

PERFIL ANTROPOMETRICO DE TRABAJADORES DEL PERU UTILIZANDO EL METODO DE ESCALA PROPORCIONAL

Anthropometric charts of Peruvian workers by using the ratio scaling method

Carlos Manuel Escobar Galindo¹

Resumen

En la actualidad no existen estudios completos en donde se caracterice antropométricamente a la población trabajadora peruana con parámetros de diseño y ergonomía, por lo que es complicado diseñar en base a parámetros objetivos referenciales. Por tanto el estudio tiene como objetivo estimar el perfil antropométrico de la población trabajadora peruana mediante el uso del método de escala proporcional. Se seleccionaron cuatro estudios antropométricos latinoamericanos, los cuales se utilizaron para determinar coeficientes proporcionales para la estimación de las dimensiones con su correspondiente desviación estándar. Se utiliza como referencia la medida de la estatura promedio de varones y mujeres de un reciente estudio genético de la población peruana. Como resultado se proyectan 26 medidas antropométricas a partir de los estudios referenciales con desviaciones estándar relativamente altas. Las medidas de la población son menores que las referencias internacionales ($p < 0.05$). Se muestran tablas antropométricas de la población peruana en varones y mujeres, las cuales deben ser tomadas con precaución debido a que son basadas en componentes meramente estimativos.

Palabras clave: Ergonomía, antropometría, diseño de equipos, factores humanos.

¹University of Nottingham. Nottingham, United Kingdom. Correo electrónico: manoergo@gmail.com, manuel.escobar@nottingham.ac.uk

Abstract

Currently, there are no complete studies where the Peruvian working population is anthropometrically characterized with emphasis in designing parameters and ergonomics, being difficult to design based on objective referential parameters. Hence, the study aimed to estimate the anthropometric data of the Peruvian working population by using the ratio scale method. Four Latin American anthropometric studies were selected and used to determine proportional coefficients for estimating the anthropometrical dimensions with their corresponding standard deviation. Final results presented 26 anthropometric measurements projected from the referential studies with relatively high standard deviations. The Peruvian anthropometrical measurements were shorter than the international references ($p < 0.05$). Anthropometric tables of the Peruvian population in men and women are shown, which should be taken with caution because they are based on estimating.

Keywords: Ergonomics, anthropometry, design of equipment, human factors.

Fecha recepción: 18/05/2020 Fecha revisión: 19/06/2020 Fecha aceptación: 10/07/2020

Introducción

El uso de datos antropométricos es necesario para lograr diseños óptimos de tecnología, equipos y puestos de trabajo que sean ergonómicamente adecuados a los requerimientos de la población destino. Los diseños que son incompatibles con las dimensiones antropométricas pueden resultar en posibles afecciones físicas en las personas o alterar el desempeño para realizar las tareas (Pheasant y Haslegrave, 2006c). Por tanto, existe una necesidad imperiosa de conocer las dimensiones antropométricas de la población para que los futuros diseños sean adecuados a las características físicas de la población blanco. Sin embargo, estos datos son muy limitados en poblaciones latinoamericanas. Este es el caso del Perú, en donde hay una alta demanda de importaciones de productos y equipamiento provenientes de países desarrollados en donde las estaturas y dimensiones antropométricas en general son mayores que la de la población en general (Apud y Meyer, 2010a). Por tanto, el conocimiento de las dimensiones físicas especialmente de la población trabajadora es necesario para poder tomar decisiones necesarias y justas que guíen las acciones en materia de ergonomía en salvaguarda de las personas y de los sistemas.

En el Perú hay escasa producción científica con respecto a las medidas antropométricas de la población peruana con fines ergonómicos. Actualmente los estudios disponibles tienen limitaciones de orden metodológica y cronológica. Entre los antecedentes más resaltantes están el estudio de Santiago Barbuy (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas [ITINTEC], 1987), primera referencia antropométrica para el diseño industrial en el Perú quien utilizó herramientas de diseño por proporciones; así como también las de Ramírez (2006). En este último estudio el trabajador minero de sexo masculino es caracterizado con más de 30 medidas, siendo la referencia más completa en cuanto a dimensiones antropométricas del trabajador de altura. De igual manera un estudio reveló dimensiones antropométricas en una muestra más pequeña en trabajadores de estiba (varones) de un mercado mayorista en una región del centro del Perú (Vigil, Gutiérrez, Cáceres, Collantes y Beas, 2007). Sin embargo, el crecimiento secular de la población obliga a mantener actualizaciones periódicas de las referencias antropométricas de las poblaciones (Pheasant y Haslegrave, 2006a). Las conclusiones entre los pocos estudios son muy variadas puesto que solo revelan la realidad de una parte de la población.

Recientemente la universidad Harvard realizó un estudio en la que se midieron a más de 3000 personas, determinando que la altura promedio de la población peruana es de 165,3 cm para varones y de 152,9 cm las mujeres (Asgari et al, 2019). En ese estudio se destaca que la población peruana tiene principalmente un 80% de ascendencia genética nativa americana a diferente de otros países como Chile o Argentina en donde tienen mayor porcentaje de descendencia Europea, de lo cual se concluye que la población peruana es una de las más bajas del mundo (NCD Risk Factor Collaboration [NCD-RisC], 2016).

Desde el punto de vista de la ergonomía, todos los estudios son limitados en cuanto a técnicas, muestras, objetivos y dimensiones. Existe una gran dificultad de realizar estudios antropométricos que cumplan todos los criterios de calidad y detalle debido al alto costo que requiere la realización de estos estudios, así como la gran logística necesaria para hacer mediciones a la población (Bridger, 2018). Por ello, se utilizan métodos proyectivos que permiten justamente completar estas referencias para lograr diseños acorde a la población.

El método de Escala proporcional fue descrito por Barkla en 1961 y validado posteriormente por Pheasant en 1988 como una técnica que permite estimar de manera indirecta las dimensiones

antropométricas de un grupo poblacional cuyos valores son desconocidos. Diversos estudios han usado las estimaciones cuando se requieren medidas urgentes referenciales que permitan tomar decisiones de diseño (Resnick, 1995). El método es muy útil y sencillo en comparación de los estudios con utilización de antropometría clásica. Pheasant en su libro "BodySpace" (2003) muestra más de diez tablas antropométricas con referencia en ergonomía aplicadas a diferentes grupos ocupacionales de países y edades basados en el método de escala proporcional. La estatura y el peso fueron las únicas medidas tomadas directamente y de las cuales fueron estimadas las otras. Por ejemplo, se muestra la tabla antropométrica de trabajadores brasileños entre 19 a 65 años, así como también de la población trabajadora china. La característica principal para hacer proyecciones mediante este método requiere el uso de referencias antropométricas en grupos étnicos que guarden similitudes de tal forma que no exista mayor discrepancia en la medida. Como ya se explicó, la limitación logística y los altos presupuestos que demandan estos estudios limita el número de referencias en Latinoamérica, siendo países como Chile (Apud, 1997; Castellucci et al., 2019), Colombia (Estrada, 2011) y México (Ávila, Prado y González, 2007) los que tienen mayores alcances en cuanto a estudios antropométricos, sin embargo muchos de ellos no han sido actualizados en largo tiempo.

Por tanto, ante la falta de información antropométrica relevante para fines de diseño en la población peruana y ante la cada vez mayor demanda de uso de tecnología y equipamiento importado cuyos desajustes se evidencian en la población, el presente trabajo tiene como objetivo estimar las dimensiones antropométricas de la población trabajadora peruana a través del uso de escalas proporcionales tomando como referencia estudios latinoamericanos referenciales.

Materiales y métodos

Para realizar el estudio se identificaron tres pasos principales basados en las recomendaciones de Pheasant (1982), descritas en el estudio de validación del método, las cuales consistían en: (1) determinación de la medida referencial a partir de la estatura; (2) cálculo de las dimensiones a partir de la estimación proporcional y (3) determinación del perfil antropométrico.

Determinación de la medida referencial

El método sugiere utilizar la estatura como medida referencial debido a su alta correlación con las dimensiones antropométricas. Recientemente el estudio realizado por Asgari et al (2019) determinó luego de medir a 1795 varones y 1339 mujeres a lo largo de todo el Perú, que el promedio de la estatura de los peruanos es de 165,3 cm en varones y 152,9 cm mujeres. La desviación estándar (DS) de las medidas fue calculada a partir de la estimación utilizando la fórmula propuesta por Pheasant y Haslegrave (2006b), cuando la media de la población es conocida. La variación de la ecuación utilizada es para estimar DS de medidas en alturas, longitudes y anchos. La ecuación propuesta es como sigue:

Varones: $DS = 0.05703(m) - 0.000008347(M^2)$	(1)
Mujeres: $DS = 0.05783(m) - 0.000010647 (M^2)$	(2)

A partir de la estatura y la desviación estándar se realizaron los cálculos necesarios para realizar la estimación proporcional.

Cálculo de la estimación proporcional

Para estimar las dimensiones de la población se utilizaron las referencias antropométricas de estudios realizados principalmente en población latinoamericana en los que se haya utilizado la técnica antropométrica directa clásica. Los estudios en donde se hayan hecho estimaciones antropométricas proporcionales fueron descartados. Se eligen como referencia estudios hechos principalmente en Latinoamérica debido a la similitud entre los grupos poblacionales, y además como criterio adicional se consideró que las medidas antropométricas fueran para el diseño de puestos de trabajo, por lo que los resultados no podrían ser extrapolados para poblaciones diferentes a la evaluada (Pheasant, 1982). La selección de las medidas a estimar fueron principalmente las relacionadas al diseño ergonómico de puestos de trabajo recomendadas por la ISO 7250:2017 así como por Pheasant y Haslegrave (2006b), dejando de lado medidas relacionadas a temas nutricionales o de salud en general. Se excluyeron además medidas que no hayan sido claramente definidas en los perfiles, por ejemplo ancho de hombros tomados como referencia bideltaoidea y

acromion. Para ser consideradas en el estudio, por lo menos dos referencias debieron considerar la medida. Como resultado final se analizaron 24 medidas antropométricas. El detalle de las medidas consideradas así como su utilidad ergonómica se encuentran descritos en el anexo.

Actualmente los estudios antropométricos referenciales descritos en la literatura que cumplen con estos criterios son muy limitados. Las referencias antropométricas seleccionadas para el análisis fueron las de poblaciones trabajadoras entre los 18 a 65 años, que se incluyen en los estudios de, la población chilena realizado por Castellucci et al, (2019) y Apud (1997), la población mexicana trabajadora (Ávila et al, 2007) y la población colombiana (Estrada, 2011). Los estudios se encuentran publicados en repositorios científicos y en libros relacionados a Ergonomía. Para cada referencia se obtuvieron dos coeficientes e_1 y e_2 , los cuales fueron obtenidos a partir de la siguiente ecuación:

$e_1 = M_x / H_h$	(3)
$e_2 = DS_x / DS_h$	(4)

En donde: M_x es la media de la dimensión en la población; H_h es la estatura promedio en la población; DS_x es la desviación estándar de la dimensión en la población; y DS_h es la desviación estándar de la estatura de la población. La media de los valores obtenidos de los coeficientes e_1 y e_2 como resultado de las dimensiones referenciales son obtenidos de la siguiente manera:

$E_1 = \sum e_1 / n$	(5)
$E_2 = \sum e_2 / n$	(6)

El valor de la muestra (n) variará en función de las referencias tomadas. No todas las referencias son tomadas por cada dimensión debido a que cada estudio tuvo diferente data, no siempre similares entre sí, para ser comparadas. Por ejemplo, la altura al nudillo referenciada en un estudio es diferente a otra medida similar pero tomada hasta la yema del dedo, no pudiendo ser utilizadas

por ser diferentes los puntos referenciales, por tanto el valor de n variará para la proyección final del coeficiente.

A partir de estos valores (E1 y E2) se pueden estimar los factores para predecir el promedio del tamaño de las dimensiones antropométricas utilizando la siguiente expresión:

$$D = E1 \text{ o } E2 * ES \quad (7)$$

En donde D es el valor que se desea estimar de la población; E1 es el coeficiente encontrado a partir de la estatura de la población de referencia total; E2 es el coeficiente encontrado a partir de la desviación estándar de la población de referencia, y ES es la estatura de la población peruana, que en el caso de varones fue de 165,3 cm y de mujeres 152,9 cm. La desviación estándar utilizada es la proyectada a partir de la fórmula 1 y 2.

Para calcular los percentiles de la población se utilizó la fórmula en la que se utiliza la constante de Z de acuerdo al percentil escogido. En este caso el valor de Z a utilizar será el de +1.64 (percentil 95) y -1.64 (percentil 5). El uso de estos percentiles es ampliamente utilizado en ergonomía para el diseño de extremos poblaciones (90% de la población total).

$$\% \text{percentil} = M \pm Z (DS) \quad (8)$$

En donde M es la media de la dimensión; Z es la constante y DS la desviación estándar

Finalmente, los datos fueron distribuidos en una tabla final en donde se muestran los percentiles 5, 95, la media y desviación estándar dividida por sexo masculino y femenino

Determinación del perfil antropométrico

Los datos fueron ordenados tomando en cuenta las recomendaciones de la ISO 15535:2012 (ISO, 2012), en donde se sugiere ordenarlos determinando la media de la dimensión, desviación estándar y percentiles 5 y 95, y además de acuerdo al sexo (masculino y femenino). Aunque se recomienda que las referencias sean expresadas en milímetros (mm), los datos son presentados en centímetros

(cm) debido a que es la forma como normalmente las referencias latinoamericanas presentan los datos, además de ser la unidad de medida más usada para diseñar en Latinoamérica.

Procesamiento de datos

Todos los datos obtenidos de las referencias fueron procesados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel TM en donde se aplicaron las diferentes ecuaciones descritas. Para determinar la diferencia de medias entre las estaturas de las diferentes poblaciones se utilizó la prueba de t-student para una muestra independiente dentro del programa SPSS v.24 (IBM).

Resultados y discusión

La figura 1 representa la diferencia entre las estaturas de los varones comparado con las diferentes poblaciones en el mundo. Los peruanos tienen menor estatura con respecto a poblaciones trabajadora de otros países ($p < 0.05$). Países desarrollados como Reino Unido, Holanda y Estados Unidos tienen una estatura que superan en más de 5 cm a los peruanos (a excepción de Polonia); mientras que los países latinoamericanos referenciales tienen estaturas superiores que no sobrepasan los 5 cm (a excepción del estudio reciente de Castellucci en Chile).

La tabla 2 representa los coeficientes obtenidos a partir del análisis usando las ecuaciones referenciales en la población de varones. Los valores finales son expresados en promedios de las diferentes referencias seleccionadas (R_n). Cuando la dimensión antropométrica no fue usada en el estudio no se contabilizó en el promedio final (n). Por ejemplo, los coeficientes E1 y E2 promedio de la medida de la altura sentado de la población femenina fue de 0,53 y 0,52 respectivamente.

Finalmente, la tabla 3 representa los valores obtenidos de los cálculos ordenando los resultados en población masculina y femenina, desviación estándar y percentiles. Por ejemplo, la medida de la altura del ojo de pie en población masculina ubicado en el percentil 5 fue de 139,3 cm (9,0).

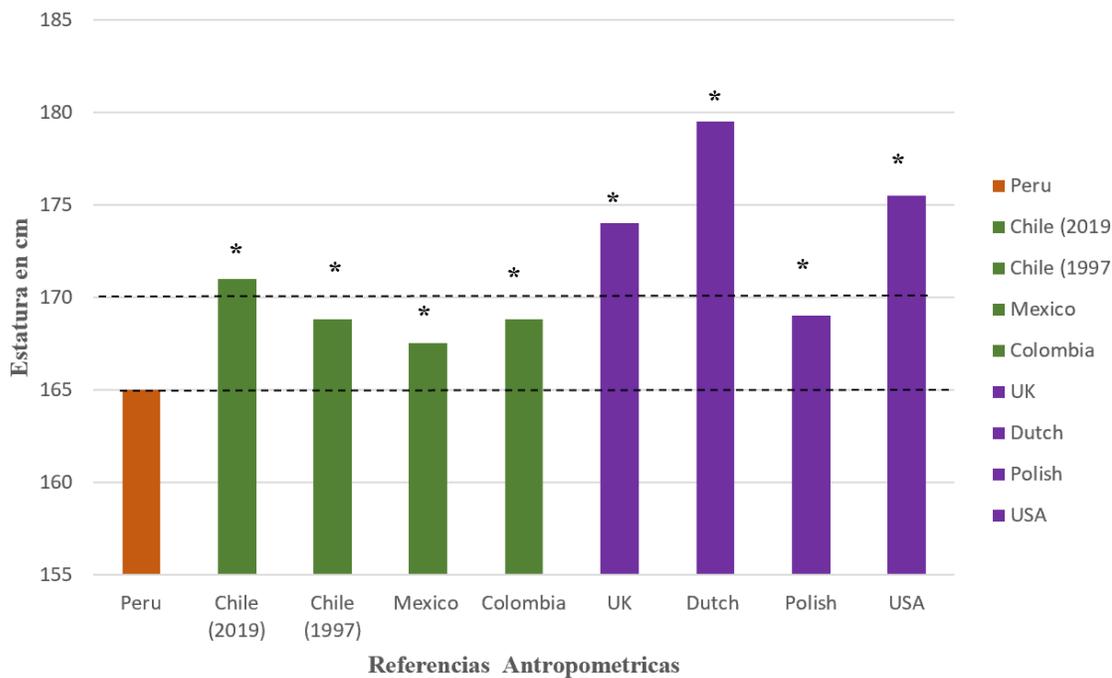


Figura 1. Comparación de la estatura de los varones con respecto a otras poblaciones.*Diferencia estadística (p<0.05).

N°	Dimensión antropométrica	Escala de estatura					Mean (E1)	Escala de DS					Mean (E2)
		R1	R2	R3	R4	n		R1	R2	R3	R4	n	
1	Estatura												
2	Altura al ojo	0.94	0.94	0.93	0.94	4	0.93	0.97	1.00	0.98	0.97	4	0.98
3	Altura del hombro	0.83	0.82	0.82	0.82	4	0.82	0.91	0.90	0.93	0.89	4	0.91
4	Altura del codo	0.61	0.62	0.64	0.62	4	0.62	0.74	0.73	0.88	0.76	4	0.76
5	Altura al nudillo	0.44	0.44	0.44		3	0.44	0.58	0.67	0.69		3	0.65
6	Altura sentado	0.53	0.53	0.52	0.52	4	0.53	0.54	0.52	0.51	0.49	4	0.52
7	Altura al ojo sentado	0.47	0.47		0.46	3	0.47	0.51	0.63		0.50	3	0.54
8	Altura al hombro sentado	0.36	0.36	0.35	0.35	4	0.35	0.43	0.57	0.44	0.42	4	0.46
9	Altura subescapular sentado	0.27		0.26		2	0.27	0.42		0.44		2	0.43
10	Alcance funcional	0.43	0.44	0.45	0.42	4	0.44	0.60	0.67	0.54	0.51	4	0.58
11	Alcance mínimo funcional	0.20	0.25			2	0.22	0.28	0.36			2	0.32
12	Altura al codo sentado	0.14	0.15	0.15	0.14	4	0.15	0.37	0.60	0.45	0.38	4	0.45
13	Profundidad de abdomen	0.16	0.15			2	0.15	0.60	0.60			2	0.60
14	Espesor del muslo	0.10	0.08	0.09	0.09	4	0.09	0.22	0.27	0.29	0.20	4	0.24
15	Longitud glúteo-poplíteo	0.29	0.27	0.28	0.28	4	0.28	0.37	0.46	0.46	0.38	4	0.42
16	Longitud glúteo-rotular	0.35	0.34	0.35	0.34	4	0.34	0.42	0.54	0.53	0.40	4	0.47
17	Altura a la rodilla	0.32		0.31	0.31	3	0.31	0.38		0.41	0.39	3	0.40
18	Altura poplíteo	0.25	0.24	0.25	0.25	4	0.25	0.35	0.42	0.41	0.35	4	0.38
19	Ancho entre codos	0.25	0.31	0.32	0.26	4	0.29	0.83	0.73	0.87	0.68	4	0.78
20	Ancho de caderas	0.21	0.20	0.22	0.21	4	0.21	0.40	0.43	0.50	0.40	4	0.43
21	Largo de mano	0.11	0.11	0.10	0.11	4	0.11	0.14	0.16	0.13	0.14	4	0.14
22	Ancho del carpo	0.05	0.05	0.05	0.05	4	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	4	0.06
23	Largo del pie	0.15	0.15	0.14	0.15	4	0.15	0.17	0.24	0.16	0.19	4	0.19
24	Ancho del pie	0.06	0.06	0.05	0.06	4	0.06	0.08	0.09	0.08	0.08	4	0.08

Tabla 1. Ejemplo de proporciones y coeficientes obtenidas de los diferentes estudios realizados en varones. **Nota.** Rn = estudio antropométrico de referencia; E1 = coeficiente 1 final de la estatura ; E2 = coeficiente 2 final de la desviación estándar. n= número de referencias utilizadas.

Los espacios en gris representan la falta de datos para esas medidas.

N°	Dimensión antropométrica	Población Masculina				Población Femenina			
		M	DS	P5	P95	M	DS	P5	P95
1	Estatura*	165.3	9.2	150.2	180.4	152.9	8.6	138.8	167.0
2	Altura al ojo	154.4	9.0	139.6	169.2	142.8	8.3	129.1	156.4
3	Altura del hombro	136.1	8.3	122.4	149.8	125.9	7.6	113.4	138.3
4	Altura del codo	103.1	7.0	91.6	114.7	95.0	6.1	85.0	105.0
5	Altura al nudillo	72.7	6.0	62.9	82.5	68.2	3.8	62.0	74.4
6	Altura sentado	87.3	4.7	79.5	95.1	82.1	4.4	74.9	89.4
7	Altura al ojo sentado	77.5	5.0	69.3	85.7	72.9	4.5	65.5	80.4
8	Altura al hombro sentado	58.4	4.3	51.4	65.4	55.1	3.8	48.9	61.4
9	Altura subescapular sentado	44.0	3.9	37.6	50.5	41.9	4.0	35.4	48.5
10	Alcance funcional	72.2	5.3	63.4	80.9	66.0	5.0	57.8	74.2
11	Alcance mínimo funcional	37.1	2.9	32.3	41.9	35.8	3.6	29.9	41.6
12	Altura al codo sentado	24.0	4.1	17.2	30.8	23.4	3.6	17.5	29.3
13	Profundidad de abdomen	25.4	5.5	16.4	34.5	23.8	6.2	13.6	34.0
14	Espesor del muslo	14.8	2.2	11.2	18.5	14.4	2.3	10.6	18.2
15	Longitud glúteo-poplíteo	46.4	3.8	40.2	52.7	45.1	4.1	38.3	51.9
16	Longitud glúteo-rotular	56.6	4.3	49.6	63.7	54.4	4.0	47.8	61.1
17	Altura a la rodilla	51.7	3.6	45.8	57.7	46.6	3.4	41.0	52.2
18	Altura poplíteo	40.9	3.5	35.1	46.7	37.0	3.2	31.7	42.2
19	Ancho entre codos	47.2	7.2	35.5	59.0	45.5	7.2	33.7	57.3
20	Ancho de caderas	34.9	4.0	28.4	41.5	37.4	4.8	29.5	45.3
21	Largo de mano	17.5	1.3	15.3	19.7	16.3	1.2	14.3	18.3
22	Ancho del carpo	8.0	0.6	7.0	9.0	7.3	0.5	6.4	8.1
23	Largo del pie	24.1	1.7	21.3	27.0	22.4	1.2	20.4	24.4
24	Ancho del pie	9.3	0.8	8.1	10.6	6.5	0.8	5.3	7.7

Tabla 2. Perfil antropométrico de la población peruana basado en estimaciones proporcionales.

*Nota. Medida tomada del estudio Asgari et al (2019).

El Perú al ser un país pluricultural y multiétnico alberga una cantidad indiscutible de poblaciones con alta variabilidad, la cual se ve reflejada en diferentes estudios en donde la estatura y el peso fueron las principales variables (Asgari et al, 2019, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición [CENAN], 2015). Las medidas proyectadas a partir de la estimación proporcional confirman que la población peruana es una de las más pequeñas del mundo (NCD-RisC, 2016), lo que denota la gran problemática ergonómica necesaria para adecuar los equipos e instrumentos que no son manufacturados en el Perú. Estas dimensiones extremas son claramente observadas por ejemplo en la altura poplíteo necesaria para diseñar la altura de los asientos. En población femenina una usuaria del percentil 5 alcanzaría una medida de 31.7 cm la cual es bastante baja si se compara con las

otras poblaciones observadas y la media actual estándar de las sillas disponibles en el mercado (ISO 24496, 2017).

La desviación estándar de la estatura proyectada a partir de la ecuación 1 y 2, resulta tener valores bastante elevados con respecto a la de otras poblaciones referenciadas incluidas la del estudio peruano en altura (Ramírez, 2006; Vigil et al, 2007), por lo que el nivel de error de la fórmula posiblemente pudo subestimar el valor de la referencia. Las otras medidas tienen valores de dispersión bastante similares a la de población referencial.

La altura del codo al suelo es una de las medidas que alcanza mayores niveles de dispersión en las diversas poblaciones, lo que se confirma en la proyección de las medidas. Estas dispersiones resultan ser muy comunes en perfiles latinoamericanos (Castellucci et al., 2019). Esta medida es usada normalmente para diseñar las superficies de trabajo, por lo que los niveles de adecuación de la superficies requieren mayores estándares de regulación necesarias para alcanzar una altura óptima de trabajo.

Las proyecciones mostradas en la tabla 2 solo permiten estimar en líneas generales las dimensiones antropométricas de la población general del Perú. Sin embargo, es preciso detallar que debido a la gran diversidad de la población en las diferentes regiones existen grandes variabilidades antropométricas que difieren entre ellas, por tanto es necesario considerar los datos con suma cautela. Ramírez (2006) caracterizó la antropometría del trabajador minero en la región central de país alcanzando una media de estatura por debajo del promedio de la población general (Asgari et al, 2019). Estas medidas por ejemplo podrían ser utilizadas como referencia para proyectar medidas en población del centro del Perú, sin embargo es necesario realizar posibles actualizaciones debido al crecimiento secular (Pheasant y Haslegrave, 2006a). Esto abre la necesidad de tener que realizar estudios más precisos tomando en cuenta la variabilidad regional en donde las dimensiones antropométricas son menores con respecto a la de la población general. Para fines referenciales se recomienda utilizar percentiles más cercanos al 25 y 5 para diseñar a este grupo poblacional usando la presente tabla. Para alcanzar tales proyecciones se sugiere utilizar la ecuación 8.

En la actualidad hay una gran cantidad de problemas relacionados a adecuar la tecnología a las personas, lo cual lleva muchas veces a tener que tomar decisiones a ciegas sin que existan realmente parámetros que faciliten una elección adecuada en salvaguarda de la seguridad, salud y bienestar

del trabajador, así como de la productividad y eficiencia del trabajo. Un ejemplo claro de estas discrepancias es observada en la industria minera, en donde por ejemplo, las cabinas de los tractores o equipamiento pesado resultan ser más grandes que la de población en general, los cuales en las regiones altas son más pequeñas, pudiendo muchas veces incurrir en accidentes o lesiones tales como las que afectan al sistema musculoesquelético (Apud y Meyer, 2010a, 2010b).

Los datos antropométricos propuestos permiten dar un alcance general acerca de la distribución de las dimensiones antropométricas de la población peruana y abren la necesidad de tener que realizar estimaciones precisas y válidas para poder orientar decisiones relacionadas al diseño, la productividad y la salud de los trabajadores a gran escala. Sin embargo, se debe tener mucha precaución al utilizarlos, puesto que son netamente referenciales, de tal forma que su alcance no puede ir más allá de un componente estimativo.

Desde ingenieros, diseñadores, ergónomos o profesionales de la salud dedicados al diseño y confección de tecnología asistida como los terapeutas ocupacionales u otros profesionales relacionados, pueden utilizar la data siempre y cuando se considere sus limitaciones. Por tanto este estudio, actualiza la información antropométrica peruana con fines de diseño y abre la necesidad de realizar un estudio más profundo en donde se considere una muestra lo suficientemente grande para representar a la mayoría de la población peruana. Para ello, se recomienda utilizar parámetros muestrales estratificados en donde las regiones sean consideradas con su propia data antropométrica para poder detallar las necesidades de la población en función de grupos específicos.

Conclusiones

El estudio reveló datos antropométricos con fines ergonómicos a partir de la estatura de la población peruana. Los datos antropométricos fueron estimados a partir del método de escala por proporciones propuesta como una medida alternativa para determinar valores antropométricos cuando estos no están disponibles. Se debe tener mucha cautela al momento de utilizar las dimensiones puesto que son producto de algoritmos matemáticos estimativos, sin embargo su alta validez y confiabilidad permiten usarlos como referencias iniciales. Además, los valores finales abren la discusión sobre la necesidad de trabajar futuros estudios antropométricos en la población peruana más precisos y que alcancen mayor representatividad. Por tanto, se recomienda su uso

con precaución, no dejando de lado la posibilidad de realizar estimaciones antropométricas en terreno.

Referencias

- Apud, E. (1997). Diseño ergonómico y características antropométricas de mujeres y hombres adultos chilenos. Primeras Jornadas Iberoamericanas de Prevención de Riesgos Ocupacionales.
- Apud E., y Meyer, F. (2010a). Fundamentos y métodos ergonómicos aplicables al estudio del trabajo minero. En *ergonomía para la industria minera*. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Apud E., y Meyer, F. (2010b). Trabajo en maquinarias móviles. En *ergonomía para la industria minera*. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Asgari, S., Luo, Y., Belbin, G. M., Bartell, E., Roger, R., Slowikowski, K., Contreras, C., Yataco, R., Galea, J. T., Jimenez, J., Coit, J. M., Farronay, C., Nazarian, R. M., O Connor, T. D., Dietz, H. C., Hirschhorn, J., Guio, H., Lecca, L., Kenny, E. E., ... Raychaudhuri, S. (2019). A positively selected, common, missense variant in FBN1 confers a 2.2 centimeter reduction of height in the Peruvian population. *bioRxiv*, 561241. DOI: 10.1101/561241
- Ávila, R., Prado, L., y González, E. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia y Chile*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Bridger, R. (2018). Anthropometry , workstation and facilities design. En *introduction to human factors and ergonomics*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Castellucci, H. I., Viviani, C. A., Molenbroek, J. F. M., Arezes, P. M., Martínez, M., Aparici, V., y Bragança, S. (2019). Anthropometric characteristics of Chilean workers for ergonomic and design purposes. *Ergonomics*, 62(3), 459-474. DOI: 10.1080/00140139.2018.1540725
- Centro Nacional de Alimentación y Nutrición [CENAN] (2015). Estado nutricional por etapas de vida en la población peruana; 2013-2014.

https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/vigilancia_poblacion/VIN_E NAHO_etapas_de_vida_2013-2014.pdf

Estrada, J. (2011). *Ergonomía*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas [ITINTEC] (1987). *Manual antropométrico del hombre peruano para el diseño industrial*. Lima, Perú: ITINTEC. <https://books.google.com.pe/books?id=2pBqrgEACAAJ>

ISO 7250-1 (2017). Basic human body measurements for technological design—Part 1: Body measurement definitions and landmarks.

ISO 15535 (2012). General requirements for establishing anthropometric databases.

ISO 24496 (2017). (en) Office furniture—Office chairs—Methods for the determination of dimensions. <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:24496:ed-1:v1:en>

NCD Risk Factor Collaboration [NCD-RisC] (2016). A century of trends in adult human height. *eLife*, 5, e13410. DOI: 10.7554/eLife.13410

Pheasant, S. (1982). A technique for estimating anthropometric data from the parameters of the distribution of stature. *Ergonomics*, 25(11), 981-992. DOI: 10.1080/00140138208925059

Pheasant, S. (2003). Anthropometric Data. En *Bodyspace*. London, United Kingdom: Taylor & Francis.

Pheasant, S., y Haslegrave, C. (2006a). *Human Diversity. Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work* (Third Edition, pp. 65). Boca Raton, FL: CRC Press.

Pheasant, S., y Haslegrave, C. (2006b). Mathematical synopsis of Anthropometrics. En *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (Third Edition, pp. 293-294). Boca Raton, FL: CRC Press.

Pheasant, S., y Haslegrave, C. (2006c). Principles and practice of anthropometrics. En *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (Third Edition, pp. 28-30). Boca Raton, FL: CRC Press.

- Ramírez, A. V. (2006). Antropometría del trabajador minero de la altura. *Anales de la Facultad de Medicina Lima*, 67(4), 298-309. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v67n4/a04v67n4.pdf>
- Resnick, M. (1995). Estimating the Anthropometry of International Populations Using the Scaling Ratio Method. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 39(10), 673-677. DOI: 10.1177/154193129503901028
- Vigil, L., Gutiérrez, R., Cáceres, W., Collantes, H., y Beas, J. (2007). Salud ocupacional del trabajo de estiba: Los trabajadores de mercados mayoristas de Huancayo, 2006. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 24(4), 336-342. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v24n4/a03v24n4.pdf>

Anexo. Dimensiones antropométrica consideradas; descripción y utilidad ergonómica.

	Dimensión	Descripción de la dimensión	Utilidad ergonómica
1	Estatura	Distancia vertical desde el suelo al punto más alto de la cabeza (vértex).	Medida útil para comparar poblaciones y estimar datos. Define el espacio vertical requerido en el espacio de trabajo de pie. Espacio mínimo aceptable vertical para transitar en superficies aéreas, tales como dinteles, vigas de techo o accesorios de iluminación.
2	Altura del ojo	Distancia vertical medida desde el suelo al ángulo externo del ojo.	Centro de referencia visual para la localización de displays.
3	Altura del hombro	Distancia vertical del piso al acromion.	Centro de rotación aproximado del miembro superior y por tanto el centro de zonas de confort para alcances.
4	Altura del codo	Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más bajo del codo.	Determinación de superficies de trabajo.
5	Altura al nudillo	Distancia vertical desde el suelo al tercer metacarpiano.	Nivel de referencia de empuñaduras. Empuñaduras de objetos portables deberían ser menores que la altura del nudillo. Además es una referencia para la altura óptima necesaria para ejercer esfuerzo para levantar.
6	Altura sentado	Distancia vertical desde la superficie del asiento al vértex.	Espacio requerido entre el asiento y obstáculos sobre la cabeza.
7	Altura del ojo, sentado	Distancia vertical desde la superficie del asiento al ángulo externo del ojo.	Centro de referencia visual para la localización de displays sentado.
8	Altura del hombro, sentado	Distancia vertical desde la superficie del asiento al acromion.	Centro aproximado de rotación del miembro superior, sentado. útil para proyectar medidas del respaldar.
9	Altura subescapular sentado	Distancia vertical desde el ángulo inferior de la escapula a la superficie del asiento.	Altura para referenciar respaldar con apoyo regular.
10	Alcance funcional	Distancia horizontal desde una superficie vertical al eje de la empuñadura mientras el sujeto apoya ambos omoplatos contra la superficie vertical.	Alcance funcional por delante necesaria para alcanzar objetos.
11	Alcance mínimo funcional	Distancia horizontal ente la parte posterior del brazo (en el codo) al eje de la empuñadura con los brazos doblados en ángulo recto.	Alcance del antebrazo, usado para determinar el área mínimo de trabajo hacia delante.

12	Altura del codo, sentado	Distancia vertical de la superficie horizontal del asiento al punto más bajo del codo cuando el brazo está en ángulo recto con el antebrazo en posición horizontal.	Altura de apoyabrazos. Referencia para alturas de escritorios, teclados, etc.
13	Profundidad de abdomen	Distancia máxima horizontal desde el plano de referencia vertical al frente del abdomen en una posición sentada estándar.	Espacio entre el respaldar y obstrucciones por delante.
14	Espesor del muslo	Distancia vertical desde la superficie del asiento al punto más alto del muslo.	Espacio requerido entre el asiento y la parte inferior de las superficies de mesas o de otros obstáculos.
15	Longitud glúteo-poplíteo	Distancia horizontal desde la parte trasera de los glúteos descomprimidos hasta el hueco de la rodilla.	Define la máxima profundidad del asiento . Posibles correcciones pueden ser requeridas para diseñar: hasta 5 cm menos de la medida para profundidad de asientos.
16	Longitud glúteo-rotular	Distancia horizontal desde la parte trasera de los glúteos descomprimidos hasta la parte anterior de las rodillas.	Espacio entre respaldar y obstáculos frente de la rodilla.
17	Altura de la rodilla, sentado	Distancia vertical desde el suelo al punto más alto del borde superior de la rótula.	Espacio requerido debajo de las superficies de la mesa.
18	Altura poplíteo	Distancia vertical desde la superficie en que se apoyan los pies a la superficie inferior del muslo inmediatamente detrás de la rodilla, con la pierna doblada en ángulo recto.	Define la máxima altura aceptable de un asiento.
19	Ancho entre codos	Distancia horizontal máxima entre las superficies laterales de la región de los codos.	Espacio mínimo requerido para separar espacios de trabajo.
20	Ancho de caderas	Ancho del cuerpo medido en la parte más ancha de las caderas.	Espacio requerido para el ancho del asiento; el ancho de un asiento no debería menor a esta medida. Puede existir correcciones dependiendo de la utilidad y la ropa usada para sentarse.
21	Largo de mano	Distancia perpendicular desde una línea ubicada entre la apófisis estiloides hasta la punta del dedo medio.	Espacio requerido para acceso de manos , diseño de guantes o herramientas.
22	Ancho del carpo	Distancia proyectada entre los metacarpianos radiales y cubitales, a nivel de la cabeza de los metacarpos desde el segundo al quinto metacarpo.	Espacio requerido para acceso de manos, empuñaduras, manijas entre otros.

23	Largo del pie	Distancia máxima desde atrás del talón, hasta la punta del dedo más largo (primero o segundo orjejo) paralela al eje longitudinal del pie.	Espacio para el pie así como diseño de pedales (uso para el calzado).
24	Ancho del pie	Distancia máxima entre las superficies lateral y medial del pie perpendicular al eje longitudinal del mismo.	Espacio para el pie, espacio para los pedales (uso para el calzado).