

VICTOR ALCALDE LAPIEDRA
 JAVIER BASCUAS HERNANDEZ
 ALBERTO PÉREZ
*Dpto. de Prevención de Opel España,
 S. A.*

JOSÉ MANUEL ÁLVAREZ ZÁRATE
*Instituto de Ergonomía MAPFRE, S. A.
 (INERMAP)*

CARMEN LATORRE
*MIR Medicina del Trabajo,
 Esc. Profesional de Med. del Trabajo de
 Zaragoza*

Estudio antropométrico de la población laboral de Opel España

SUMARIO

Sólo a partir del conocimiento de determinadas dimensiones corporales de la población se podrán diseñar o rediseñar, convenientemente, los puestos de trabajo con la seguridad de que la nueva situación estará adaptada a la mayoría de la población usuaria.

Conscientes de la importancia que un diseño adecuado tiene sobre las condiciones de trabajo y, consecuentemente, sobre la calidad y sobre la productividad, en Opel España decidimos acometer el estudio de determinadas variables antropométricas sobre una muestra significativa de nuestra población laboral.

Una vez finalizado éste, presentamos los resultados obtenidos sobre 10 variables antropométricas en posición de bipedestación.

Palabras clave: Ergonomía, antropometría, diseño.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por antropometría la aplicación al ser humano de métodos fisiocientíficos para el desarrollo de estándares de diseño, de requerimientos específicos y para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala y productos manufacturados; con el fin de asegurar la adecuación de todos ellos a las características de los usuarios¹.

La importancia de la antropometría es tal que su presencia se hace notar incluso antes de que un ser vivo nazca. Así, determinadas dimensio-

¹ Manual de Ergonomía. Editorial MAPFRE, 1994.

nes de la madre y del feto son fundamentales para conocer el desarrollo de una gestación. Esto podría considerarse, tal vez, como la primera aproximación a un estudio de diseño en el que se trata de valorar la adecuación de un entorno al hombre. Pero la consideración de la antropometría va mucho más allá, ya que, hoy en día, la aceptabilidad de un diseño viene marcada por el grupo de población que se beneficiaría del mismo, siempre en base al conocimiento previo de determinadas dimensiones.

Un diseño se considera ergonómico cuando se adapta óptimamente al 90 por 100 de la población usuaria.

Este concepto de «mayoría de población» debe ser entendido estadísticamente, ya que se acepta que las dimensiones humanas responden a una distribución normal, tal como se muestra en la figura 1.

El problema es conocer la distribución normal de las distintas dimensiones para la población a la cual esté dirigido nuestro diseño. Esto no es fácil de conseguir, solamente existen estudios amplios en pocos países (Alemania, Estados Unidos, etc.); por lo que debemos hacer uso de tablas antropométricas establecidas para otras poblaciones.

Ante la necesidad de realizar un diseño ergonómico y, en consecuencia, conseguir la mejor adecuación posi-

ble entre el entorno y el usuario, o lo que es lo mismo, mejorar las condiciones de trabajo, en Opel España nos planteamos realizar un estudio antropométrico de nuestra población laboral, contando para ello con el asesoramiento de un grupo de técnicos pertenecientes al Instituto de Ergonomía MAPFRE (INERMAP). De esta manera, y a partir de los resultados del mismo, podremos trabajar con una gran fiabilidad tanto en la denominada ergonomía preventiva como en la correctiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizó una muestra de los trabajadores que diariamente acuden al departamento de prevención de Opel España para la realización del reconocimiento periódico anual, dado que, *a priori*, consideramos se debería trabajar sobre un número importante de casos.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Fueron incluidas en el estudio aquellas personas que acudieron al citado reconocimiento durante el período de tiempo transcurrido entre abril y noviembre de 1996, excluido el mes de agosto del citado año. El total de casos registrados fue de 2.500.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Fueron eliminadas de la muestra aquellas personas que, por alguna limitación física, presentaban impedimentos para la medición de alguna variable (70 casos) y aquellas otras a las que resultó difícil localizar los puntos de referencia marcados o no adoptaban la postura correcta para llevar a cabo alguna medición (30 casos).

Asimismo, y con objeto de aumentar la precisión del método, se desestimaron los 100 primeros casos.

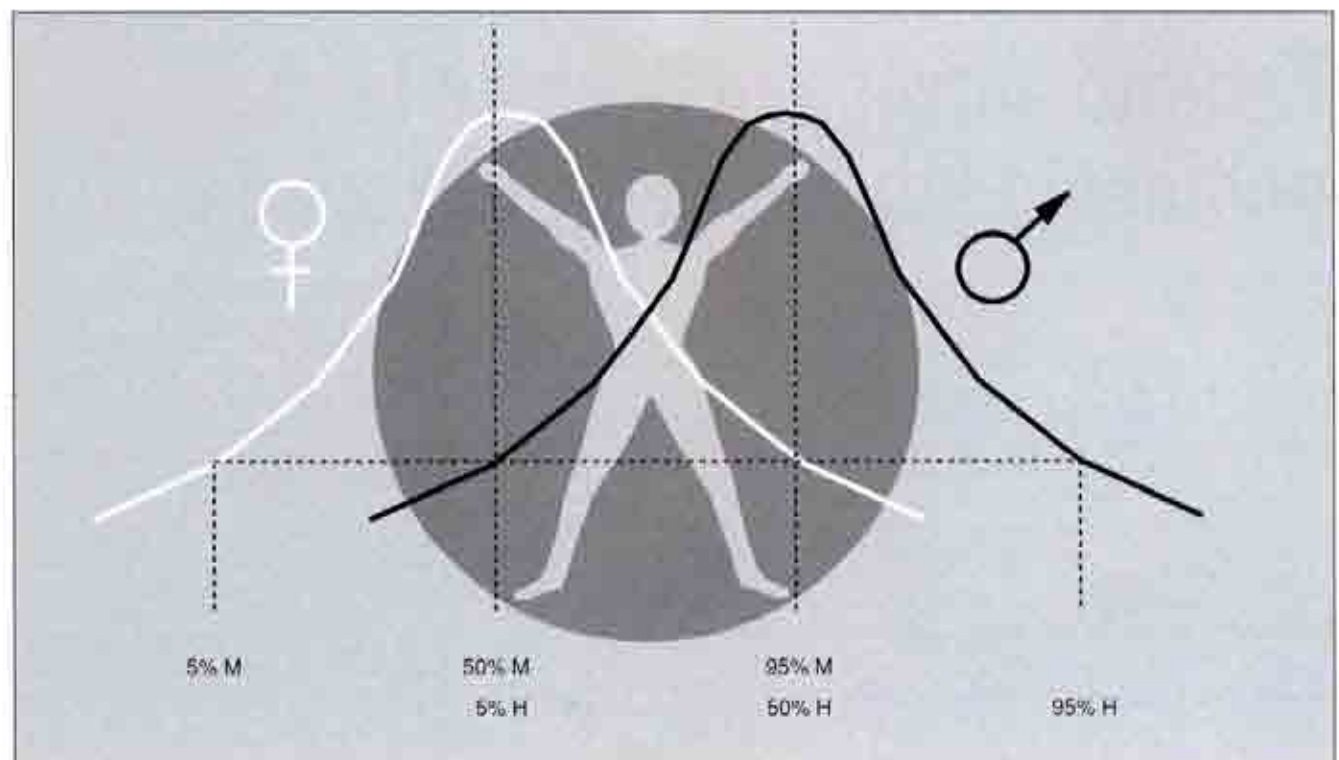
TAMAÑO DE LA MUESTRA

Dado que se inició la recogida de datos sin elegir el tamaño de la muestra, utilizamos un número de casos como premuestra o experiencia piloto que, junto con la media, como estadístico de prueba (con un nivel de significación $\alpha = 0,5$), calculamos el tamaño de la muestra mediante la siguiente ecuación (admitiendo un error (E) de 0,5 cm):

$$n = (k^2 G^2) / E^2$$

Para ninguna de las variables que se incluan en el estudio resultó necesaria una muestra superior a 2.000 casos.

Figura 1.



VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS ANALIZADAS

Tras una exhaustiva revisión bibliográfica, se eligieron para el análisis las variables más significativas para el diseño de puestos de trabajo (Tabla I). A cada variable, definida en base a lo establecido por el European Standard Draft, se le asignó un número.

Tabla 1. Variables antropométricas estudiadas.

1. Máximo alcance vertical.
2. Talla.
3. Altura de ojos.
4. Altura de hombro.
5. Altura de codo.
6. Altura de agarre.
7. Altura de rodilla.
8. Altura de espina.
9. Máximo alcance horizontal (lateral).
10. Máximo alcance horizontal (frontal).

De estas variables iniciales fue eliminada la número 11 (altura del codo flexionado al suelo), dada su similitud

con la número 5 (palpación de la zona más prominente del olécranon con la extremidad superior extendida).

RECOGIDA DE LOS DATOS

Para la recopilación sistemática de los datos se elaboró una plantilla en la que se hacían constar los datos relativos al trabajador (número de empleado, edad, sexo y peso) y los valores de las variables medidas.

La toma de los datos se llevó a cabo en las instalaciones que el servicio de prevención de Opel España posee para la realización de los reconocimientos periódicos anuales, donde las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, ruido, humedad, etc.) se encuentran permanentemente controladas.

Como equipo de medida se utilizó un antropómetro clásico instalado sobre un panel transparente bajo el cual se encontraba el reglaje. Con un rotulador se trasladaban al panel los valores medidos. Para la toma de la medida número 8 (altura de la espina iliaca) fue necesario diseñar un útil específico que, tras validar su fiabilidad, fue utilizado a tal efecto.

Para la recogida del peso se utilizó una báscula (Seca Modelo 1713, mín. = 2 kg., máx. = 130 kg.; e = 0,1 kg.) que era calibrada semanalmente.

Los sujetos varones que integraron la muestra se encontraban con el tor-

so desnudo, portando un pantalón ligero que permitía palpar con facilidad las prominencias óseas. Las mujeres vestían la prenda con la que habitualmente realizan el reconocimiento. Tanto mujeres como hombres permanecían descalzos durante la recogida de los datos, por lo que en la utilización de las tablas para el diseño de puestos de trabajo será preciso añadir el factor de corrección de calzado (unos 3 cm.).

VALIDACION DEL MÉTODO

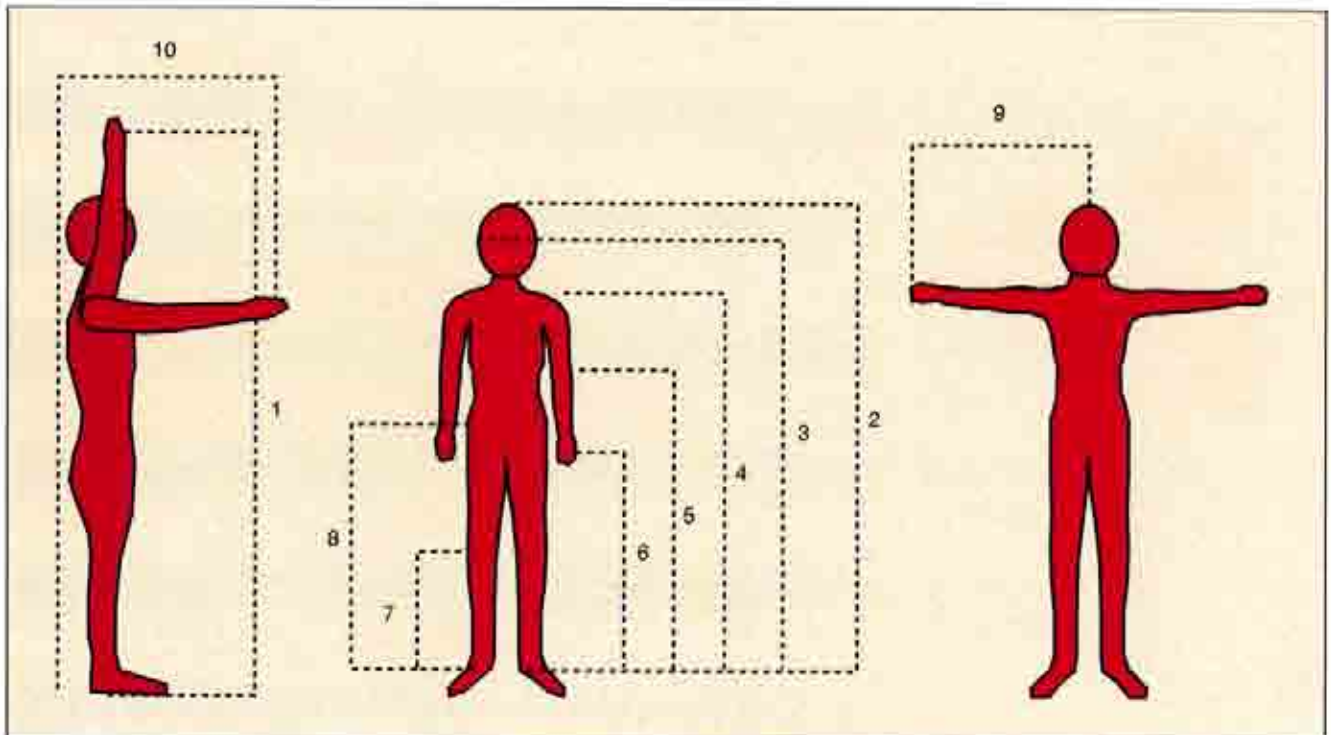
Para comprobar la metodología de medida se eligió una muestra de 30 personas, todas ellas pertenecientes al departamento de prevención de Opel España, realizándose 2 mediciones de cada variable a cada una de ellas, admitiendo un error de +/- 0,5 cm.

Para la validación estadística se utilizó el Test de E.R. (variante del Test de Mc. Neman), resultando todas las medidas correctas para un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

A continuación presentamos los resultados antropométricos obtenidos para la población laboral de Opel España sobre una muestra de 2.300 personas (Fig. 2 y Tablas 2 a 4), así

Figura 2.



como un análisis comparativo con respecto a la norma DIN (Tabla 5).

CONCLUSIONES

Los datos antropométricos obtenidos nos permitirán definir especificaciones de diseño para puestos de trabajo, logrando así una máxima adaptación de los mismos a las características de las personas, sin necesidad de recurrir a datos de poblaciones foráneas.

Los datos antropométricos obtenidos permitirán, de ahora en adelante, conocer los parámetros precisos de diseño y/o rediseño de puestos de trabajo para nuestra población laboral.

La comparativa con la norma DIN posibilita el ajuste de aquellas dimensiones no recogidas en el presente estudio y aquellas para posición sentado, aunque para este último caso existe el proyecto de una nueva toma de datos.

Asimismo, está en etapa de elaboración un programa informático para el diseño ergonómico de puestos de trabajo en función de los datos antropométricos obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. PHEASANT, S (1985) "A technique for estimating anthropometric data from the parameters of the distribution of stature." *Ergonomics*, 25, pp. 981-992

Los datos antropométricos obtenidos permitirán definir las especificaciones de diseño para los puestos de trabajo, logrando así una máxima adaptación de los mismos a las características de la persona.

Tabla 2. Datos antropométricos de la población laboral de Opel España.

Muestra > 2.300 personas	Percentil de población					
	Hombres			Mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Dimensión corporal						
1. Máximo alcance vertical	1.890	2.040	2.188	1.684	1.880	2.090
2. Talla	1.605	1.705	1.818	1.477	1.610	1.755
3. Altura de ojos	1.510	1.605	1.705	1.380	1.510	1.648
4. Altura de hombros	1.341	1.435	1.535	1.212	1.335	1.463
5. Altura de codos	1.020	1.095	1.180	930	1.025	1.120
6. Altura de agarre	720	785	860	670	750	839
7. Altura de rodilla	420	460	510	384	430	480
8. Altura de espina iliaca	880	960	1.040	797	900	1.000
9. Máximo alcance horizontal (lateral)	710	765	825	629	710	789
10. Máximo alcance horizontal (vertical)	610	665	710	540	610	690

Datos en mm.

Tabla 3. Dimensiones antropométricas de la población laboral de Opel España, S. A.

Magnitud	Distribución por sexo			
	Hombres		Mujeres	
	X	σ	X	σ
1. Máximo alcance vertical	2.038,3	198,0	1.875,7	125,6
2. Talla	1.707,5	64,5	1.604,6	83,8
3. Altura de ojos	1.606,0	61,8	1.505,6	79,0
4. Altura de hombro	1.436,7	65,1	1.334,3	76,1
5. Altura de codo	1.096,6	83,4	1.022,4	60,2
6. Altura de agarre	790,7	188,5	743,9	57,2
7. Altura de rodilla	416,9	41,0	431,8	31,1
8. Altura de espina iliaca	960,2	62,4	899,2	63,4
9. Máximo alcance horizontal (lateral)	766,7	43,2	706,6	51,3
10. Máximo alcance horizontal (vertical)	666,5	35,6	610,6	49,7

Dimensiones en mm.

Tabla 4. Dimensiones antropométricas de la población laboral de Opel España, S. A.

	Distribución por edades (X)				
	19-20	21-30	31-40	41-50	51-61
2. Talla	1.749,3	1.738,7	1.710,6	1.689,4	1.671,0
3. Altura de ojos	1.641,4	1.629,3	1.608,0	1.590,5	1.575,6
4. Altura de hombro	1.458,6	1.456,7	1.436,5	1.424,1	1.406,5
5. Altura de codo	1.127,1	1.110,8	1.095,8	1.088,6	1.073,3
6. Altura de agarre	822,9	796,0	788,6	780,2	811,1
7. Altura de rodilla	482,1	476,9	463,6	454,7	446,2
8. Altura de espina iliaca	987,1	985,1	964,7	945,2	933,5
9. Máximo alcance horizontal (lateral)	765,1	776,1	766,2	758,6	759,1
10. Máximo alcance horizontal (vertical)	667,9	676,6	667,1	658,3	654,3

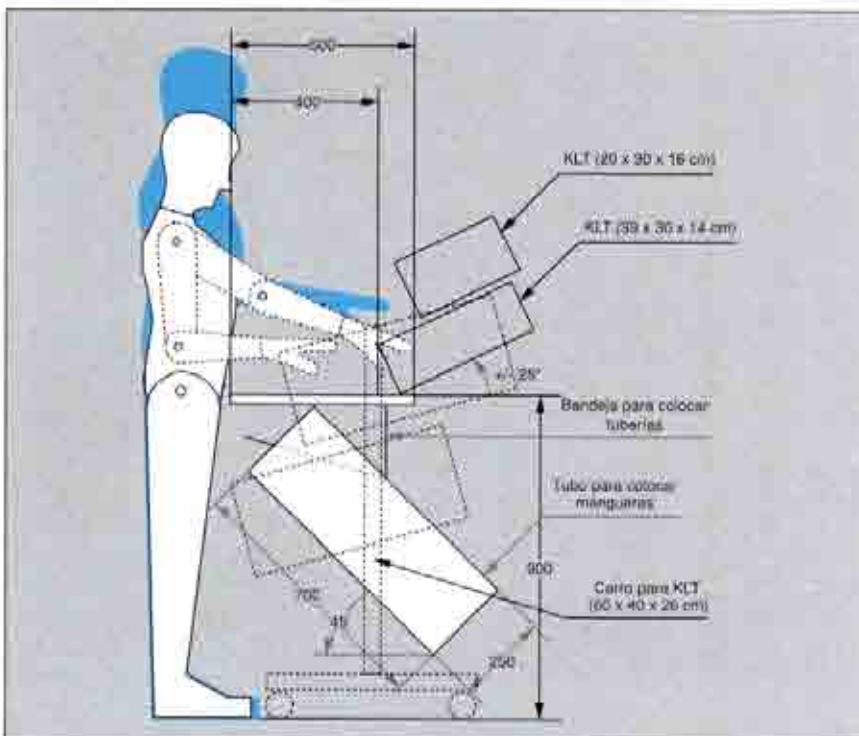
Dimensiones en mm.

Tabla 5. Dimensiones antropométricas de la población laboral de Opel España, S. A. vs. norma DIN 33402, parte 2, 1981.

Magnitud		Distribución por percentiles y sexo					
		Hombres			Mujeres		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
1. Máximo alcance vertical	Opel	1.890,0	2.040,0	2.188,5	1.684,4	1.880,0	2.090,0
	DIN	1.910,0	2.051,0	2.210,0	1.748,0	1.870,0	2.000,0
	Δ	-20	-11	-21,5	-63,6	-10	-90
2. Talla	Opel	1.605,0	1.705,0	1.818,5	1.477,0	1.610,0	1.755,0
	DIN	1.629,0	1.733,0	1.841,0	1.510,0	1.619,0	1.725,0
	Δ	-24	-28	-22,5	-33	-9	30
3. Altura de ojos	Opel	1.510,0	1.605,0	1.705,0	1.380,0	1.510,0	1.648,0
	DIN	1.509,0	1.613,0	1.721,0	1.402,0	1.502,0	1.596,0
	Δ	1	-8	-16	-22	8	52
4. Altura de hombro	Opel	1.341,5	1.435,0	1.535,0	1.212,0	1.335,0	1.463,0
	DIN	1.349,0	1.445,0	1.542,0	1.234,0	1.339,0	1.436,0
	Δ	-7,5	-10	-7	-22	-4	27
5. Altura de codo	Opel	1.020,0	1.095,0	1.180,0	930,0	1.025,0	1.120,0
	DIN	1.021,0	1.096,0	1.179,0	957,0	1.030,0	1.100,0
	Δ	-1	-1	1	-27	-5	20
6. Altura de agarre	Opel	720,0	785,0	860,0	670,0	750,0	839,0
	DIN	728,0	787,0	828,0	664,0	738,0	803,0
	Δ	-8	18	32	6	12	36
10. Máximo alcance horizontal (frontal)	Opel	610,0	665,0	710,0	540,0	610,0	690,0
	DIN	662,0	722,0	787,0	616,0	690,0	762,0
	Δ	-52	-57	-77	-76	-80	-72

Datos en mm.

Figura 3.



Está en etapa de elaboración un programa informático para el diseño ergonómico de los puestos de trabajo en función de los datos antropométricos obtenidos.

- ROBERTSON, S. A., y MINTER, A. (1990): «Study of some anthropometric characteristics of motorcycle drivers.» *Applied Ergonomics*, 27:4, pp. 223-229.
- ROCHE, A. F., y DAVILA G. H. (1972): «Late adolescent growth in stature.» *Pediatrics*, 50, pp. 874-880.
- SHU LI. (1990): «The measurement of functional arm reach envelopes for young chinese males.» *Ergonomics*, 33:7, pp. 967-978.
- SINGH, J., y PENG, C. H. (1995): An anthropometric study of Singapore candidate aviators.» *Ergonomics*, 38:4, pp. 651-658.
- ENTRENAS, L. M. et al. (1990): «Estudio comparativo de tablas teóricas antropométricas de distinta procedencia.» *Nutrición Clínica*, 10:25, pp. 39-42.
- National Center for Health Statistics Weight by height and age for adults 18-74 years. United States 1971-74. Rockville, Md. National Center for Health Statistics. (Vital and Health Statistics Series), 1979.
- ALASTRUE, A. et al. (1982): «Valoración de los parámetros antropométricos en nuestra población.» *Med. Clin.*, 78, pp. 407-415.
- ISO/TC 159/SC3. Basic list of anthropometric measurements. 1988
- prEN 547-3:1995. Safety of machinery. Human body measurements. Anthropometric data.
- JÜRGENS, H. W.; AUNE I. A., y PIEPER, U. (1990): «International data on anthropometry.» *Occupational Safety and Health Series*, 65.
- GM Standard ERG 1.0. General Motors Corporation 1992.
- prEN 979:1992. (1990): Basic list of definitions of human body dimension for technical design. International Data on Anthropometry. Ilo. Geneva. Switzerland.