

The background of the cover is a light blue-grey color, overlaid with a pattern of faint, hand-drawn anthropometric sketches. These sketches show human figures in various poses (standing, kneeling, sitting) with dimension lines and numerical values indicating measurements such as height, reach, and seated height. The numbers are in a simple, hand-drawn font, some appearing as '100', '150', '200', '250', '300', '350', '400', '450', '500', '550', '600', '650', '700', '750', '800', '850', '900', '950', '1000', '1050', '1100', '1150', '1200', '1250', '1300', '1350', '1400', '1450', '1500', '1550', '1600', '1650', '1700', '1750'.

ANTROPOMETRÍA

PARA EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

Mauricio López Acosta
Enrique De la Vega Bustillos
Ernesto Ramírez Cárdenas
Allán Chacara Montes
José Manuel Velarde Cantú
Grace Erandy Báez Hernández



ANTROPOMETRÍA PARA EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

*Mauricio López Acosta
Enrique De la Vega Bustillos
Ernesto Ramírez Cárdenas
Allán Chacara Montes
José Manuel Velarde Cantú
Grace Erandy Báez Hernández*



OFICINA DE
PUBLICACIONES
ITSON



Antropometría para el diseño de puestos de trabajo

2019, Instituto Tecnológico de Sonora.
5 de Febrero, 818 Sur, Colonia Centro,
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000
Web: www.itson.mx
email: rectoria@itson.mx
Teléfono: (644) 410-90-00

ISBN: **978-607-609-207-1**

Ebook

Edición Literaria:
Mauricio López Acosta
Cecilia Ivonne Bojórquez Díaz
Enrique De la Vega Bustillos

Coordinación: Editorial ITSON
Maquetado y diseño: Lorenia Guadalupe Félix Esquer

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión, mediante cualquier sistema o método electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito de Instituto Tecnológico de Sonora.
Todos los derechos reservados.

Primera edición 2019

Índice

Prólogo	i
Introducción a la Antropometría	1
Antropometría	5
Medidas básicas en Antropometría	9
Medidas básicas del Cuerpo	12
1. Estatura	12
2. Altura al dedo medio en Posición Normal	12
3. Altura al Ojo	13
4. Altura a la Muñeca	13
5. Altura al Hombro	14
6. Altura al Glúteo	14
7. Altura al Codo	15
8. Altura a la Cintura	15
9. Ancho de los brazos extendidos lateralmente	16
10. Ancho de codos con las manos al centro del pecho	17
11. Largo del brazo respecto a la pared	18
12. Distancia de la pared al centro del puño	18
13. Ancho de hombros	19

14. Circunferencia de la cadera	19
15. Ancho de pecho	20
16. Ancho de cadera, parado	20
17. Circunferencia del pecho	21
18. Circunferencia de la cintura	21
19. Circunferencia de la cabeza	22
20. Circunferencia del cuello	22
21. Distancia de oído a oído sobre la cabeza	23
22. Ancho de la cara a la altura de las patillas	23
23. Altura de la barbilla a la parte superior de la cabeza	23
24. Longitud de la cabeza	23
25. Altura del asiento a la cabeza	24
26. Altura del asiento a los ojos	24
27. Altura del asiento al codo a 90°.	24
28. Altura al muslo	25
29. Altura del asiento al hombro	25
30. Altura del suelo a la parte posterior de la rodilla	26
31. Altura del suelo a la rodilla	26
31. Ancho de la espalda con los brazos extendidos hacia el frente	27
32. Ancho de la cadera sentado	27
33. Altura del asiento al dedo medio con los brazos hacia arriba	28
34. Altura del centro del puño con los brazos hacia arriba	28
35. Altura de la cabeza al suelo sentado	29
36. Altura del suelo al asiento	29
37. Longitud de la parte posterior de la rodilla, al respaldo de la silla	30
38. Longitud de la rodilla al respaldo de la silla	30
39. Longitud del codo al dedo medio	30
40. Ancho de los muslos con las rodillas juntas	31
41. Peso	31
Antropometría en Manos	32
42. Longitud máxima de la mano	32
43. Longitud de la mano o longitud palmar	33
44. Ancho de la mano	33
45. Ancho máximo de la mano	34

46. Espesor de la mano	34
47. Diámetro de agarre	35
48. Circunferencia máxima de la mano	35
49. Circunferencia de la mano	36
50. Longitud de las falanges	36
Posición de Atención Antropométrica	37
Equipos comúnmente utilizados	39
Cálculo de Percentiles	42
Referencias	43

Prólogo

Esta obra, tiene por objetivo contribuir con una guía de información sobre las medidas antropométricas a considerar para el diseño de puestos de trabajo y herramienta de uso manual. La obra contiene información relevante y validada, organizada convenientemente para facilitar y estandarizar su utilización. Se busca repercutir de forma directa en el diseño de los puestos de trabajo y herramienta manual de tal manera que se establezca una adecuada relación en las dimensiones del sistema hombre máquina, podrá facilitar el diseño de áreas, espacios de trabajo y tareas más adecuados a las características y limitaciones de los usuarios promoviendo lugares de trabajo más seguros y productivos.

Los Autores

Introducción a la Antropometría

En la actualidad, las empresas se enfrentan diariamente a nuevos tipos de retos originados por el mercado, la competencia, el avance tecnológico y la disponibilidad de los recursos necesarios para poder estar vigente en las opciones de sus clientes. En la búsqueda de dar abastecer mercados más amplios, diversificar sus productos y servicios, actualizar y mejorar sus procesos, generar respuestas más rápidas y acordes a la exigencia de sus consumidores, se ha vuelto una necesidad imperiosa el poder aprovechar al máximo los recursos con que cuenta cada empresa y tener la capacidad de mantenerse como una opción dentro del vasto mercado donde se desenvuelve.

Tomando en cuenta la importancia del trabajador en cualquier tipo de empresa, es cada vez más evidente su crucial papel dentro de la búsqueda de cumplir con sus compromisos ante el cliente y poder alcanzar las metas establecidas en su planeación y operación estratégica. Es así, como en los últimos años se han desarrollado diferentes estrategias que buscan darle más valor al aporte que, como individuo, el trabajador puede ofrecer de manera ventajosa a las empresas; desde los enfoques manufactureros de la filosofía Japonesa en el Mejoramiento Continuo o el Involucramiento Total del Trabajador del sistema Toyota, hasta la perspectiva ventajosa en la Gestión de Negocios que el Empowerment puede ofrecer. No importando el enfoque, nos queda claro que una tendencia actual en cualquier empresa, deberá ser siempre, potencializar el recurso humano.

Pero, ¿Qué pasa cuando a los trabajadores no se les provee de las herramientas adecuadas para llevar a cabo sus actividades? o ¿Qué pasa cuando se le exige a una persona realizar una actividad que esta por encima de su capacidad física, mental o intelectual? En estas situaciones, nos queda claro que el desempeño del individuo no será el ideal o el esperado, debido a que se verá afectado su proceder en función de sus limitantes. De aquí surge una pregunta básica, ¿Es la persona la que se debe de adecuar al trabajo o por el contrario; el trabajo es el que debe de adecuarse al hombre? El enfoque que da la Ergonomía y la Antropometría Aplicada nos ayuda a darle respuesta a esa pregunta.

La antropometría es la ciencia de la medición y el arte de la aplicación que establece la geometría física, las propiedades de volumen y las capacidades de resistencia del cuerpo humano. el nombre se deriva de la palabra *anthropos*, que quiere decir humano, y *metricos*, que se refiere a la medición. La medición de los seres humanos puede ser importante para muchas aplicaciones, incluyendo entre estas a la criminología, medicina práctica y selección de personal. Sin embargo, se hará énfasis en las aplicaciones del diseño, considerando las mediciones más útiles para el mismo y se mostrará la manera en que son utilizadas para ese propósito (Roebuck, 1995).

Los estudios antropométricos son necesarios ya que nos permiten identificar cuáles son los requerimientos físicos necesarios a considerar al momento de diseñar equipos, herramientas, espacios, puestos de trabajos en otros elementos apropiados para una población objetivo.

La evaluación y diseño ergonómico de productos de diseño industrial, de productos de consumo (mobiliario escolar, de oficina, doméstico, electrodomésticos, objetos-artefactos, etc.), máquinas y herramientas, así como de puestos y estaciones de trabajo, implica la consideración de factores anatómicos, antropométricos, fisiológicos, biomecánicos, psicológicos y socioculturales entre otros, dentro de los cuales, el conocimiento de la variabilidad antropométrica de la población usuaria resulta imprescindible, pues de allí depende la correcta adecuación entre las dimensiones del cuerpo de las personas y las dimensiones de los productos y entornos que utilizan o van a utilizar en sus actividades cotidianas.

La falta de adecuación antropométrica es la causa más frecuente de incomodidad, fatiga, errores, insatisfacción y lesiones musculoesqueléticas, (Kumar, 2001), tanto en población trabajadora como en población general, pudiendo producir incluso deformidades óseas durante la etapa de crecimiento y desarrollo de niños y jóvenes.

El disponer de datos antropométricos de una población determinada para su aplicación al diseño de equipos y dispositivos que hayan de ser empleados por las personas que la componen, es esencial para que estos elementos estén convenientemente adaptados al uso que se espere de ellos. Una consideración especial merece la disponibilidad y el empleo de estos datos para el diseño de máquinas, puestos de trabajo y equipos de protección, en los que su adaptación ergonómica a los usuarios potenciales no sólo contribuye a su eficacia funcional sino también a incrementar la seguridad y el bienestar de estos usuarios (Carmona, 2001). De ahí que la antropometría es una herramienta fundamental en Ergonomía para el ajuste entre las dimensiones de productos y puestos de trabajo y las necesidades y características del trabajador.

El uso de los datos antropométricos para el diseño de las estaciones de trabajo es fundamental, como lo señalan Stone, Marklin y Mezei (2011) quienes a partir de un análisis antropométrico propusieron intervenciones en estaciones de trabajo para la generación de combustibles a fin de decrementar la incidencia de desórdenes musculoesqueléticos entre este grupo laboral.

En otro estudio desarrollado con médicos sonógrafos del sexo femenino (Hill, Slade, & Russi, 2009), en el cual mediante un análisis de componentes principales se exploró la relación entre las dimensiones antropométricas, y los factores organizacionales con la prevalencia de síntomas musculoesqueléticos, resultando que las dimensiones son una de los principales predictores de los síntomas.

Quintana y Alonso (2003), por su parte emplearon los datos antropométricos de trabajadores industriales México-americanos para el ajuste de equipo de costura, el cual al no considerar las dimensiones de los usuarios provocan posturas inadecuadas que afectan al cuerpo y con el tiempo generan desordenes musculoesqueléticos. Su propuesta es a partir de las dimensiones de los trabajadores, elegir mobiliario con un rango de ajuste adecuado a los sujetos.

En cuanto a la variabilidad, las características de las dimensiones de un ser humano son determinadas por la influencia de varios factores. En la perspectiva ergonómica, los factores más importantes son edad, sexo, etnicidad, estado nutricional y, en el caso de una población laboral, la ocupación misma (Martínez, Aguilera, Serratos y Negrete, 2002).

Actualmente existen muchos estudios antropométricos, cada país a través de asociaciones, investigadores, instituciones de educación superior hacen esfuerzos por contar con bases de datos antropométricas; sin embargo su uso es limitado debido a las diferencias antropométricas entre países, en México hasta la fecha (2019) no existe una muestra representativa a nivel nacional, de las dimensiones antropométricas de la población mexicana y menos desde el punto de vista de la Ingeniería Antropométrica (antropometría aplicada a la ergonomía).

La gran mayoría de los estudios antropométricos en México han sido realizados desde el punto de vista de la Antropología Física, y han sido muestras pequeñas, y muy localizadas, como se pueden ver en la revista Anales de Antropología, publicada desde 1964, aunque ya en 1954, Beatriz Barba publicó un estudio sobre la aplicación de la antropometría al diseño de mobiliario para alumnos de primaria y en 1955 Johana Faulhaber se interesó en la utilidad de la antropometría para la industria del vestido, (Vargas, 1982). Por otra parte, son muy conocidos los estudios de Ramos Galván (1975), sobre Desarrollo y Crecimiento y los de Johana Faulhaber (1976), ambos con muy pocas dimensiones y con fines diferentes a los ergonómicos. Es hasta finales de la década de 1970, que Luis Vargas, (Vargas y Casillas, 1976) Leticia Casillas (Casillas, Vargas y Martínez, 1978) y García Olvera (García Olvera, 1980) realizan estudios antropométrico con fines ergonómicos, es decir, con el objetivo de diseñar muebles escolares adecuados a las dimensiones de los estudiantes.

Entre 1993 y 1999 al iniciar actividades el Laboratorio de Ergonomía de la Universidad de Guadalajara, se realizó una muestra representativa de la Zona Metropolitana de Guadalajara, midiéndose 8,228 sujetos entre los 3 y los 90 años, datos que fueron publicados en el 2001 (Ávila, 2001) (Prado, 2001). En el 2004-2006, el Centro de Investigaciones en Ergonomía realiza otra muestra de población de la Zona Metropolitana de Guadalajara, midiendo 2,200 personas entre los 15 y los 65 años, utilizando un escáner tridimensional cuyas medidas son utilizadas para el diseño de ropa, así como un grupo de dimensiones que fueron tomadas en forma manual, con fines de aplicación en ergonomía.

En el año 2010 la Cámara Nacional de la Industria del Vestido, realiza un estudio nacional utilizando escáner tridimensionales, para satisfacer sus necesidades de optimizar las tallas de ropa, adecuándolas a las dimensiones de la población mexicana. Éstos datos son privados y no han sido publicados, además que tienen poca utilidad en el campo de la ergonomía ya que en su mayoría, se trata de dimensiones corporales de superficie, (perímetros, contornos) tomadas en una sola posición de pie diferente a la postura estandarizada de la Ingeniería Antropométrica, y no dispone de datos importantes como los alcances de brazos, dimensiones en posición sedente y dimensiones de cabeza, y manos, por lo cual su utilidad se limita a la industria del vestido.

Entre los años 2008 y 2010 se han realizado otras muestras en trabajadores principalmente en la industria petrolera, cuyos datos tampoco han sido publicados por tratarse de información privada, y en el año 2010 De la Vega (De la Vega, 2010) realizó un estudio de trabajadores de la industria automotriz en la ciudad de Hermosillo, Son.

Como puede observarse, se trata de estudios muy localizados, con un objetivo específico, en una sola empresa y en una misma ciudad, en diferentes tiempos, y que consideran diferentes variables, por lo que no puede obtenerse de ellos una base de datos confiable y representativa de la población mexicana; siendo el motivo por la que diferentes Instituciones, investigadores y la Sociedad de Ergonomistas de México A.C., buscan integrar estos elementos para dar soporte a soluciones ergonómicas más incluyentes.

De ahí la importancia de contar con datos obtenidos de una manera estandarizada y representativa de nuestro país y nuestras regiones, que incorpore datos de los diferentes estratos de nuestra población y que puede irse logrando mediante pequeñas muestras, utilizando una misma técnica y los mismos instrumentos, lo cual es el objetivo de este documento.

Es por esta razón y apegados a la visión de la disciplina y profesión de la Ergonomía y los Factores Humanos (HFE) establecida por la Asociación Internacional de Ergonomía en Dul et al., (2012), la cual establece que “se debe fortalecer la aplicación de la ergonomía y los factores humanos a través de la promoción de la educación, asegurar el uso de estándares de calidad en su aplicación y promover la investigación de la ergonomía y factores humanos en las universidades y organizaciones” se presenta a continuación una guía de referencia para considerar las Medidas Antropométricas para el diseño de Puestos de trabajo con la finalidad de estandarizar en la medida de lo posible la adquisición de los datos de las variables a considerar en los diseños de ingeniería.

Antropometría

El principio ergonómico fundamental que debe regir todas nuestras intervenciones es el de adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa. Durante las veinticuatro horas del día, minuto a minuto, todos los años de nuestras vidas, estamos formando parte de múltiples sistemas y ocupando los más variados espacios en diversos lugares donde realizamos todas nuestras actividades, alguna de las cuales, ciertamente, jamás podemos dejar de hacer. Las relaciones dimensionales que se establecen entre nuestros cuerpos y muchos de estos espacios y objetos generalmente no se ajustan a nuestras necesidades antropométricas

La Cineantropometría es una disciplina que trata sobre el tamaño, la forma y la composición del cuerpo humano. Variables tales como la actividad física, la alimentación, el crecimiento, la raza entre otras cuestiones modifican los parámetros derivados para determinar las diferentes formas y tamaños de la composición corporal. Dentro de la Cineantropometría se encuentra la técnica antropométrica, como herramienta para la medición de peso, talla, pliegues cutáneos, diámetros, longitudes y perímetros para la estimación de la composición corporal (CC). Para estas mediciones, se elabora un protocolo como también la aplicación de diversas ecuaciones de estimación de la CC. Este es un método doblemente indirecto, así como la mayoría de las técnicas de la valoración de la composición corporal utilizados en la práctica (Norton K, 1996). Las medidas antropométricas se realizan en base a una de las medidas o parámetros corporales, que son aquellos recomendados por el cuerpo normativo de referencia en cineantropometría, en base al consenso internacional, la Internacional Society for the Avancement of Kinanthropometry (Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría) (ISAK, 2001), siguiendo unas localizaciones concretas basadas en los textos de Ross y Marfell-Jones de 1991, respaldadas por la ISAK y por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC).

La antropometría estudia las medidas del ser humano para el diseño industrial de productos adaptados según el sexo, raza, edad, etc, dependiendo de la dimensión y estructura humana y la actividad realizada. En el mundo laboral es importante este concepto ya que se refiere a las posturas que se deben tomar respecto

a la maquinaria utilizada para una seguridad y salud óptima en el trabajo. La antropometría estudia la medida del ser humano y la actividad y movimiento realizados, que de forma correcta evitrán esfuerzos innecesarios y lesiones ocasionales, (Lubián, 2014).

La antropometría es disciplina que describe 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, (Mondelo, Torada, & Bombardó, 2004).

La antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, lo mismo con objetivos antropológicos, médicos, deportivos, que para el diseño de sistemas de los que la persona forma parte: objetos, herramientas, muebles, espacios y puestos de trabajo. La diferencia estriba precisamente en los objetivos con que se utilice.

Tipos de Antropometría

La antropometría se divide en dos grandes grupos: antropometría estática o estructural y antropometría dinámica (Obregón, 2016). La primera mide al cuerpo mientras éste se encuentra fijo en una posición, lo que permite medir el esqueleto entre puntos anatómicos específicos (por ejemplo, el largo del brazo medido entre el acromion y el codo). Las aplicaciones de este tipo de antropometría permiten el diseño de objetos como guantes y cascos.

La antropometría dinámica valora los movimientos como sistemas complejos independientes de la longitud de los segmentos corporales. El esqueleto es análogo a unos eslabones artículos, sujetos por unos resortes (los músculos). Las posibilidades de diferentes articulaciones permiten definir las zonas de confort que corresponden a unos ángulos intersegmentarios; las zonas de prensión quedan definidas por la longitud de los segmentos que separan los centros articulados del cuerpo humano y por los ángulos de confort entre cada eslabón.

Sobre la base de las dimensiones antropométricas y eligiendo las pertinentes en función de lo que se vaya a diseñar (puesto de trabajo, herramientas, etc.) es posible acometer el estudio de las dimensiones necesarias del área de trabajo, teniendo presente un axioma fundamental en el diseño de puestos de trabajo, que indica que debe calcularse el área de trabajo de forma que se consiga la máxima economía de movimientos, (Álvarez, 2007).

Las características antropométricas y funcionales de la persona son importantes determinantes de las condiciones ergonómicas; por tanto, los estudios antropométricos deben referirse a poblaciones específicas. Estas características poblacionales son fundamentales para establecer bases de datos normativas que permitan la toma de decisiones adecuadas en relación con los parámetros para el diseño de sistemas de trabajo ergonómicos. El adecuado diseño de los sistemas de trabajo permite optimizar el desempeño durante la ejecución del trabajo, evitando fatiga y lesiones y logrando mejorar la calidad de vida para el trabajador y contribuyendo a aumentar la productividad para la empresa, (Carmenate, Mondaca, & Borjas, 2014).

Para la toma de los parámetros antropométricos hay que tener una serie de consideraciones que den fiabilidad a los datos que se quiere obtener (Cabañas 2009; Alvero Cruz, 2010; Rivas, 2007; Sirvent & Garrido,2009),):

- El tipo de método de medición debe estar exhaustivamente descrito y estandarizado.
- La exploración se realizará en un lugar amplio e intentar tener una temperatura confortable. El sujeto estudiado estará descalzo y con la mínima ropa posible (ropa adecuada), como pantalón corto o ropa ajustada.
- Las medidas de peso corporal y estatura sufren variaciones a lo largo del día, por lo que es deseable realizarlas a primera hora de la mañana. Si esto no es posible, conviene indicar la hora del día y las condiciones del momento, como ingesta de alimentos o entrenamiento previo.
- Con el objetivo de permitir comparaciones de medidas en cualquier grupo de población, se realizarán en el hemicuerpo derecho. Sin embargo en casos de limitación física o predominio en el desarrollo de alguna extremidad, se tomarán en el otro hemicuerpo.
- Antes de realizar una antropometría, es necesario asegurar que los elementos de medición estén correctamente calibrados y se compruebe su exactitud. Esto incluye el conocimiento básico de los diferentes aparatos que se utilizan para tomar las medidas antropométricas, para identificar sus limitaciones y lograr ajustar estas limitaciones.
- Cada una de las mediciones deben estar definida con respecto a los puntos de referencia, considerando su posterior uso en actividades de diseño.
- La exploración se iniciará marcando los puntos anatómicos y las referencias antropométricas necesarias para el estudio. Las medidas se tomarán siguiendo un orden práctico y cómodo. Por ejemplo las que marcan las planillas antropométricas.
- Informar al sujeto cerca de las mediciones que se les efectuarán y deberán rellenar un formulario de consentimiento informado, el cual es muy aconsejable.
- La muestra ponderada debe ser lo suficiente grande como para lograr confiabilidad estadística deseada.
- La distribución de una dimensión como la talla en una muestra homogénea puede ser calificada como una distribución estadística normal.
- Para el entrenamiento y habilidades en la toma de las mediciones, se deben realizar 2-3 mediciones no consecutivas para cada parámetro antropométrico, utilizando la media en los cálculos posteriores si se toman dos mediciones, y la mediana si se toman tres. La diferencia entre la segunda medida con respecto a la primer no puede superior al 2%, tanto en los perímetros, diámetros, peso y talla. Ello es de especial importancia en principiantes, para que repitiendo las medidas pueda establecer confiabilidad y precisión.
- Donde sea posible, un asistente escribirá los valores y ayudará a normalizar la técnica de medición.

- Para verificar la fiabilidad de la toma de datos se recomienda recurrir a el Coeficiente de Correlación
- Intraclase (CCI) el cual es ampliamente utilizado para evaluar la reproducibilidad de las mediciones entre los evaluadores, laboratorios, técnicos, o dispositivos (Zaki, Bulgiba, Norbin, & Ismail, 2013) lo que permite definir que la variabilidad observada se explica por las diferencias entre sujetos y no por diferencias del método de medición.
- Los sitios deben medirse en una sucesión establecida para evitar cambios. Es decir, realizar una medición completa de todos los datos, antes de repetir la segunda y luego la tercera serie de mediciones.
- Normalmente, los evaluadores no deben tomar mediciones después de una sesión de actividad física, sauna, ducha, puesto que pueden producir deshidratación y/o hipertermia (incremento del flujo sanguíneo). Esto puede afectar el peso corporal, y los valores de pliegues y perímetros.
- Es conveniente disponer de un potente software informático que nos facilite los cálculos antropométricos y haga posible elaborar informes precisos y personalizados de cada exploración así como de la evolución temporal de los datos.

Medidas básicas en Antropometría

En México es escasa la información de datos antropométricos de la población, lo cual repercute de forma directa en el diseño de los puestos de trabajo al no contar con las bases de datos que permitan establecer una adecuada relación en las dimensiones del Sistema Hombre Máquina, lo que provoca que los usuarios tengan que ajustarse a las condiciones con las que fueron diseñados sus puestos de trabajo, favoreciendo la aparición de fatiga excesiva, y en última instancia problemas significativos de salud para los operadores y para las organizaciones reducción en productividad.

Entre los profesionistas dedicados al área de la salud ocupacional en nuestro país, ha existido la constante preocupación de que las actividades de trabajo no dañen la integridad de los trabajadores, atendiendo a los aspectos de seguridad e higiene y también a los de organización en el trabajo. Parte de esto lo constituye el diseño de los puestos de trabajo adecuados, que incluyen los aspectos ergonómicos. Esto último tiene que ver con la adaptación de maquinaria o herramienta no fabricada en el país y que debe tomar en cuenta las características de los trabajadores mexicanos. Sin embargo, se carece de información completa y exacta de las características antropométricas de los trabajadores mexicanos en general (Trujillo, Quintana, Peñuelas y Anzaldo (2005).

Las máquinas que utilizan las empresas, en una gran proporción, son de origen extranjero, lo que se traduce en dificultades para su manejo, pues los trabajadores deben hacer esfuerzos innecesarios para observar los dispositivos informativos y para manipular los diferentes controles, la falta de información, no permite a los empresarios contar con parámetros para el diseño y construcción de herramientas, maquinarias y equipo que prevengan el daño y salud de los trabajadores. El mobiliario utilizado en los sitios de trabajo y especialmente en oficinas, es fabricado en ocasiones de manera empírica, con dimensiones que no consultan las necesidades del usuario, que en una gran cantidad de ocasiones obligan a posturas incómodas y a esfuerzos indebidos.

Por estas consideraciones es necesario disponer de una base de datos antropométricos de la población, y en particular de la población laboral, con el propósito de ser utilizados posteriormente en las diferentes actividades laborales, en aplicación en diversos servicios, en el diseño de espacios y en aspectos relacionados con la salud.

Los datos antropométricos permiten establecer en los puestos de trabajo los objetivos visuales y los puntos de operación en los lugares apropiados, de manera que el trabajo pueda ser realizado con comodidad y con el menor riesgo posible para la salud del trabajador; del igual manera apoyan la determinación del equipo de protección personal. Ante la ausencia de información confiable, es importante conformar bases de datos que permitan el análisis de las mismas, para tomar decisiones adecuadas.

En este documento se consideran como dimensiones antropométricas a las medidas morfológicas, macroscópicas, fenotípicas y de superficie, que se realizan a las personas bajo un protocolo de medición y según técnicas reconocidas en la literatura científica internacional. Siendo algunas de las siguientes variables de estudio:

- Altura del asiento a la cabeza.
- Altura del asiento a los ojos.
- Altura del asiento al codo a 90°.
- Altura al muslo, sentado.
- Altura de la cabeza al suelo, sentado.
- Altura del suelo al asiento.
- Longitud de la parte posterior de la rodilla, al respaldo de la silla.
- Longitud de la rodilla al respaldo de la silla.
- Altura del suelo a la parte posterior de la rodilla.
- Altura del suelo a la rodilla.
- Longitud del codo al dedo medio.
- Largo del pie.
- Ancho del pie.
- Alto del empeine.
- Altura del asiento al dedo medio con los brazos hacia arriba.
- Altura del centro del puño con los brazos hacia arriba.
- Ancho de la espalda con los brazos extendidos hacia el frente.
- Altura del asiento al hombro.
- Ancho de la cadera, sentado.
- Ancho de los muslos con las rodillas juntas.
- Estatura.
- Altura a la muñeca.
- Circunferencia del cuello.
- Circunferencia de la cabeza.
- Altura al codo.
- Altura a la cintura

- Ancho de hombros.
- Circunferencia de la cadera.
- Ancho de la cabeza.
- Altura al ojo.
- Altura a la muñeca.
- Ancho de cadera, parado.
- Circunferencia del pecho.
- Altura al dedo medio en posición normal.
- Altura al hombro.
- Altura al glúteo.
- Ancho de pecho.
- Circunferencia de la cintura.
- Longitud de la mano.
- Longitud de la palma.
- Ancho de la palma de la mano.
- Diámetro de agarre (interior).
- Ancho de los brazos extendidos lateralmente.
- Ancho de codos con las manos al centro del pecho.
- Largo del brazo respecto a la pared.
- Distancia de la pared al centro del puño.
- Altura de la barbilla a la parte superior de la cabeza.
- Longitud de la cabeza.
- Distancia de oído a oído sobre la cabeza.
- Ancho de la cara a la altura de las patillas.

Medidas básicas del Cuerpo

1. Estatura. Es la distancia vertical del piso al vértex (parte superior de la cabeza). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

2. Altura al dedo medio en Posición Normal. Es la altura, desde el piso, hasta la punta del dedo medio, con el brazo derecho, mano y dedos extendidos hacia abajo en posición normal. El sujeto permanece parado erecto, viendo hacia el frente.

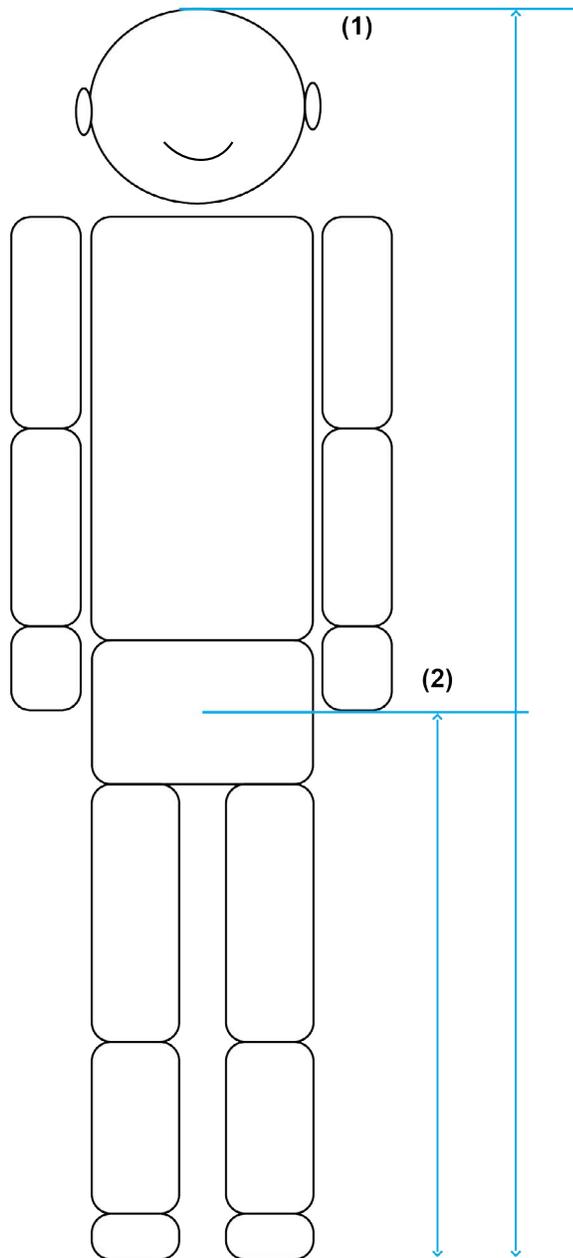


Figura 1. Postura para medir estatura y altura al dedo medio

3. Altura al Ojo. Es la altura, desde el piso, hasta el ángulo palpebral externo. El sujeto permanece parado erecto viendo hacia el frente.

4. Altura a la Muñeca. Es la distancia vertical desde la superficie del piso a la distancia del punto de la muñeca. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

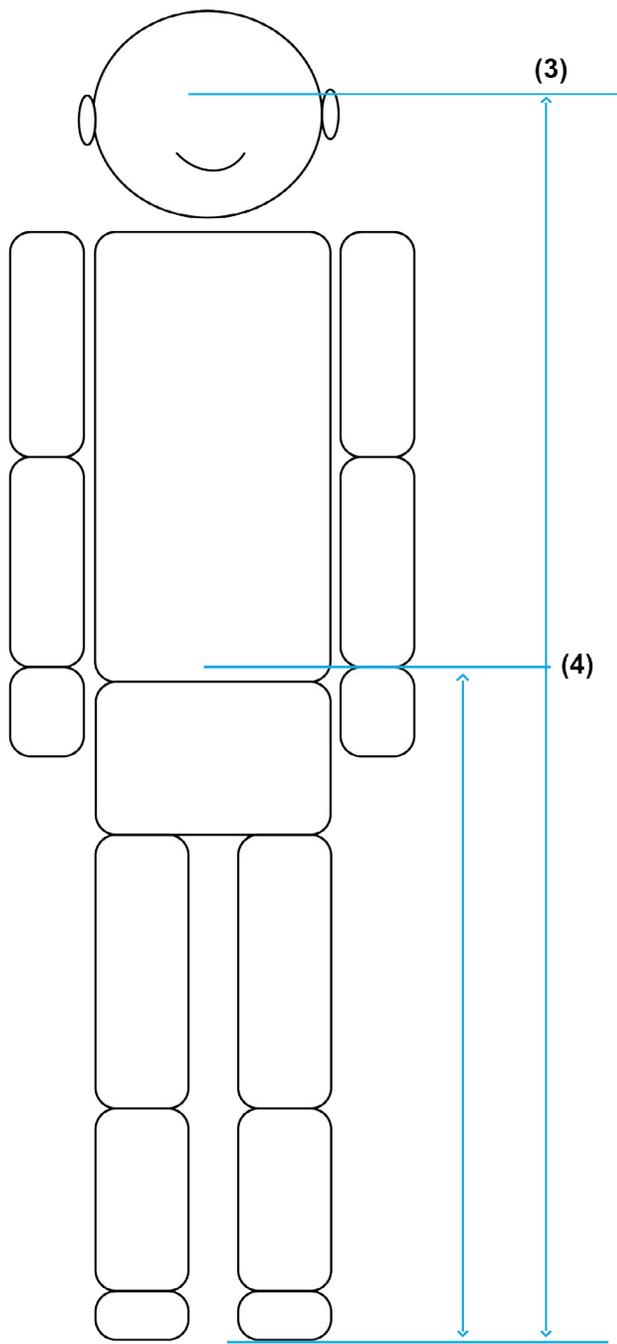


Figura 2. Postura para medir altura al ojo y altura a muñeca

5. Altura al Hombro. Es la distancia vertical del piso al acromio (la parte más alta del hombro). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

6. Altura al Glúteo. Es la altura de la marca en que la curva glútea intercepta al muslo (pliegue glúteo). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

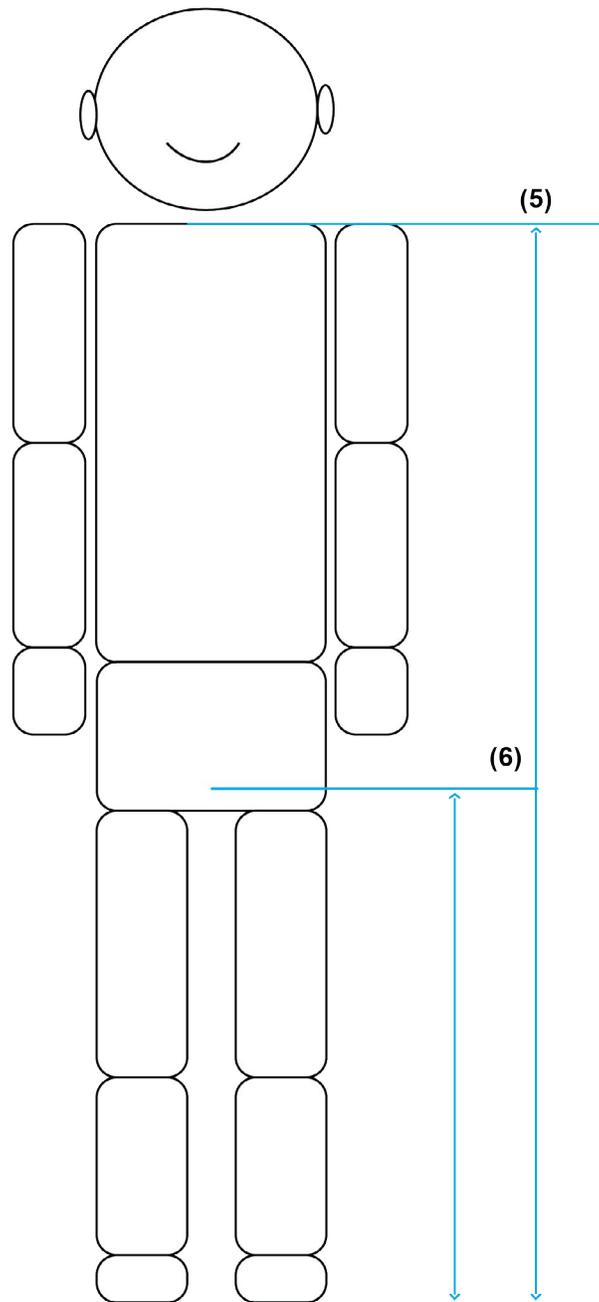


Figura 3. Postura para medir altura al hombro y altura al glúteo

7. Altura al Codo. Es la distancia vertical de la superficie del suelo a la depresión del codo donde se encuentran los huesos del brazo y antebrazo (radial). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies y los brazos a los lados en forma natural.

8. Altura a la Cintura. Es la distancia vertical de la superficie del piso al nivel de la cintura (la línea horizontal entre la última costilla y la cresta iliaca). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

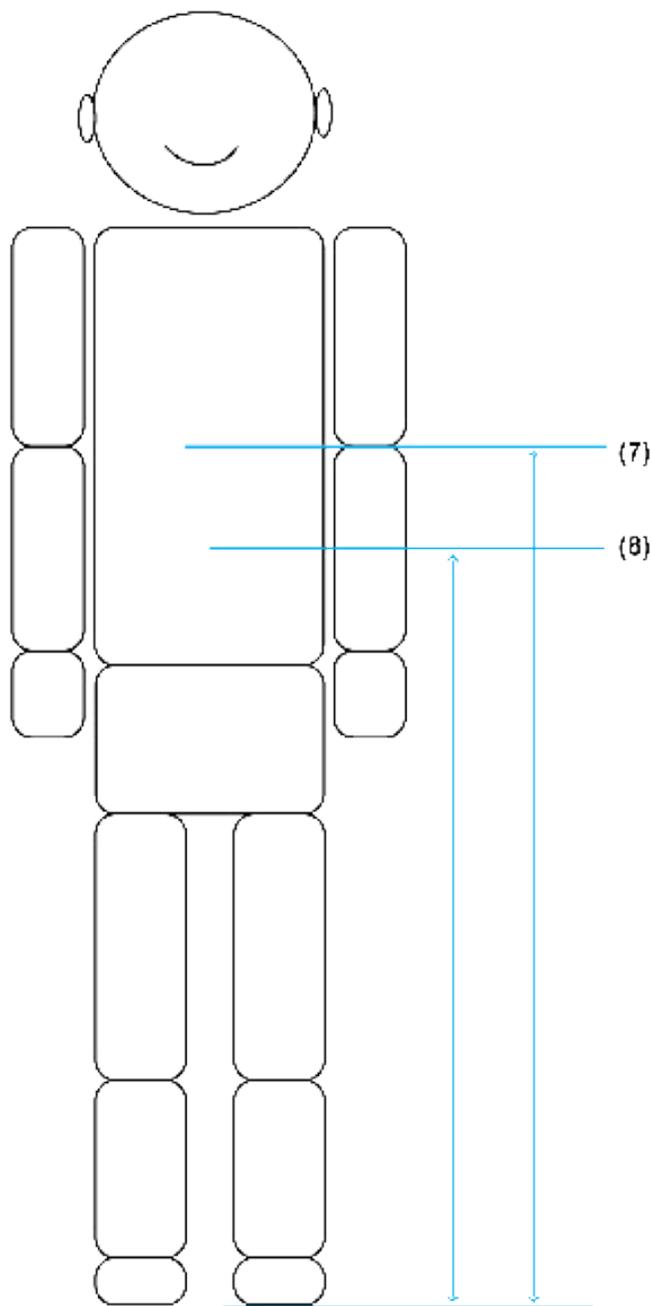


Figura 4. Postura para medir altura al codo y altura a la cintura

9. Ancho de los brazos extendidos lateralmente. Es la distancia entre las puntas de los dedos medios de la mano derecha e izquierda cuando los brazos del sujeto son extendidos lateralmente. El sujeto permanece parado erecto con la vista hacia el frente.

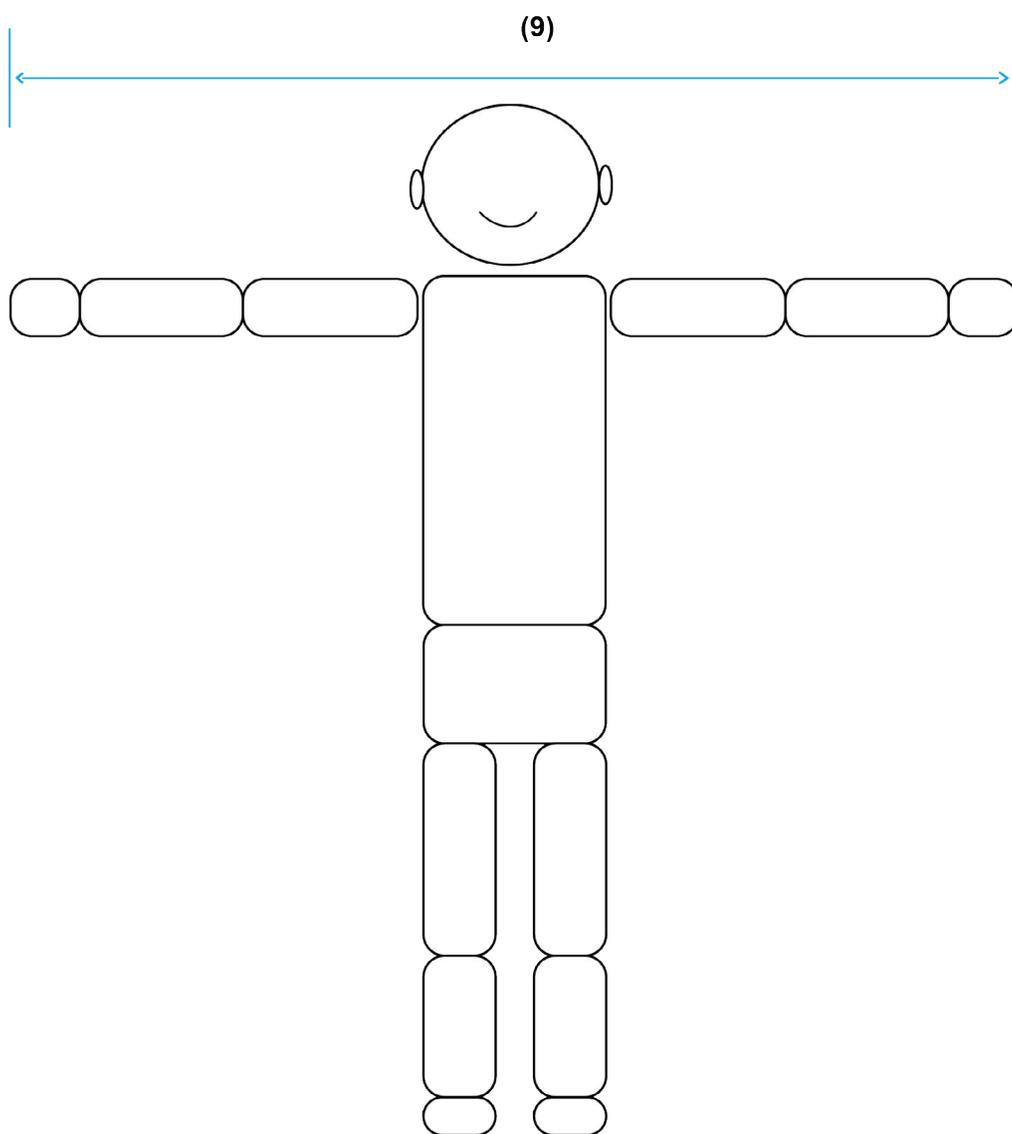


Figura 5. Postura para medir ancho de los brazos extendidos

10. Ancho de codos con las manos al centro del pecho. Es la distancia entre los codos, medidos con los brazos flexionados horizontalmente, las palmas de las manos hacia abajo, los dedos derechos y juntos y los pulgares tocando el pecho. El sujeto permanece erecto con la vista hacia el frente.

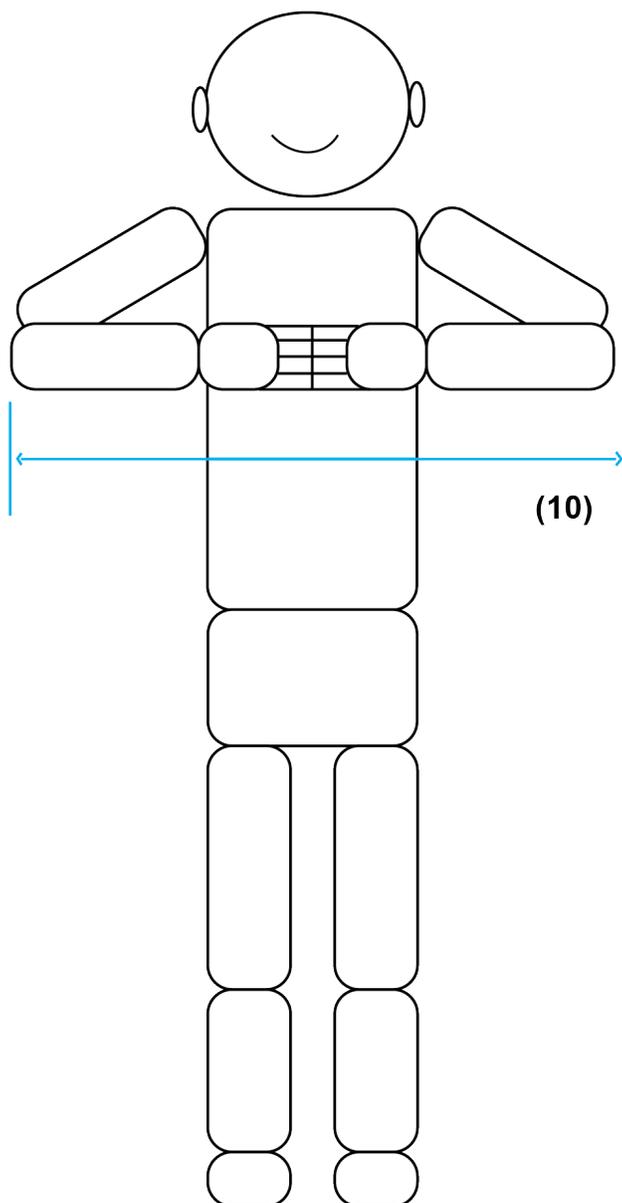


Figura 6. Postura para medir ancho de codos

11. Largo del brazo respecto a la pared. Es la distancia desde la pared hasta la punta del dedo medio, medido con los hombros del sujeto contra la pared, su brazo derecho, mano y dedos extendidos horizontalmente hacia el frente. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies, y recargado ligeramente contra la pared.

12. Distancia de la pared al centro del puño. La distancia horizontal desde la pared hasta el centro del puño (agarre, región palmar), medido con el brazo derecho extendido horizontalmente hacia el frente. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies, y recargado ligeramente contra la pared.

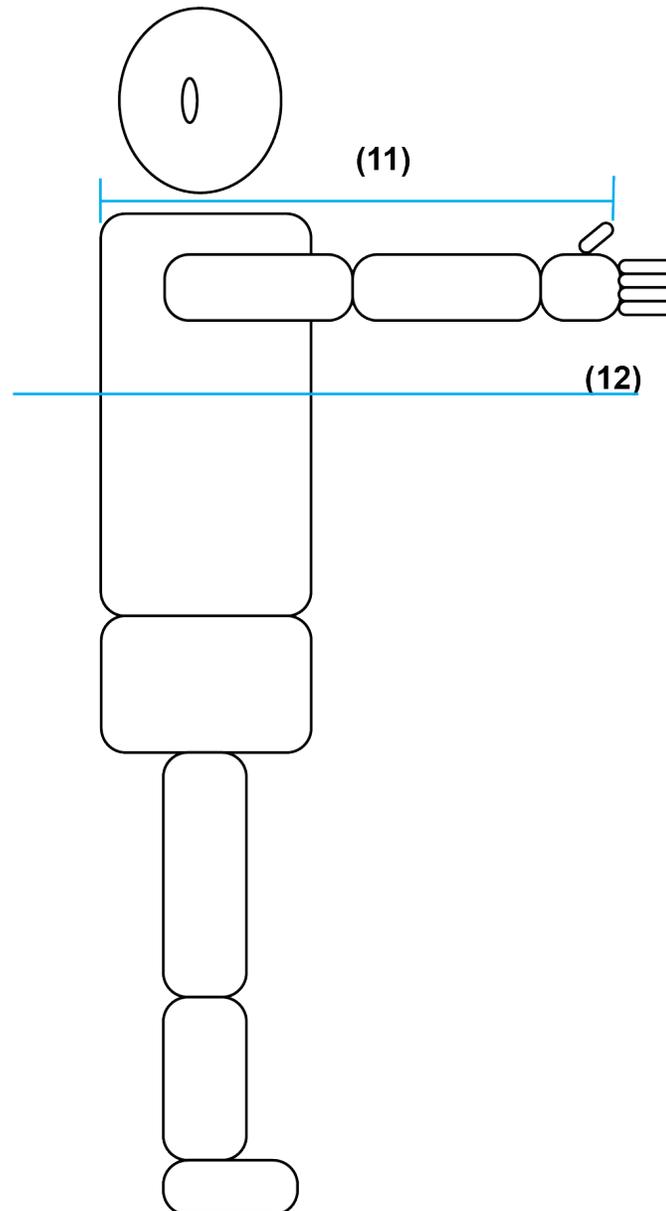


Figura 7. Postura para medir largo de brazo y al centro del puño

13. Ancho de hombros. Es la distancia horizontal a través de la máxima protuberancia de los músculos deltoides derecho e izquierdo. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

14. Circunferencia de la cadera. Es la circunferencia del cuerpo medida al nivel de la máxima protuberancia posterior de los glúteos (5 centímetros por debajo de la cintura). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

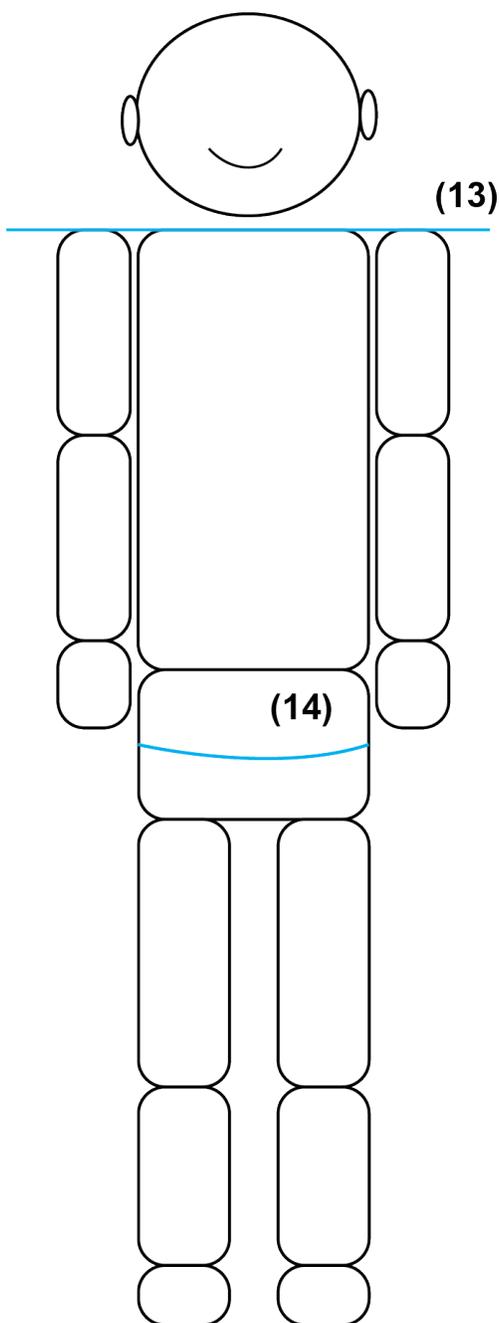


Figura 8. Postura para medir ancho de hombros y circunferencia de cadera

15. Ancho de pecho. Es el ancho del torso medido al nivel de los pezones. En las mujeres, a nivel del cuarto espacio intercostal sobre el esternón. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

16. Ancho de cadera, parado. Es la anchura máxima de la parte baja del torso (pelvis). El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

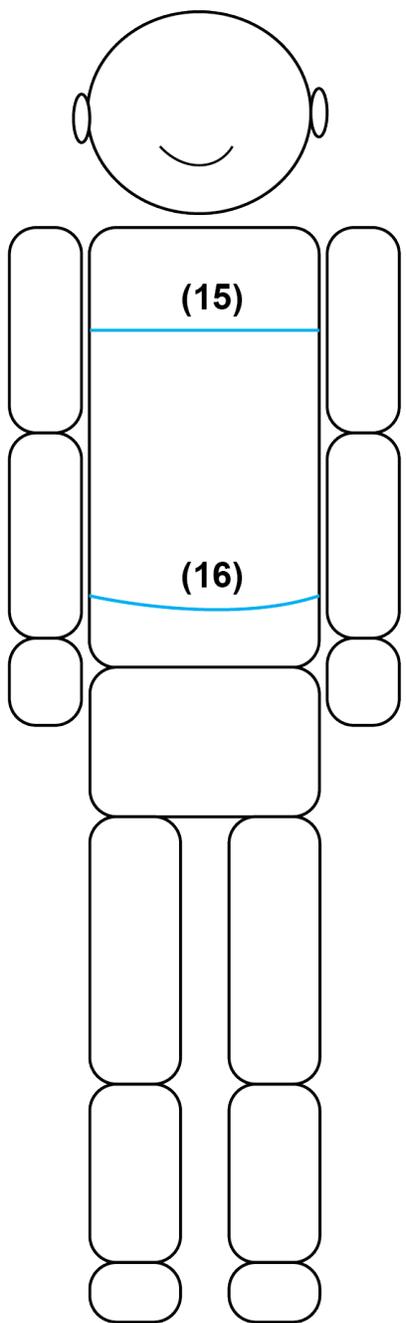


Figura 8. Postura para medir ancho de pecho y ancho de cadera

17. Circunferencia del pecho. Es la circunferencia horizontal del pecho al nivel de los pezones. En las mujeres, a nivel del cuarto espacio intercostal sobre el esternón. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

18. Circunferencia de la cintura. Es la circunferencia de la línea horizontal entre la última costilla y la cresta iliaca. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

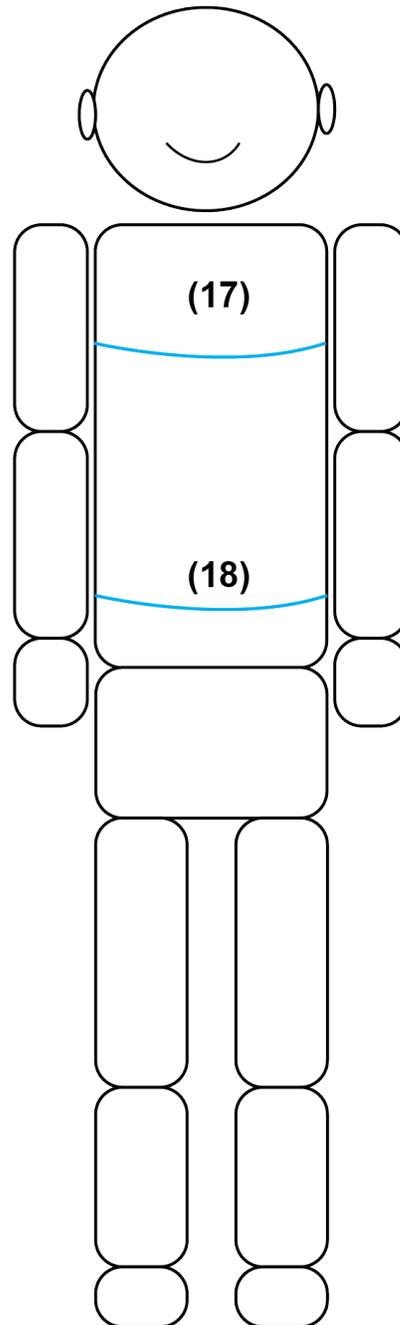


Figura 9. Postura para medir circunferencia de pecho y cintura

19. Circunferencia de la cabeza. Es la máxima circunferencia de la cabeza medida por encima de las cejas.

20. Circunferencia del cuello. Es la máxima circunferencia del cuello incluyendo el cartílago tiroideo. El sujeto permanece parado erecto, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies.

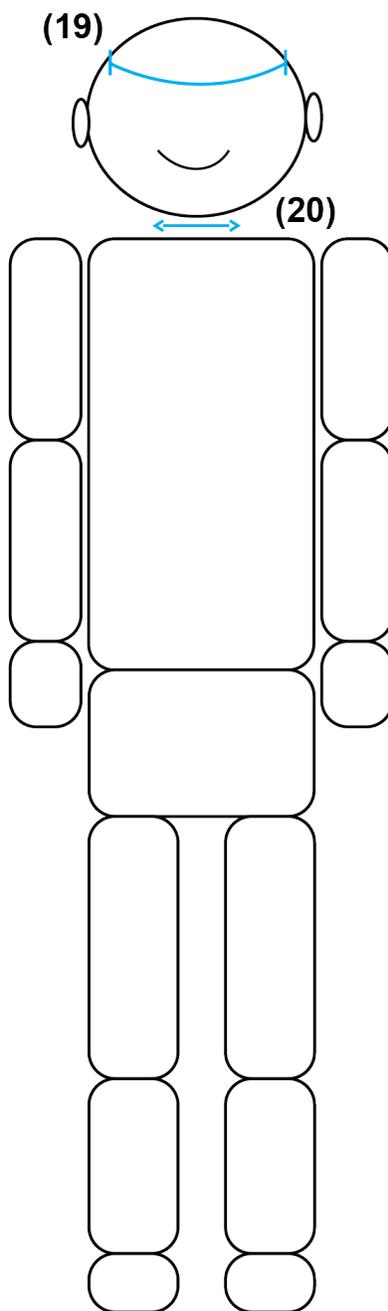


Figura 9. Postura para medir circunferencia de cabeza y cuello

21. Distancia de oído a oído sobre la cabeza. Es la distancia desde el centro de un oído hacia el centro del otro, pasando sobre la cabeza.

22. Ancho de la cara a la altura de las patillas. Es el ancho de la cara medida a través de las proyecciones más laterales de los huesos temporales (arco cigomático).

23. Altura de la barbilla a la parte superior de la cabeza. Es la distancia del límite inferior del maxilar inferior (gnatión) al nivel superior de la cabeza (vértex).

24. Longitud de la cabeza. Es la máxima longitud de la cabeza medida de la frente (glabella) a la parte posterior más sobresaliente de la cabeza (opistocraneo).

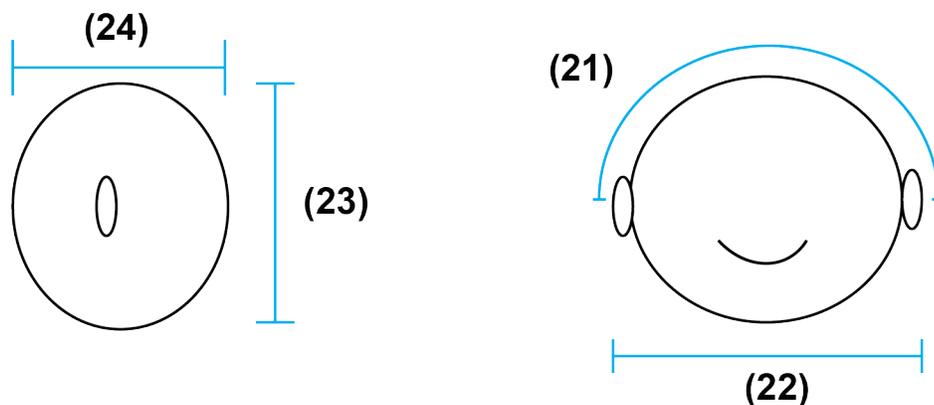


Figura 10. Postura para medir ancho y longitud cabeza

25 Altura del asiento a la cabeza. Es la distancia vertical del asiento a la parte superior de la cabeza (vértex). El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

26. Altura del asiento a los ojos. Es la distancia vertical desde la superficie del asiento al ángulo palpebral externo. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

27. Altura del asiento al codo a 90°. Es la distancia vertical desde la superficie del asiento hasta la parte más baja del codo. El sujeto permanece erecto con su brazo colgado relajadamente y el antebrazo y mano extendidos horizontalmente hacia adelante.

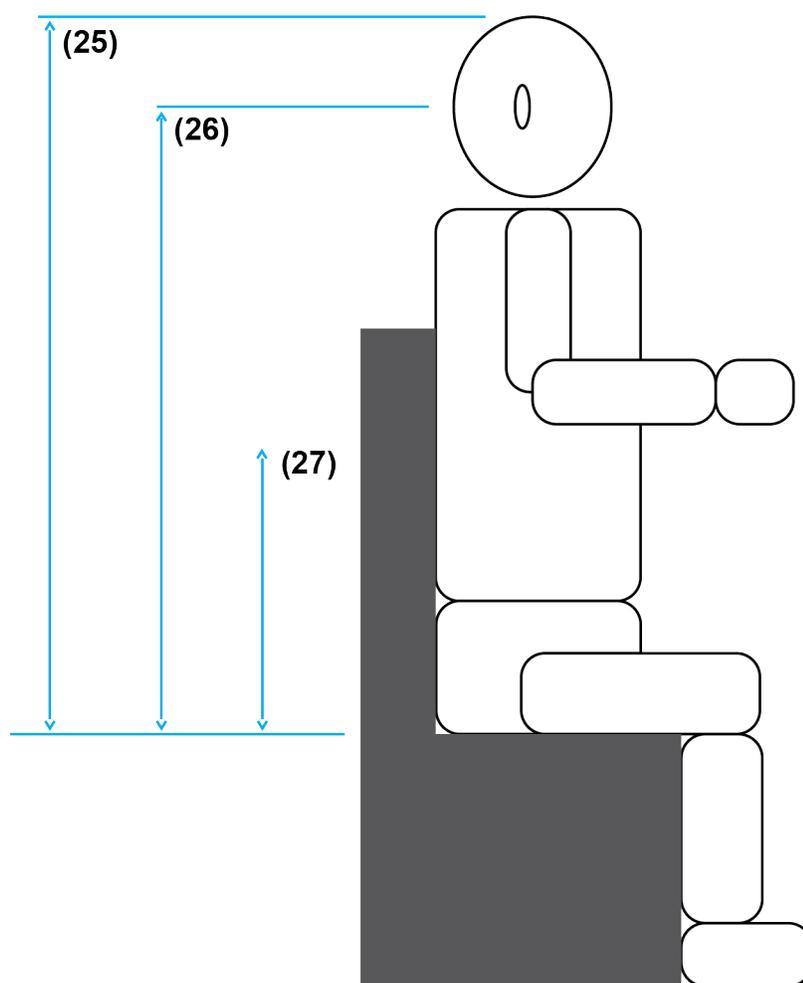


Figura 11. Postura para medir alturas del asiento a cabeza, ojos y codo

28. Altura al muslo. Es la altura al punto más alto del muslo desde el asiento. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

29. Altura del asiento al hombro. Es la altura al acromio desde el asiento. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

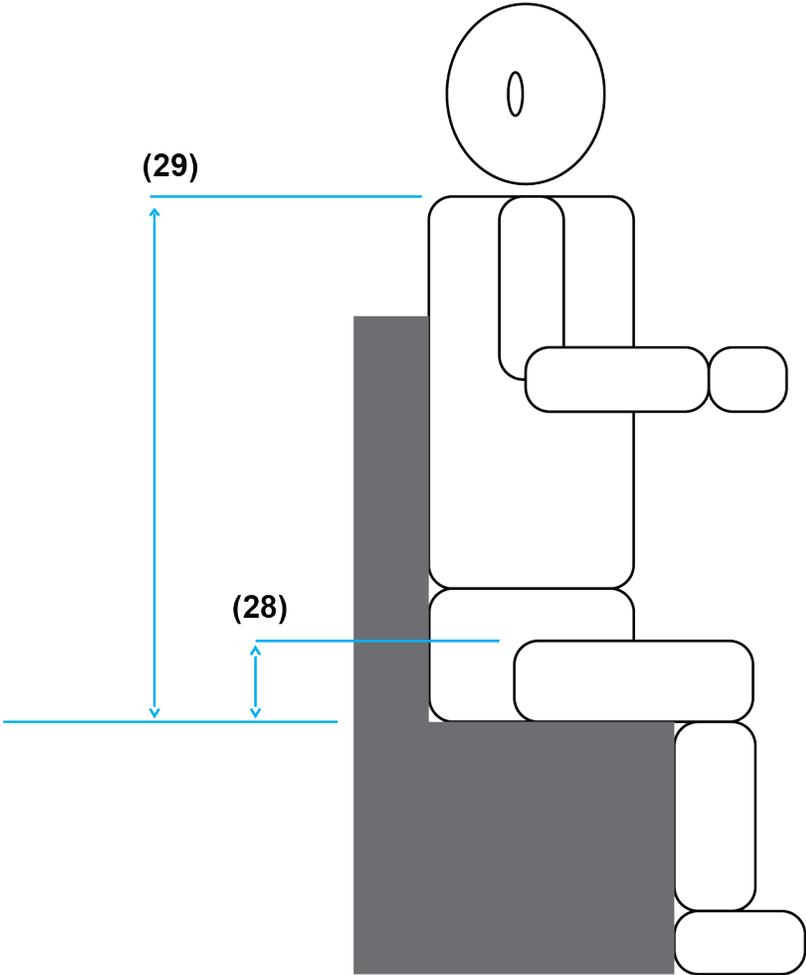


Figura 11. Postura para medir alturas del asiento al muslo y hombro

30. Altura del suelo a la parte posterior de la rodilla. Es la distancia vertical desde el piso hasta la parte de adentro del muslo, inmediatamente después de la rodilla (hueco poplíteo). El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

31. Altura del suelo a la rodilla. Es la distancia vertical del piso al punto más alto de la rodilla. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

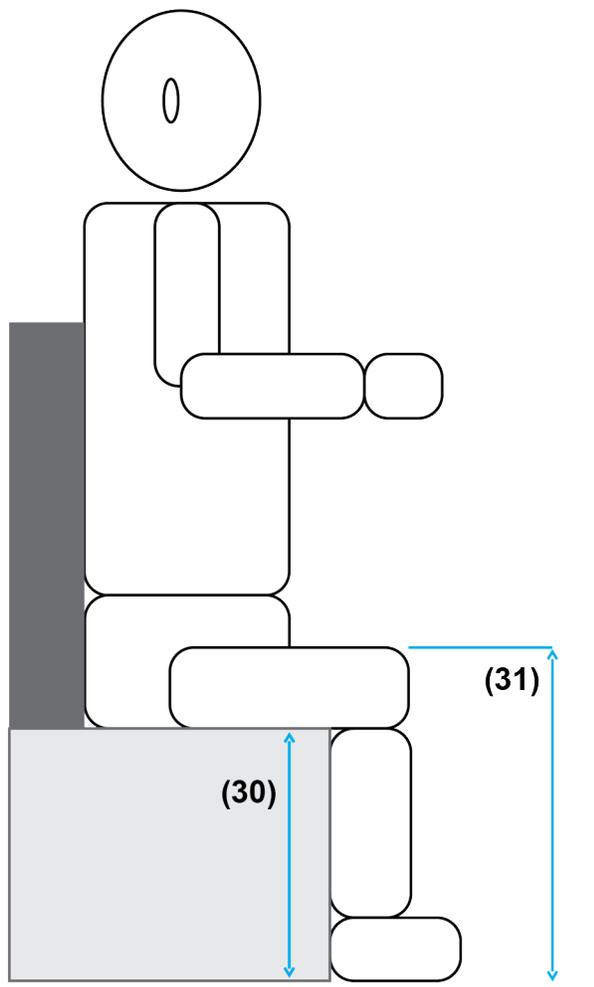


Figura 12. Postura para medir alturas del suelo a la rodilla

31. Ancho de la espalda con los brazos extendidos hacia el frente. Es la distancia de la espalda en los puntos más laterales de los brazos (músculos deltoides), medidos con el sujeto sentado erecto con los brazos extendidos hacia adelante y horizontales. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

32. Ancho de la cadera sentado. Es el ancho del cuerpo medido en la porción más ancha de las caderas. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

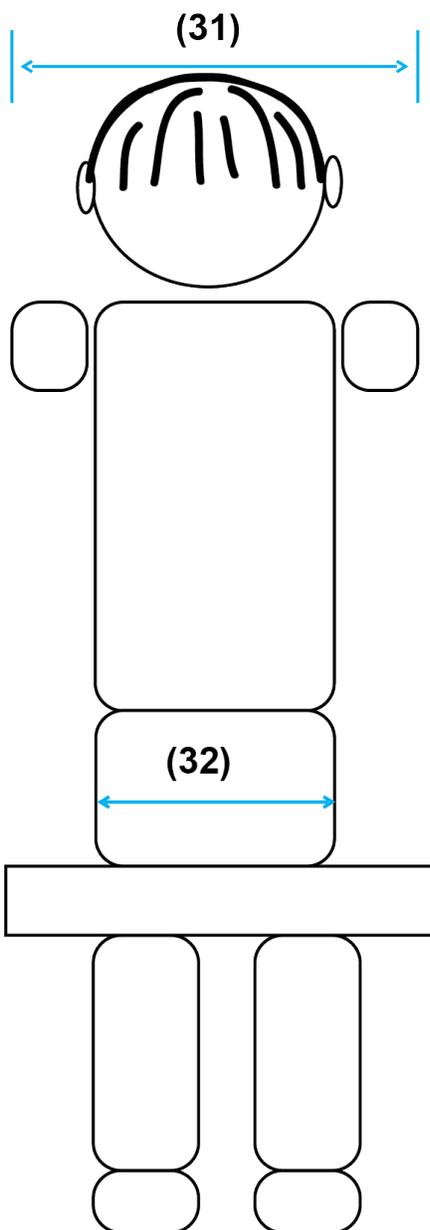


Figura 13. Postura para medir ancho de espalda y cadera

33. Altura del asiento al dedo medio con los brazos hacia arriba. Es la altura horizontal, desde el asiento, a la punta del dedo medio cuando el brazo derecho, mano, y dedos están extendidos hacia arriba. El sujeto permanece sentado erecto, viendo hacia el frente, con las rodillas y tobillos en un ángulo de 90°.

34. Altura del centro del puño con los brazos hacia arriba. Es la altura horizontal, desde el asiento al centro del puño (agarre, región palmar), cuando el brazo derecho está extendido hacia arriba. El sujeto permanece sentado erecto, viendo hacia el frente, con las rodillas y tobillos en un ángulo de 90°.

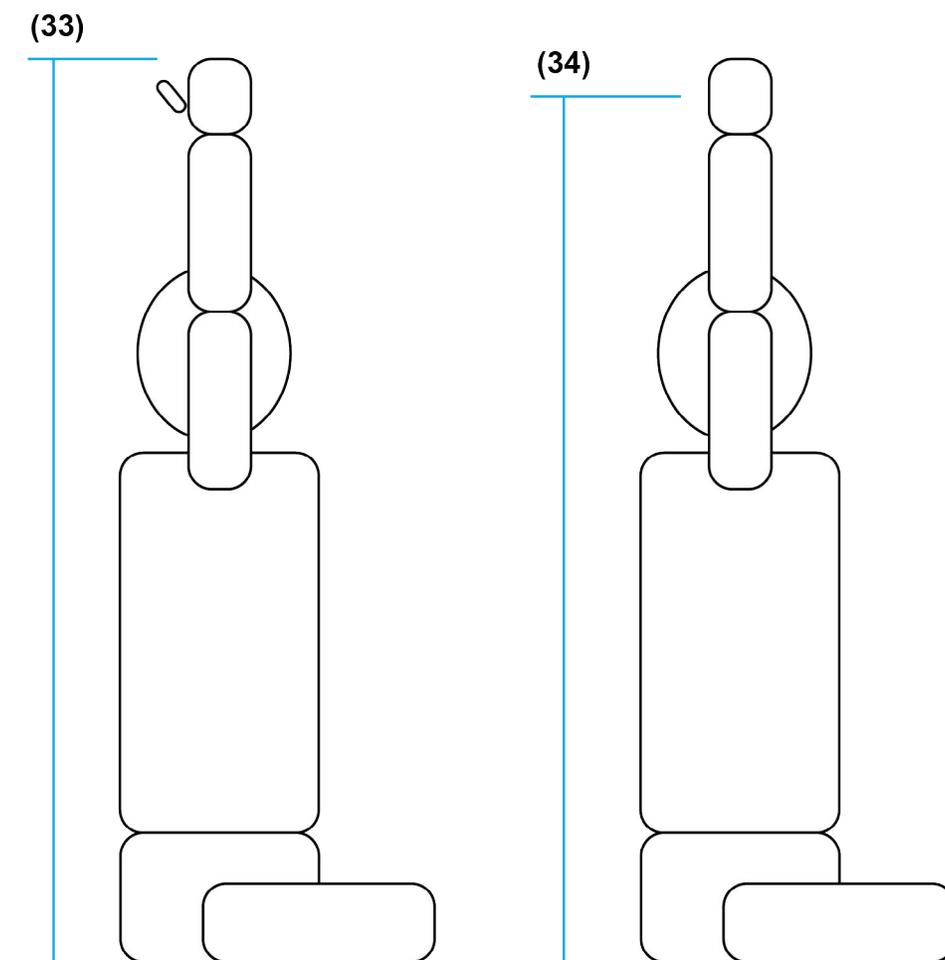


Figura 14. Postura para medir alturas del asiento a dedo medio y centro de puño

35. Altura de la cabeza al suelo sentado. Es la altura del suelo hasta la parte superior de la cabeza (vértex). El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

36. Altura del suelo al asiento. Es la altura del suelo a la parte superior del asiento. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

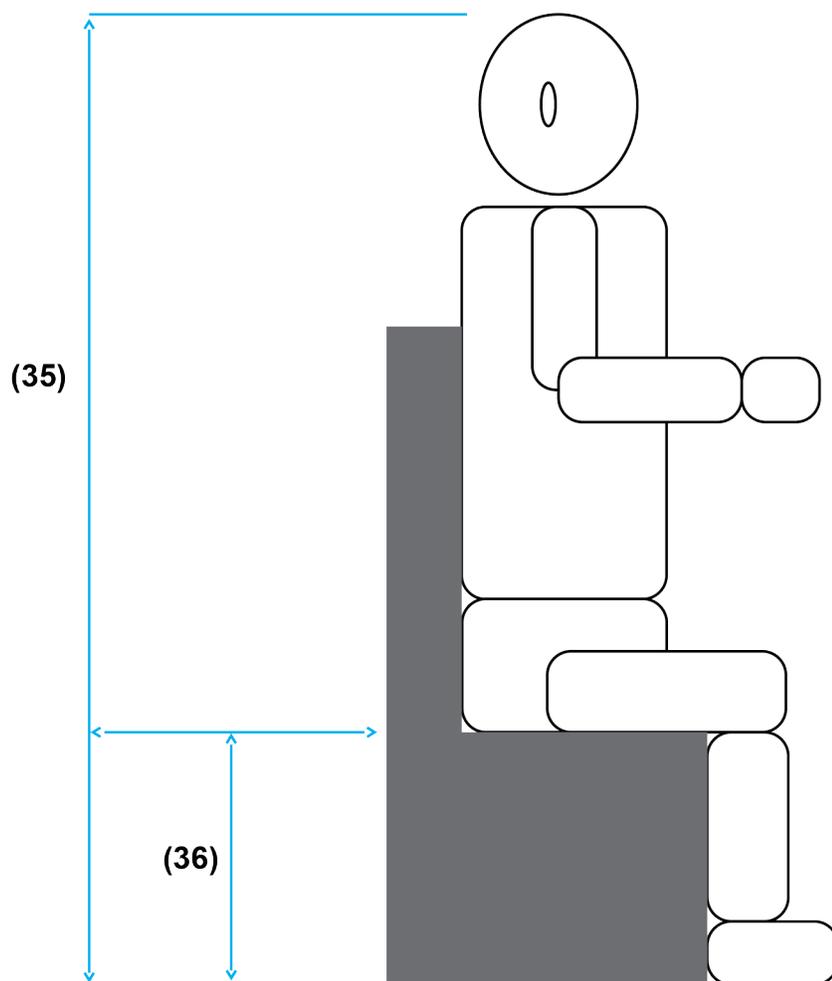


Figura 15. Postura para medir alturas del suelo al asiento y a la cabeza.

37. Longitud de la parte posterior de la rodilla, al respaldo de la silla. Es la distancia horizontal de la parte más posterior del respaldo a la parte posterior de la rodilla (hueco poplíteo). El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

38. Longitud de la rodilla al respaldo de la silla. Es la distancia horizontal desde el respaldo de la silla, hasta el frente de la rodilla. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

39. Longitud del codo al dedo medio. Es la distancia desde la punta del codo a la punta del dedo medio. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto y el brazo derecho doblado en ángulo recto.

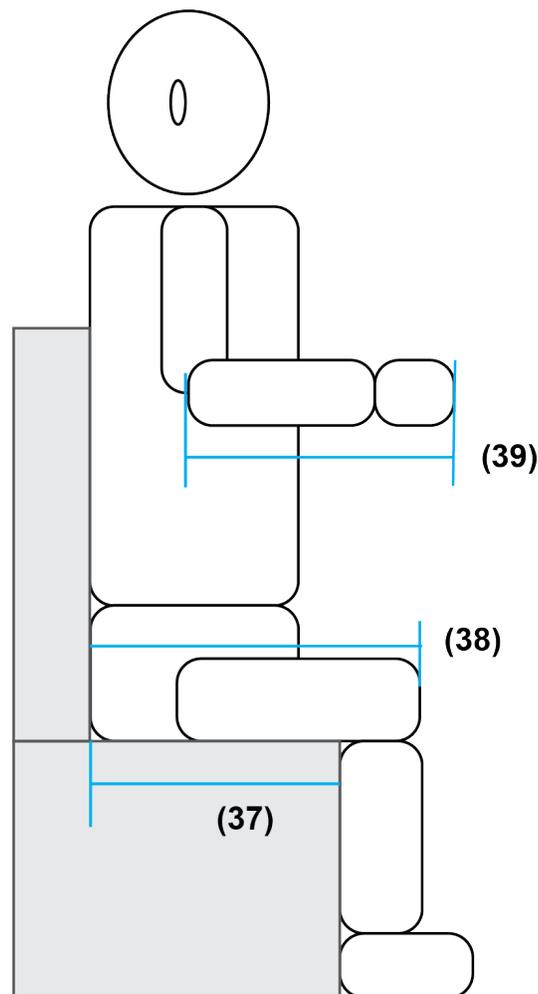


Figura 16. Postura para medir longitud del respaldo a rodilla y de codo a dedo

40. Ancho de los muslos con las rodillas juntas. Es la máxima anchura a través de los muslos. El sujeto se sienta erecto, mirando hacia el frente, con sus rodillas y tobillos en ángulo recto.

41. Peso: El sujeto permanece en posición bípeda, mirando hacia el frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies. Se utiliza una báscula normal en la unidad de Kg.

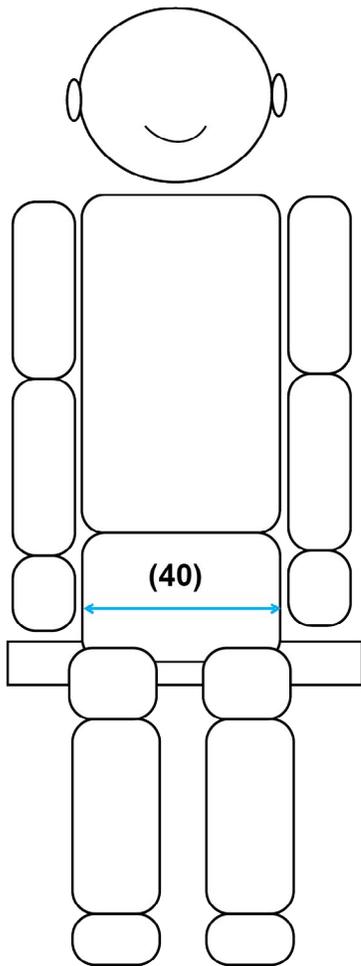


Figura 17. Postura para medir ancho de muslos

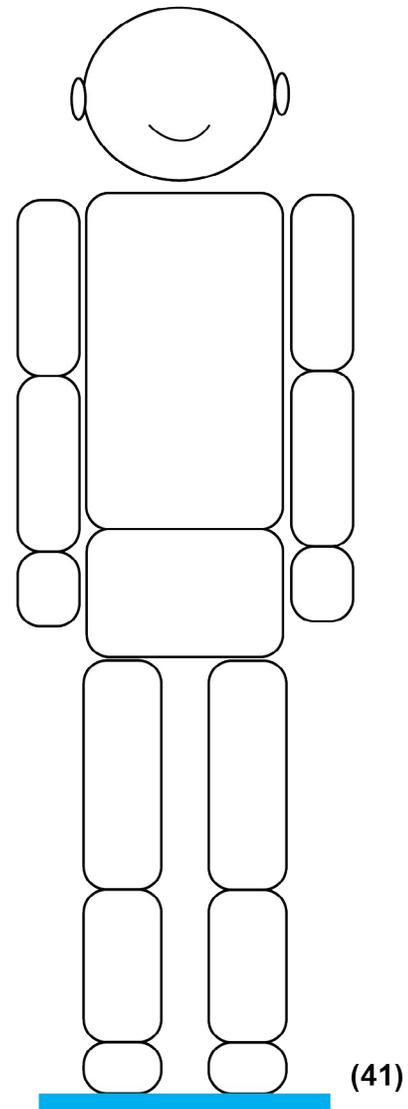


Figura 18. Postura para determinar peso

Antropometría en Manos

La mano representa la más sofisticada y diferenciada herramienta músculo-esquelético en el ser humano, exigiendo la mayor capacidad del sistema nervioso en relación a su tamaño. Buen funcionamiento y la resistencia adecuada de la mano son condiciones previas para hacer frente a las demandas de vida diaria, (Angst, Drerup, Werle, Herren, Simmen, & Goldhahn, 2010).

La antropometría en mano es importante para el diseño de productos, los parámetros antropométricos de mano se clasifican en distintas variables de mediciones anatómicas tales como la longitud, anchura , y la circunferencia, (Lee & Jung, 2015), a continuación se presentan los más comunes..

42. Longitud máxima de la mano. Medido desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca, hasta el extremo distal de la tercera falange.

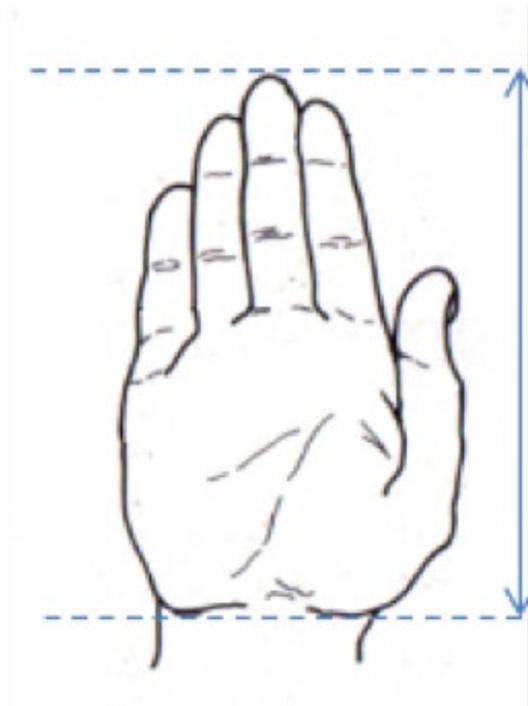


Figura 19. Postura para medir longitud de mano

43. Longitud de la mano o longitud palmar. Distancia entre la cabeza del quinto metacarpiano por lateral hasta cabeza del primer metacarpiano por lateral.

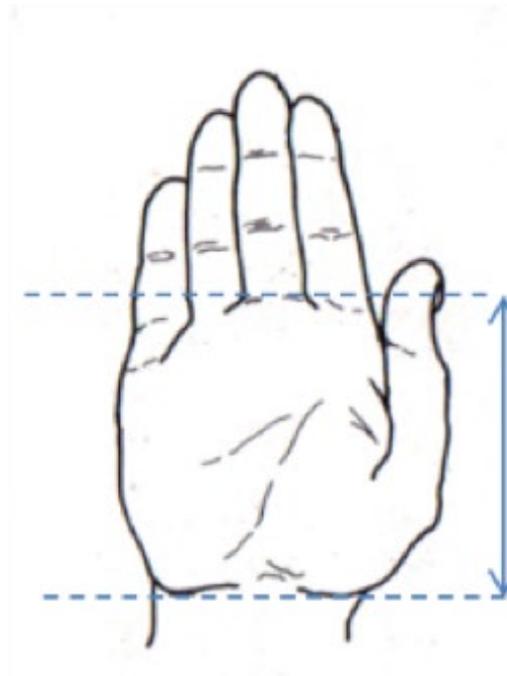


Figura 20. Postura para medir longitud palmar

44. Ancho de la mano. Distancia entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano desde su zona más lateral.

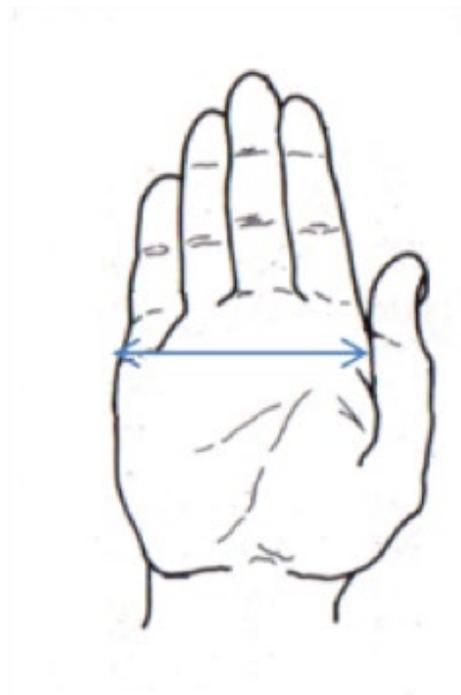


Figura 21. Postura para medir ancho de mano

45. Ancho máximo de la mano. Distancia entre la cabeza del quinto metacarpiano por lateral hasta cabeza del primer metacarpiano por lateral.

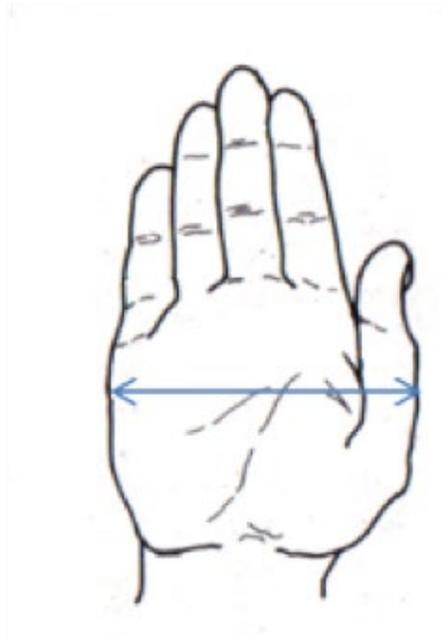


Figura 22. Postura para medir ancho máximo de mano

46. Espesor de la mano. Se mide con la mano desde una proyección lateral y es la distancia que se comprende entre una línea proyectada desde la cabeza del segundo metacarpiano por palmar, hasta una línea proyectada del segundo metacarpiano por dorsal.

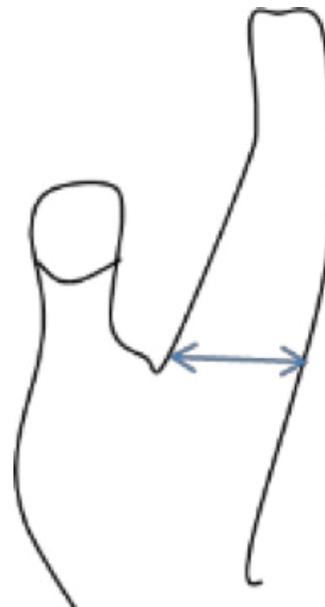


Figura 23. Postura para medir espesor de mano

47. Diámetro de agarre. Se toma el diámetro máximo de agarre solicitado en una estructura cónica entre la primera y tercera falange.



Figura 24. Postura para medir diámetro de agarre

48. Circunferencia máxima de la mano. Se registra rodeando la muñeca en torno a la cabeza del primer metacarpiano pasando por la eminencia hipotenar.

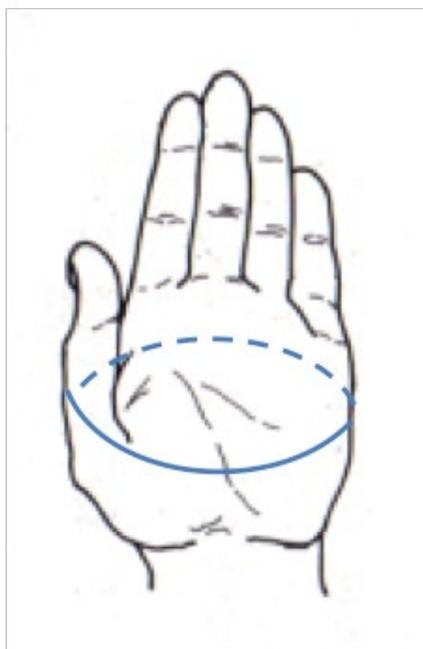


Figura 25. Postura para medir circunferencia máxima

49. Circunferencia de la mano. Se registra rodeando la mano a modo de perímetro pasando por la cabeza del quinto metacarpiano, siendo como punto de partida y término algún punto en la cabeza del segundo metacarpiano.

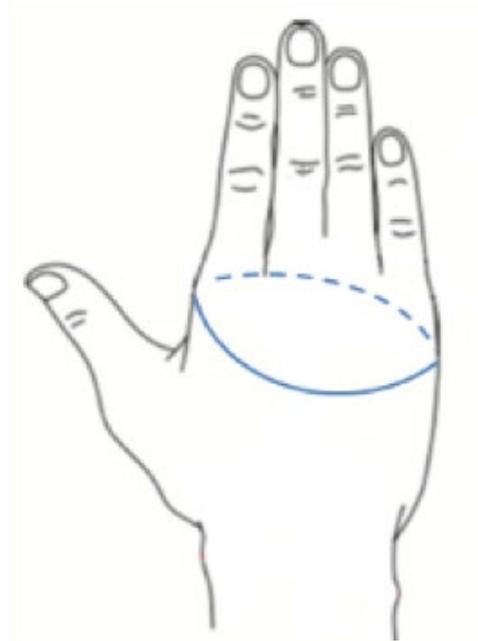


Figura 25. Postura para medir circunferencia de mano

50. Longitud de las falanges. Se miden por la cara dorsal de la mano con las falanges flexionadas en 90° y se mide la distancia entre la cabeza del metacarpiano correspondiente y el extremo de la misma falange.

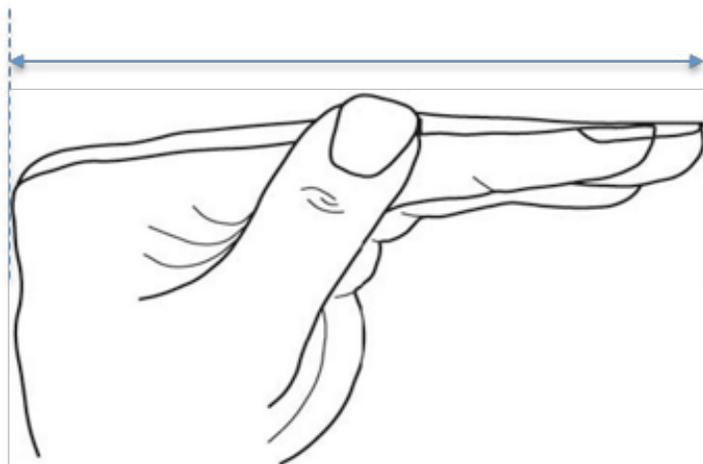


Figura 25. Postura para medir longitud de falanges

Posición de Atención Antropométrica

Para llevar a cabo cada una de las medidas se debe tomar en cuenta la Posición de Atención Antropométrica (PAA), y considerar lo siguiente:

Para mediciones de pie

- Talones unidos y las puntas de los pies ligeramente separadas. El cuerpo perpendicular al suelo, recostados los glúteos y la espalda a un plano imaginario perpendicular al suelo; los brazos descansando verticalmente a ambos lados del cuerpo con las manos extendidas, los hombros relajados, sin hundir el pecho, y la cabeza en la posición del plano de Frankfort, que consiste en la adoptada de manera que un plano horizontal imaginario pase tangencialmente por el borde superior del conducto auditivo externo y el pliegue del párpado inferior del ojo.

Para mediciones sentado

- Sujeto sentado, con los glúteos y la espalda apoyados en el respaldo de la silla antropométrica y la cabeza en posición del plano de Frankfort, con los muslos, las rodillas, las pantorrillas y los talones unidos, y con los muslos formando un ángulo de 90° con las pantorrillas y los talones unidos y los pies descansando totalmente sobre el suelo.

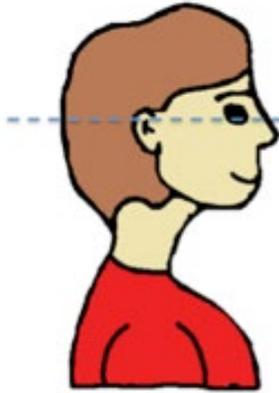


Figura 26.Plano de Frankfort

Una vez obtenida la información cada carta de medición fue ingresada a una base de datos para su procesamiento estadístico. Para su análisis se presenta con las medidas de tendencia central y se consideran los percentiles 5, 40, 50, 80 y 95. Todos los valores a medir se expresarán en milímetros, excepto el peso que se da en kilogramos masa y la fuerza de prensión, en kilogramos fuerza.

Equipos comúnmente utilizados

Se requiere de instrumental especializado como antropómetros, cintas antropométricas, báscula, dinamómetro, estadímetro o estadiómetro, silla con ajuste de altura y una tabla antropométrica de registro de datos.

Antropómetros

1) Antropómetro Lafayette chico para medir longitud, amplitud y profundidad de la mano, este antropómetro tiene un rango de 0 a 30 cm en incrementos de 0,1 cm.; el antropómetro Lafayette grande tiene un rango de apertura de 0 a 60 cm con incrementos de 0,1 cm.;



Figura 27. Antropómetros Lafayette

3) Kit antropométrico marca Holtain Modelo harpenden

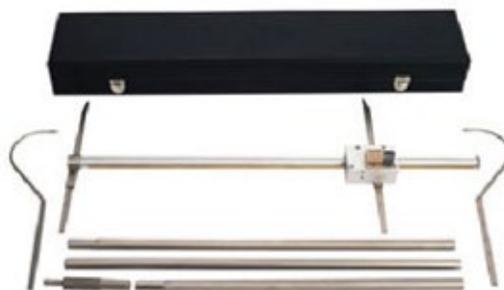


Figura 28. Kit Antropométrico

Cinta Métrica

Cinta métrica de fibra de vidrio para mediciones de circunferencias, con rango de medición de 0 a 205 cm y División de 1 mm.



Figura 29. Cinta métrica

Estadímetro

Estadímetro seca 213 es adecuado para la medición estatura, con rango de medición de 20 - 205 cm, división de 1 mm.



Figura 30. Estadímetro

Dinamómetro

El dinamómetro hidráulico con mango ajustable, se puede colocar en cinco posiciones de agarre, de 1,375" a 3,375", en incrementos de media pulgada. Su sistema hidráulico presenta una lectura de doble escala que muestra la fuerza de agarre isométrica de 0 a 200 libras (el resultado también se muestra en kilos).



Figura 31. Dinamómetro de mano

Báscula Digital

Báscula digital que te proporciona el peso, con capacidad para 150 kg, y precisión de 0.1 kg.



Figura 32. Báscula digital

Cono

Es un cuerpo cónico graduado longitudinalmente, en intervalos de 1mm de diámetro.



Figura 33. Cono

Cálculo de Percentiles

Los datos antropométricos tienen una distribución normal, la curva de Gauss está presente en la antropometría. Conociendo la media y la desviación estándar de cada dimensión de la población, se pueden hacer cálculos para determinar los percentiles y tomar decisiones. Percentil es la medición para una característica física por debajo de la cual un cierto porcentaje de la población queda incluido. Según Álvarez (2007), percentiles son aquellos valores que dividen a la muestra ordenada de datos antropométricos en 100 partes iguales: p1, p2, ..., p100. De forma intuitiva que se puede decir que es un valor tal que supera un determinado porcentaje de los miembros de la población. A la hora de diseñar utilizando los datos antropométricos suelen emplearse los percentiles: p1 – p99, p5 – p95, 92.5 – p97.5.

$$P = X \pm Z \sigma s$$

Donde:

P = Medida del percentil en centímetros o el intervalo donde se incluye el porcentaje de la población.

Z = Es el número de veces que sigma está separada de la media.

s = Desviación estándar.

Tabla .1. Valor de z para cálculo de percentiles

P	Z
1 Y 99	2.326
2.5 Y 97.5	1.96
3 Y 97	1.88
5 Y 95	1.645
10 Y 90	1.28
15 Y 85	1.04
20 Y 80	0.84
25 Y 75	0.67
30 Y 70	0.52
40 Y 60	0.25
50	0

Referencias

- Álvarez, F. (2007). Ergonomía y psicología aplicada. Lex Nova.
- Angst, F., Drerup, S., Werle, S., Herren, D., Simmen, B., & Goldhahn, J. (2010). Prediction of grip and key pinch strength in 978 healthy subjects. *BMC musculoskeletal disorders*, 1-7.
- Barba Ahuatzin, Beatriz, "Un Problema Escolar, el Mobiliario", Tesis para obtener el Título de Maestra de Educación Primaria, México, Escuela Normal de Maestros, 1953.
- Carmenate, L., Mondaca, F., & Borjas, E. (2014). Manual de medidas antropométricas. Costa Rica: Saltra.
- Casillas, L.; Vargas, L.A. ; (1976) "La ergonomía y la antropología física" Revista del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. ISSN: 0185-1225
- Carmona Benjumea Antonio. 2001. Datos antropométricos de la población laboral española. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España
- De La Vega, Dr. Enrique. Sociedad de Ergonomistas de México, A.C. [Online] [Cited: Mayo 17, 2015.] <http://semac.org.mx/index.php/ergonomia/proyectos.html>
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., ... & van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377-395.
- Faulhaber, J. (1976) "Las posibilidades de aplicación en la antropología física en México". Cincuenta años, memoria de la ENAH.
- García Olvera, H., (1980) "De la antropometría y el diseño de objetos de uso. " Revista del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Hill, J.; Slade, M., Russi, M. (2009). "Anthropometric measurements, job strain, and prevalence of musculoskeletal symptoms in female medical sonographers".
- Kumar A.(2001) Significance Of Anthropometric Data For The Manufacturing Organizations. *IJERIA*
- Lee, K., & Jung, M. (2015). Ergonomic Evaluation of Biomechanical Hand Function. *ELSEVIER*, 6(1), 9.
- Lubián, Y. (2014). Estampación de tapas para encuadernación industrial. . IC Editorial.
- Martínez, Martínez, Ricardo; Aguilera, Cortés, L. Antonio; Serratos, Pérez, J. Nieves; Negrete, García, M. Carmen. (2002). Base de Datos antropométricos y maniquí parametrizado. Herramientas para diseño con criterios ergonómicos.. *Acta Universitaria*, mayo-agosto, 40-47.
- Mondelo, P., Torada, E., & Bombardó, P. (2004). Ergonomía 1. Fundamentos: Diseño de puestos de trabajo. Edicions UPS.
- Obregón , M. (2014). Ergonomía. En G. Baca, M. Cruz, M. Cristóbal, J. Gutiérrez, A. Pacheco, Á. Rivera, y otros, *Introducción a la Ingeniería Industrial* (pág. 384). México: Grupo Editorial Patria.
- Obregón Sánchez, M. (2016) "Fundamentos de Ergonomía". Grupo Editorial Patria.
- Occupational and Environmental Medicine Program, Yale University School of Medicine, New Haven, CT
- Ramos Galvan, R. (1975) "Efectos del ambiente sobre el crecimiento y desarrollo físico" *Bo. Med. Hosp. Infant. (Mex)*
- Rivas, R. (2003). "Ergonomía En El Diseño y la Producción Industrial". Editorial Nobuko
- Rivas, R. (2007). Ergonomía en el diseño y la producción industrial. Nobuko.
- Roebuck, J.A. 1995. Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body. Human Factors and Ergonomics Society,
- Sirvent , J., & Garrido , P. (2009). Valoración antropométrica de la composición corporal: Cineantropometría. Universidad de Alicante

Stone, A.; Marklin , Mezei G, (2011) “A collaborative effort to apply ergonomics to electric utility workers at generating stations”. Department of Mechanical Engineering, Marquette University, Milwaukee

Zaki, R., Bulgiba, A., Norbin, N., & Ismail, N. A. (2013). A Systematic Review of Statistical Methods Used to Test for Reliability of Medical Instruments Measuring Continuous Variables. Iranian Journal Of Basic Medical Sciencies

Finalmente, es importante destacar que la edición del libro se realizó con apoyo del Instituto Tecnológico de Sonora, el Instituto Tecnológico de Hermosillo, el Instituto Tecnológico Superior de Guasave y la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través de la **Red de Investigación de Ergonomistas del Noroeste (RIENO)**. Instituciones, que están conscientes y comprometidas con la generación y aplicación del conocimiento para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad; esperamos que sea de su agrado y utilidad.



La obra “Antropometría Para El Diseño De Puestos De Trabajo” se terminó de editar en Octubre de 2019 en el Instituto Tecnológico de Sonora, en Ciudad Obregón, Sonora, México.
Fue puesto en línea para su disposición en el sitio www.itson.mx en la sección Editorial ITSON



Mauricio López Acosta – Profesor de Tiempo Completo de ITSON

Enrique De la Vega Bustillos - Profesor de Tiempo Completo de ITH

Ernesto Ramírez Cárdenas Profesor de Tiempo Completo de ITSON

Allán Chacara Montes- Profesor de Tiempo Completo de ITSON

José Manuel Velarde Cantú - Profesor de Tiempo Completo de ITSON

Grace Erandy Báez Hernández - Profesor de Tiempo Completo de ITSG

Miembros de la Sociedad de Ergonomistas de México y de la RIENO