

Capítulo 2. ANTROPOMETRÍA

2.1 Definición de antropometría

El término *antropometría*¹ se deriva de dos palabras griegas: *antropo(s)* - humano- y *métricos* -perteneiente a la medida, por esto se puede definir Antropometría como la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano. Desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial es conveniente contar con datos antropométricos confiables para el desarrollo de principios generales que permitan el diseño de estaciones y centros de trabajo que redunde en una eficiente relación hombre-máquina-entorno.

Los primeros trabajos antropométricos se hicieron en el campo de ciencias de la salud para evaluar científicamente las dimensiones normales del humano y con base en esto establecer si estaba la persona mal o bien desarrollada. Los datos dada su utilidad se amplió su aplicación para el diseño de prótesis y articulaciones, creándose un campo de conocimiento denominado Ingeniería Biomecánica en el que se combinaron aparte de lo anterior aspectos matemáticos y físicos.

Los datos antropométricos se utilizan en campos como arquitectura, diseño de ropa, productos, equipo, etc.

En la arquitectura se emplea para encontrar las relaciones adecuadas del edificio con el mobiliario y el personal que vivirá y laborará en él.

Desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial en que se busca mejorar la productividad y hacer las condiciones laborales seguras, eficientes y limpias, la antropometría reviste especial importancia por que partiendo de datos confiables, es posible

¹ Julius Panero, Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Pag. 23

realizar diseños de herramientas, máquinas, estaciones de trabajo que permitan al empleado desempeñarse sin gasto ni atrofia física anormal.

Al considerarse que la antropometría estudia las dimensiones del cuerpo humano debe tenerse en cuenta que los datos que reporta deben considerar una gama de condiciones como son el desarrollo de tejido muscular en personas que hacen deporte o mucho trabajo físico, variaciones de las dimensiones en condiciones estáticas y dinámicas, los aspectos fisiológicos del ser humano. Por todo esto tenemos que considerar el origen de la variación de las dimensiones, el tipo de datos requeridos y la presentación de los datos.

2.2 Fuentes de variabilidad antropométrica

Los datos de las dimensiones de las distintas partes del cuerpo han evolucionado con el transcurso del tiempo como consecuencia de los cambios de hábitos del ser humano. Una forma sencilla de corroborar esto consiste en ver la constitución física del deportista en los años cuarenta con el de la actualidad. En la actualidad es más alto, más musculoso, más pesado y el contenido de grasa ha disminuido por el régimen alimenticio y condiciones de ejercicio físico a que se expone. En el ambiente laboral no se es la excepción. Por ejemplo en el Japón es normal que en la actualidad el trabajador, dentro de su jornada de trabajo, suspenda sus actividades para la realización de ejercicio cuando antes no lo hacían. Datos publicados por el Japón referente a las dimensiones de estatura en los años noventa refleja una mayor que la que se tenía en los años cuarenta.

En la actualidad la variabilidad de las dimensiones del cuerpo surge por los motivos siguientes:

Edad

Sexo

Raza

Medio ambiente

Alimentación

Zona geográfica

Otra fuente de variación no mencionada es la de los bancos de datos del ciudadano promedio y el militar. Por las restricciones en la selección del personal armado, se tiene dimensiones distintas y menor variabilidad. Para esto véase Tabla 1.

Con esta información es fácil de comprender el porque se usen para fines de diseño, distintos bancos de datos antropométricos.

A manera de historia los primeros bancos de datos antropométricos que se hicieron muy populares son los que resultaron del trabajo hecho en el Departamento de Defensa de los Estados unidos de Norteamérica en la segunda guerra mundial

En consecuencia, el diseñador industrial deberá tener en cuenta las variaciones antropométricas mencionadas para usarlas como base en el diseño adecuado de estaciones de trabajo. Por ejemplo el área de trabajo típica para un nórdico (altura, ancho, largo) es diferente dimensionalmente a la del mexicano.

Muestra	Fecha	Edad*	Estatura	
			Medida	D.E.
República del Vietnam Fuerzas Armadas	1964	27.2	160.5	5.5
Tailandia Fuerzas Armadas	1964	24.0	163.4	5.3
República de Corea Ejército	1970	24.7	164.0	5.9
Fuerzas Armadas Latinoamericanas (18 países)	1967	23.1	166.4	6.1
Irán Fuerzas Armadas	1970	23.8	166.8	5.8
Japón Pilotos J.A.S.D.F.	1962	24.1	166.9	4.8
India Ejército	1969	27.0	167.5	6.0
República de Corea Pilotos R.O.K.A.F.	1961	28.0	168.7	4.6
Turquía Fuerzas Armadas	1963	24.1	169.3	5.7
Grecia Fuerzas Armadas	1963	22.9	170.5	5.9
Italia Fuerzas Armadas	1963	26.5	170.6	6.2
Francia Personal de Vuelo	1955	18-45	171.3	5.8
Ejército E.E.U.U. Desmovilización 1ª. G.M.	1921	24.9	172.0	6.7
Australia Ejército	1970	21.0	173.0	6.0
Civiles (hombres) E.E.U.U. Nat'l. Health Survey	1965	44.0	173.2	7.2
Ejército E.E.U.U. Separados 2ª. G.M.	1951	24.3	173.9	6.4
Ejército E.E.U.U. Infantería	1971	22.2	174.5	6.6
Ejército E.E.U.U. Aviadores	1971	26.2	174.6	6.3
Rep. Fed. De Alemania Tripulación tanques	1965	22.8	174.9	6.1
Fuerzas Aéreas E.E.U.U. Personal de vuelo	1954	27.9	175.5	6.2
Reino Unido Tripulación R.A.F. y R.N.	1968	28.7	177.0	6.1
Reino Unido Pilotos R.A. F.	1965	-	177.2	6.2
Fuerzas Aéreas E.E.U.U. Personal de vuelo	1972	30.0	177.3	6.2
Canadá Pilotos R.C.A.F.	1965	-	177.4	6.1
Noruega Jóvenes	1964	20.0	177.5	6.0
Bélgica Personal de vuelo	1954	17-50	179.9	5.8

Tabla 1. Estadística sobre estatura.

2.3 Fuentes de datos

Los bancos de datos disponibles de las dimensiones de la morfología humana han ido en aumento con el paso del tiempo. Para contar con datos confiables, es conveniente utilizar la fuente correcta de acuerdo al problema situacional. Generalmente los datos antropométricos disponibles son resultados de trabajos hechos por investigadores atendiendo a necesidades particulares. La obtención de datos es lenta y tardada requiriéndose un uso considerable de recursos. Las primeras fuentes de datos disponibles fueron las recopiladas por los médicos o investigadores en el campo de la salud. En el área de diseño, una de las fuentes de datos que llamó la atención fue el trabajo antropométrico hecho en la segunda guerra mundial por el Departamento de Defensa de Los Estados Unidos de Norteamérica para el diseño de equipo bélico y uniformes. En la actualidad distintos investigadores han recopilado muchos de los trabajos publicados en revistas o "Journals" y los han presentado y dirigido a distinto tipo de audiencias. Por lo mismo, de acuerdo a la necesidad del interesado, se apoyará en libros o publicaciones de artículos de los libros disponibles. Como una contribución de este trabajo, se relaciona algunos libros disponibles en el medio, como fuente de datos, y son:

Anthropometry of Adult Maya Indians. A Study of Their Physical and Physiological Characteristics. Steggerda, Morris.

Anthropometry of Air Force Women. Clauser, Charles E.

Anthropometry of the Beaver, Sekani, and Carrier Indians, Grant, J. C. Boileau

Anthropometry and Blood Types in Fiji, Howells, William White, 1908-

Anthropometry in china: An Extended Outline of Research. Stevenson, Paul H.

Anthropometry of the chipewyan and cree indians of the neighbourhood of lake athabaska, Grant, J. C. Boileau

Anthropometry of the Cree and Saulteaux Indians in Northeastern Manitoba
Grant, J. C. Boileau

Anthropometry of Flying Personnel - 1950., Hertzberg, H. T. E., et al.

Anthropometry for Designers, Croney, John

Anthropometry of the head & face 2nd edition, Farkas, Leslie G

Anthropometry and Human Engineering. [Aviation Psychology].

Anthropometry and Physical Examination, Seaver, Jay W.

The Anthropometry of Pukapuka Based upon Data Collected by Ernest and Pearl Beaglehole, Anthropological Papers of the American Museum of Natural History Volume 38 Issue 3, Shapiro, H. L.

Anthropometry of the Siouan Tribes Anthropological Papers of the American Museum of Natural History Volume 23 Issue 3, Sullivan, Louis R.

California Anthropometry., Gifford, Edward Winslow.

Craniofacial anthropometry :practical measurement of the head and face for clinical, surgical and research use, by Ian R. Munro and William A. Stini

Essentials of anthropometry a Handbook for Explorers & Museum Collectors, Sullivan, Louis R.,

Guide to physical anthropometry and anthroposcopy
Davenport, C. B.

A Handbook of Anthropometry., Montagu, M.F. Ashley

En México, la fuente principal de datos para nacionales lo sigue siendo el sector salud por los trabajos permanentes de investigación que se hacen en: El Instituto Nacional de Nutrición Zubiran, Centro Nacional de Cardiología Ignacio Chavez, Centro Médico

Nacional, etc. Así mismo, algunas universidades y centros de investigación nacionales realizan trabajos en este campo. Por ejemplo, en Hermosillo, el CIAD ha realizado trabajos antropométricos para relacionarlos con los niveles de nutrición y desnutrición. Lamentablemente estos trabajos dispersos no se han visto hasta el momento recopilados en algún libro.

2.4 Tipos de datos

Los tipos de datos, para fines de diseño² de estaciones de trabajo se clasifican en condiciones estáticas y dinámicas (o funcionales). Las dimensiones estructurales, denominadas estáticas, son las de la cabeza, tronco y extremidades en posiciones estándar (de descanso o reposo). Las dimensiones funcionales, llamadas también dinámicas, tal como sugiere el término, incluyen medidas tomadas en posiciones de trabajo o durante el movimiento que se asocia a ciertas actividades. Las primeras se obtienen con mayor facilidad y rapidez que las segundas, normalmente más complejas.

Para realizar el levantamiento de mediciones del cuerpo humano se cuenta con instrumental y técnicas precisas, dispositivos y equipo para medir el perímetro torácico en encuestas múltiples, sistemas con cámaras fotométricas, sistemas con cámaras endrométricas, estereofotogrametría, lamentablemente su utilización aún no está generalizada.

Una ojeada superficial a cualquier texto de anatomía basta para hacerse una idea de la infinidad de dimensiones posibles del cuerpo, el diseñador puede quedar intimidado ante el número de posibilidades y el exotismo de la terminología médica. Por ejemplo, el término crinionmentón se refiere a la distancia entre la línea de nacimiento del cabello, en

² Julius Panero, Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Pag. 27

la mitad de la frente, y el punto medio del borde inferior del mentón; mientras que el menton-supramental indica la distancia que separa a la tangente al mentón y al labio inferior del borde inferior del mentón. Estos datos son de utilidad para el diseñador del casco de un traje espacial a presión, no así para el diseñador de estaciones.

Análogamente, el diámetro interpupilar, distancia entre los centros de las pupilas, interesará preferentemente al diseñador de material óptico pero no así a un arquitecto.

Damon³ y sus colaboradores sostienen 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-popliteo, separación entre codos, entre caderas, también en posición sedente, altura de rodillas, de popliteos, y anchura de muslos». Medidas esenciales para el diseño de estaciones de trabajo.

En la Ilustración 1 se exponen todas aquellas medidas corporales que son de provecho para el diseñador de estaciones de trabajo. En la Ilustración 5 se indican valores de algunas de las medidas necesarias al diseñar una estación de trabajo.

³ Julius Panero, Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Pag. 31

Una vez que los datos se han recopilado, y se han presentado en un histograma, es posible en algunos casos presentarlos en un polígono de frecuencia o una distribución acumulada u ojiva. Para fines de análisis hay que recordar que las mediciones tienden a seguir una distribución de probabilidad normal por lo que el conocer su media y varianza permitirá al estudioso generalizar principios para abarcar la mayoría de las condiciones. Recuérdese que el rango de $\mu \pm 2\sigma$ abarca el 95.46% de la población.

FORMAS DE REGISTRO

6 SIN INFORME	CAUSA FALTA DE INFORME	PROCEDIMIENTO	REGISTRO	CODIGO
		9. Altura Disminución altura por	<div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> cm. Curvatura <input type="checkbox"/> Columna vert. <input type="checkbox"/> No. Deformación Piernas <input type="checkbox"/>	
		10. Peso	<div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> Lbs.	

6 SIN INFORME	CAUSA FALTA DE INFORME	MEDIDA	REGISTRO EN CM	PARA USO OFICINA	CODIGO
		11. Altura sentado normal	-----		
		12. Altura sentado erguido	-----		
		13. Altura rodilla	-----		
		14. Altura poplitea	-----		
		15. Altura holgura muslo	-----		
		16. Distancia nalga-rodilla	-----		
		17. Distancia nalga-popliteo	-----		
		18. Anchura asiento (por caderas)	-----		
		19. Anchura codo-codo	-----		
		20. Altura codo-reposo	-----		

Ilustración 3. Ejemplo de registro de datos que se emplea en un estudio antropométrico.

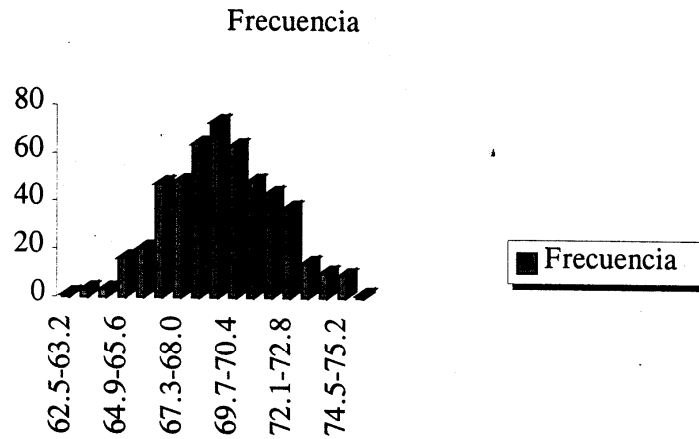


Ilustración 4. Ejemplo de histograma.

2.6 Percentiles

Por regla general, los datos antropométricos se expresan en percentiles. Con 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 del 95% en estatura diría que solo el 5% de la población en observación la sobrepasaría, mientras que el 95% restante tendría alturas iguales o menores. El percentil⁴ «expresa el porcentaje de personas pertenecientes a una población que tienen una dimensión corporal de cierta medida (o menor)».

⁴ Julius Panero, Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Pag. 34

La definición de percentil es bastante sencilla. Para cualquier serie de datos –por ejemplo, los pesos de un grupo de pilotos- el primer percentil es un valor que, por un lado, es mayor que los pesos del 1% de los pilotos menos pesados y, por otro, menor que el 99% de los de mayor peso. Según esto, el segundo percentil es mayor que el 2% menos pesado y, menor que el 99% de un mayor peso. Para cualquier valor de K –desde 1 a 99- el percentil K será un valor mayor que el menor K % de los pesos y menor que el más elevado ($100 - K$)%. El percentil 50°, localizado en los promedios, es el valor que se obtiene de dividir un conjunto de datos en dos grupos que contengan el 50% de estos valores mayores y menores.

EL percentil 50° se aproxima mucho al valor medio de un dimensión respecto a cierto grupo, pero por ninguna circunstancia habrá que interpretarlo como indicativo de que el «hombre medio» se aparta al mismo.

Al trabajar con percentiles conviene tener presentes dos factores fundamentales: Primero, los percentiles antropométricos de individuos reales se refieren exclusivamente a una dimensión corporal, sea la estatura o altura en posición sedente, pongamos por ejemplo. Segundo, carecen de significado las expresiones percentil 95°, 90° o persona percentil 5; son cifras absolutamente imaginarias. Un individuo que tenga un percentil 50° de estatura, tendrá un percentil 40° de altura de rodillas o un percentil 60° de largura de mano.

2.7 Variabilidad y fiabilidad

Son numerosos los factores que pueden provocar variaciones notables en el tamaño del cuerpo. Los individuos de una zona de un país pueden ser más altos y tener un peso mayor que los de otra zona. Estudios socioeconómicos descubren diferencias de estatura muy importantes entre personas de trabajos diversos. La comparación entre las estaturas de los conductores de camión y los investigadores subraya que estos últimos son más altos. La

población militar, en cuanto a grupo, difiere antropomórficamente de la civil. Dentro de un mismo grupo, los hombres suelen ser de mayor estatura y peso que las mujeres, y las personas de edad tienen unas dimensiones completamente distintas que las de edad mediana. Por otra parte, las medidas de las dimensiones generales de un país pueden cambiar de un período a otro. Se ha comprobado que los soldados norteamericanos de la segunda guerra mundial eran más altos y tenían mayor peso que los de la primera. También está demostrado que la etnia es otro factor esencial en el tema que nos ocupa.