LOS BRAZOS HACIA ARRIBA
200	LONGITUD DE LA PARTE ANTERIOR DE LA RODILLA, AL RESPALDO DE LA SILLA
194	LONGITUD DE LA RODILLA AL RESPALDO DE LA SILLA
529	ALTURA DEL SUELO A LA RODILLA
678	ALTURA DEL SUELO A LA PARTE ANTERIOR DE LA RODILLA
330	ALTURA DEL ASIENTO A LOS OJOS
25	ALTURA DEL ASIENTO AL HOMBRO
4FGM	ALTURA DEL SUELO AL ASIENTO

TABLA 3**OTRAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SUJETO**

CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
430	CIRCUNFERENCIA DE LA CABEZA
144	DISTANCIA DE OIDO A OIDO SOBRE LA CABEZA
165	ANCHO DE LA CARA A LA ALTURA DE LAS PATILLAS
427	ANCHO DE LA CABEZA
595	ALTURA DE LA BARBILLA A LA PARTE SUPERIOR DE LA CABEZA
420	LONGITUD DE LA MANO
656	LONGITUD DE LA PALMA DE LA MANO
402	DIÁMETRO DE AGARRE
411	ANCHO DE LA PALMA DE LA MANO
797	ANCHO DE LOS BRAZOS EXTENDIDOS LATERALMENTE
798	ANCHO DE CODOS CON LAS MANOS AL CENTRO DEL PECHO
80	LARGO DEL BRAZO A 90 GRADOS CON RESPECTO A LA PARED
752	DISTANCIA DE LA PARED AL CENTRO DEL PUÑO A 90 GRADOS

ACERVO BIBLIOGRÁFICO Y DE REVISTAS

1. McCormick, Ernest y Sanders, Mark. Human Factors in Engineering and Design. United States of America. McGraw-Hill Book Company, 1982
2. Neufert, Ernest. El Arte de Proyectar en Arquitectura. Barcelona, España.: Editorial Gustavo Gil, S. A., 1977
3. México. Instituto Mexicano del Seguro Social. Lecturas en Materia de Seguridad Social. Ergonomía. México, 1982
4. México. Secretaria de Programación y Presupuesto. Información Sobre las Relaciones Económicas de México con el Exterior. 1979
5. Murrell, K. F. H. Ergonomics. London, England. Chapman & Hall, 1979
6. Cruz, Bernardo. Apuntes de Ergonomía. Ciudad Juárez, México. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, 1986
7. Konz, Stephan. Work Design. Columbus, Unites States. Grid Publishing, Inc. 1979
8. Bailey, Robert W. Human Performance Engineering. New Jersey, United States, Prentice-Hall Inc. 1982
9. Panero J. & Zelnik M. Human Dimension & Interior Space. New York, United States of America, Watson-Guptill Publications. 1979
10. Unites States of America. NASA. Anthropometric Source Book, Vol 2: A Handbook of Anthropometric Data. 1987
11. Dixon, Wilfrid J. y Massey, Frank J. Introduction Statistical Analysis. United States of America, McGraw Hill Inc. 1969
12. Montgomery, Douglas C. Design and Analysis of Experiments. New York, United States of America, John Wiley & Sons, Inc. 1984