

XXV  
CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA  
SEMAM 2019

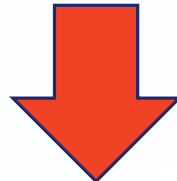
**ANTROPOMETRÍA  
Y  
DISEÑO**

Dr. Rosalío Avila Chaurand



¿ POR QUÉ ES IMPORTANTE LA  
ANTROPOMETRÍA EN EL DISEÑO  
ERGONÓMICO ?

Marco Conceptual



# Ergonomía

ergos = Trabajo

nomos = Ley natural

E

H

Actividad

O

Esfuerzo

Propósito

Objeto de estudio

Trabajo económico

Toda actividad

Adecuar el trabajo al trabajador

Adecuar el producto al usuario

Método

Incrementar

Eficiencia-Seguridad-Comodidad-Satisfacción

En las actividades humanas

Objetivos

# ADECUACIÓN ERGONOMICA

SER HUMANO

CARACTERISTICAS

BIOLÓGICAS

ANATÓMICAS

ANTROPOMÉTRICAS

FISIOLÓGICAS

BIOMECÁNICAS

PSICOLÓGICAS

PERCEPTUALES

MENTALES

SOCIO-CULTURALES

COSTUMBRES

VALORES

HÁBITOS

ACTIVIDAD

CARACTERISTICAS

•INTENSIDAD  
•FRECUENCIA  
•TIPO  
•DURACIÓN

OBJETO

CARACTERISTICAS

•FORMA

•DIMENSIONES

•PESO

•CONTROLES

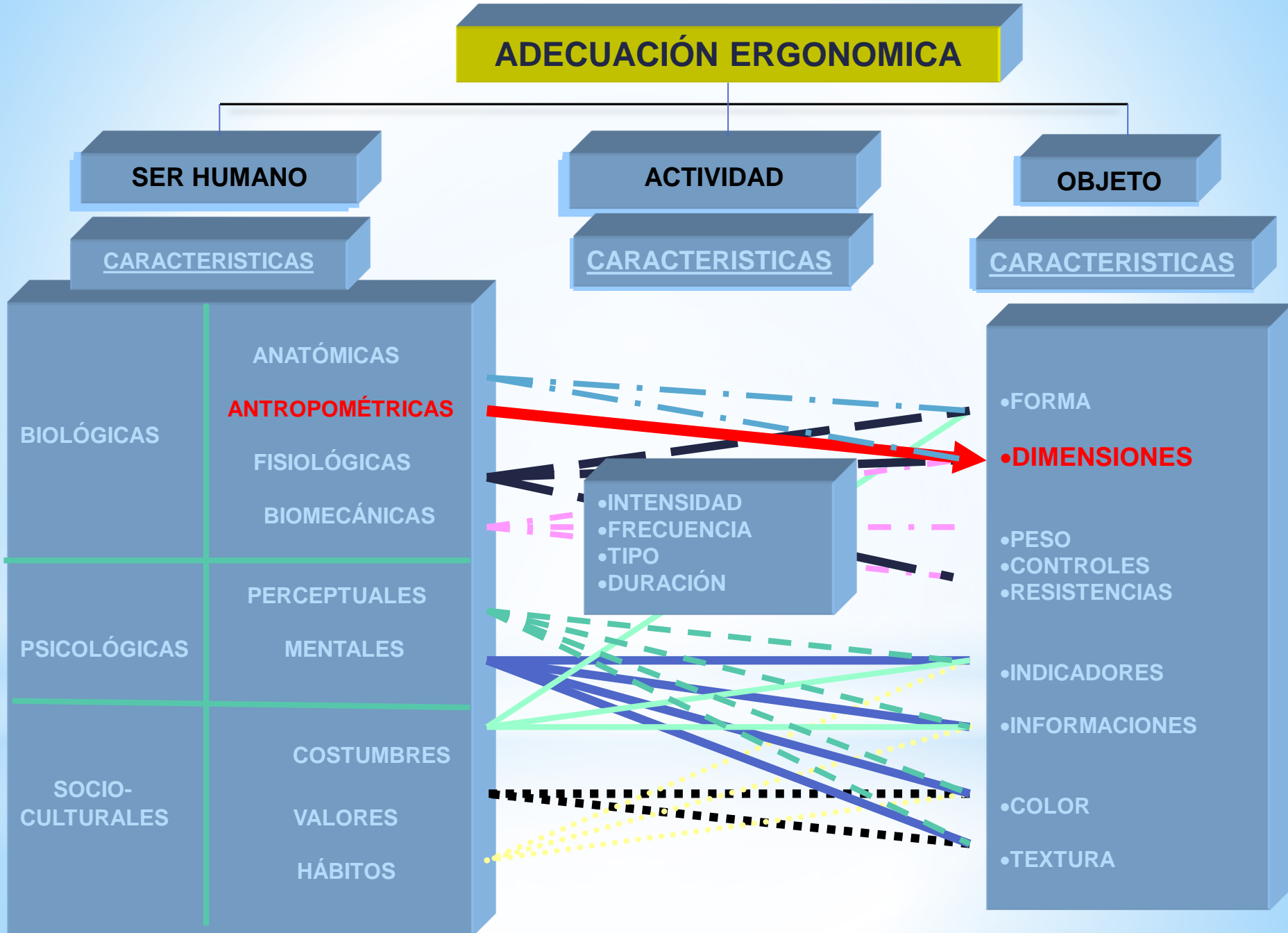
•RESISTENCIAS

•INDICADORES

•INFORMACIONES

•COLOR

•TEXTURA

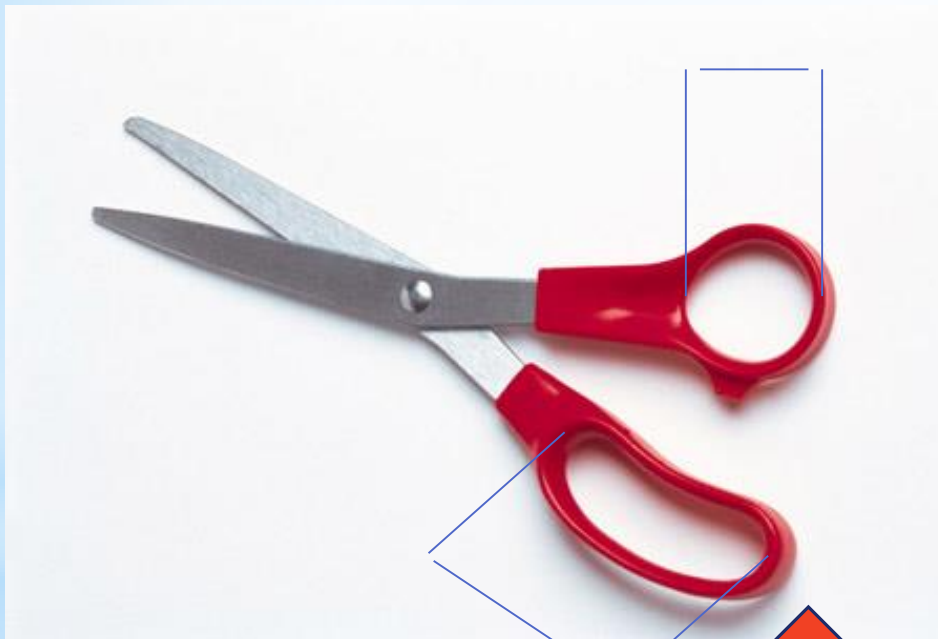






# Ergonomía de Diseño :

*OBJETIVOS : Diseñar productos cómodos, seguros, eficientes, productivos y satisfactorios.*



Adecuación anatómica y antropométrica del asa.



Adecuación anatómica y antropométrica del asa y del habitáculo

- \* Incorporar los Factores **Anatómicos, Antropométricos**, Biomecánicos, Cognitivos y Culturales de los Usuarios en los productos de Diseño

## Ejemplos :



Las **adaptaciones anatómicas y antropométricas** en los Mangos de herramientas reducen las desviaciones en muñeca, y la isquemia por compresión, Evitando riesgos y lesiones.



Las **adaptaciones anatómicas y antropométricas** en las zonas de contacto reducen la isquemia incrementando la Comodidad.



# ERGONOMIA OCUPACIONAL

## Evaluación de Factores de Riesgo Ergonómicos

Físicos

Cognitivos

Organizac.

Culturales

Posturas  
Estresantes

Esfuerzos  
Musculares

Perceptuales

Medio Ambiente  
De Trabajo

Valores

Movimientos  
repetitivos

Duración

Carga Mental

Contenido  
Del Trabajo

Creencias

Factores ambientales

Condiciones De  
La Organización

Hábitos

OPTIMIZACIÓN MULTIDIMENSIONAL DEL PUESTO DE TRABAJO

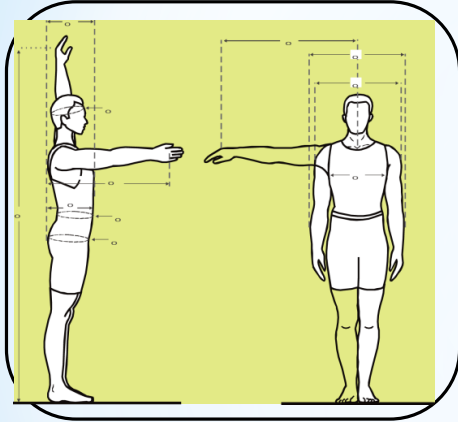


# Ergonomía Ocupacional

## Problemas ergonómicos en la industria



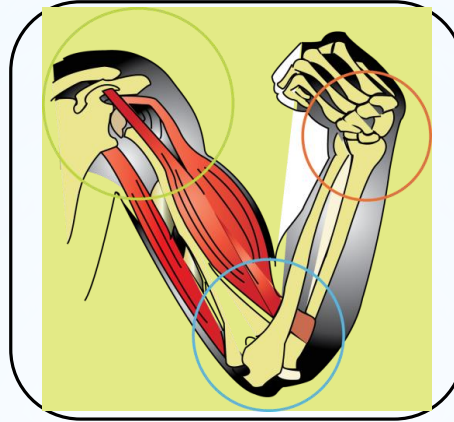
### Antropométricos



**Conflictos entre las dimensiones del espacio funcional y las dimensiones del cuerpo.**

Falta de ajuste entre las dimensiones del trabajador y el diseño del espacio de trabajo

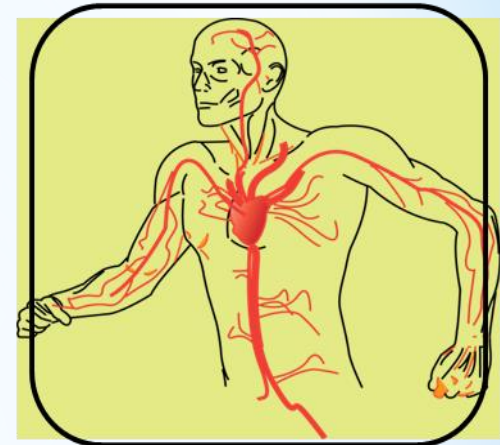
### Músculo-esqueléticos



Lesiones, daños y enfermedades en tendones, músculos, ligamentos y articulaciones

Incidentes individuales (accidente) o a efectos de un trauma acumulativo.

### Cardiovasculares



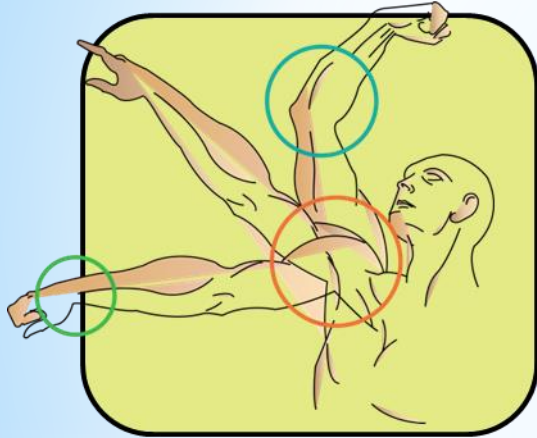
Ocasionan estrés en el sistema circulatorio, incluyendo el corazón.

El corazón bombea más sangre a los músculos para hacer frente al elevado requerimiento de oxígeno

# Ergonomía Ocupacional

## Problemas ergonómicos en la industria

### Psicomotores

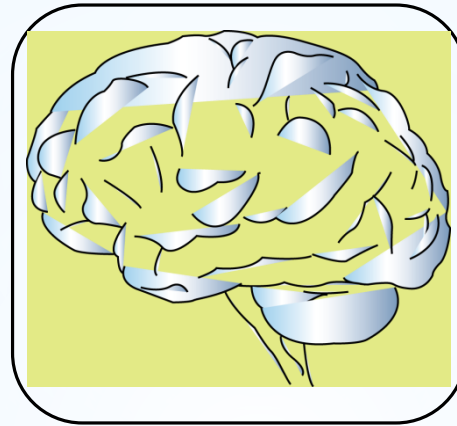


Problemas que agotan el sistema psicomotor.



Presente en aquellas actividades en las que el sujeto debe dar respuestas motoras constantes a estímulos sensoriales.

### Cognitivos



Cuando hay una sobrecarga o viceversa en el procesamiento de la información.

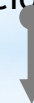


Exceso de estrés; así como también el empleo forzado de la memoria a corto plazo.

### Organizacionales



Problemas que perturban la armonía, motivación y satisfacción laboral.



Presente en aquellas organizaciones sin reglas claras .

# Ciclo de multi-causalidad



# Posturas estresantes

MAL

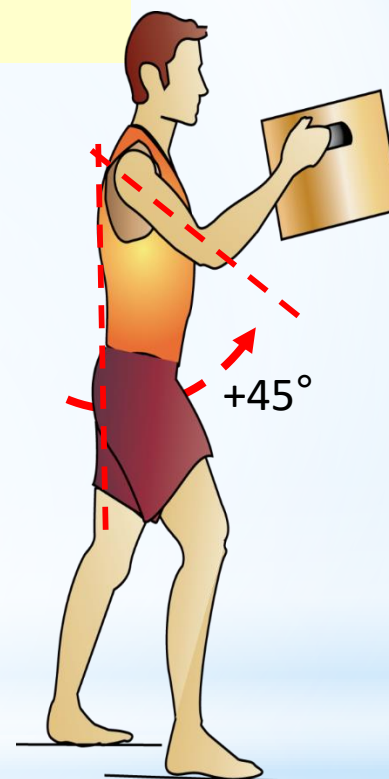
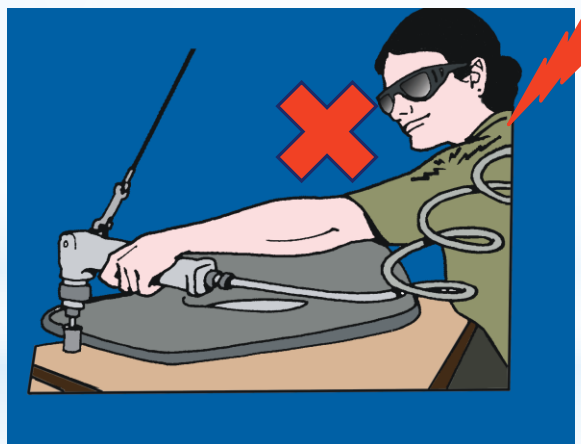
BIEN



Las posturas inadecuadas ejercen un estrés mecánico significativo a las estructuras de tracción del cuerpo especialmente en los tejidos suaves que las rodean.

# Posturas estresantes

Hombro: Elevación del brazo hacia el frente.



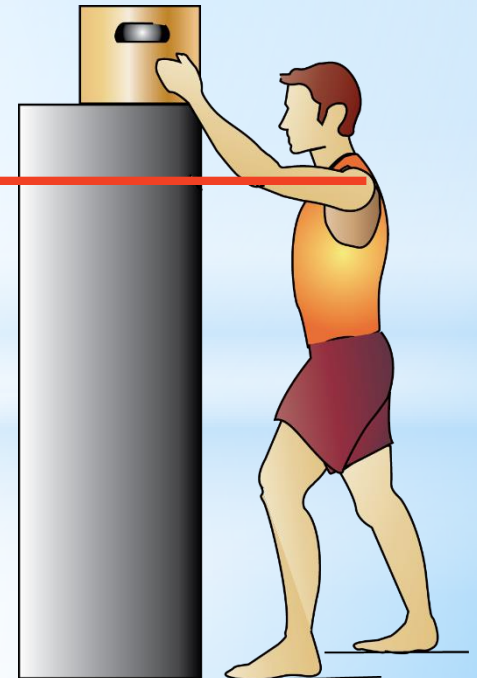
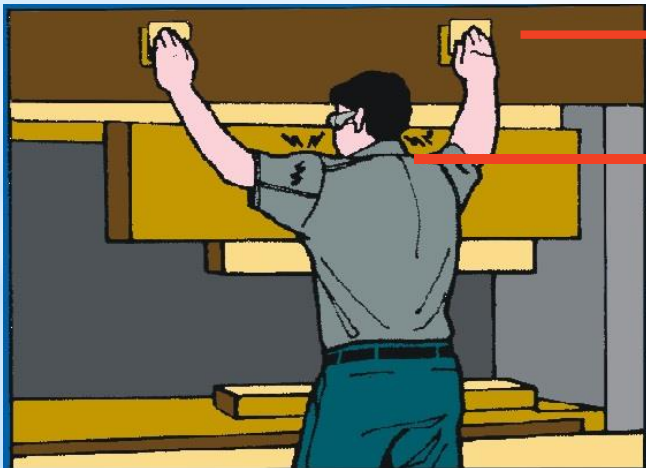


# Posturas estresantes



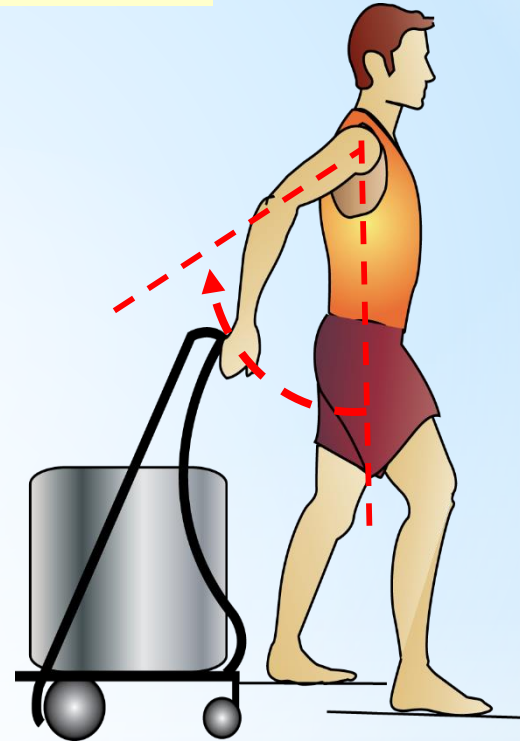
PRODUCIDAS POR  
FALTA DE  
ADECUACIÓN  
ANTROPOMÉTRICA

Hombro: Trabajo  
arriba del  
hombro.



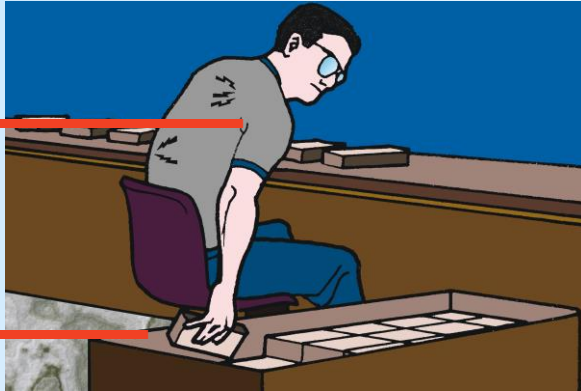
# Posturas estresantes

Hombro: Hiper-  
extensión del  
hombro.



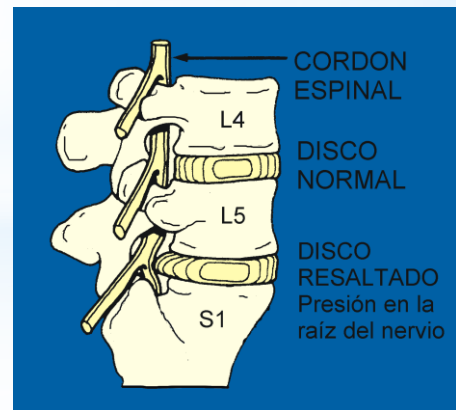
## Posturas estresantes

Espalda : flexión



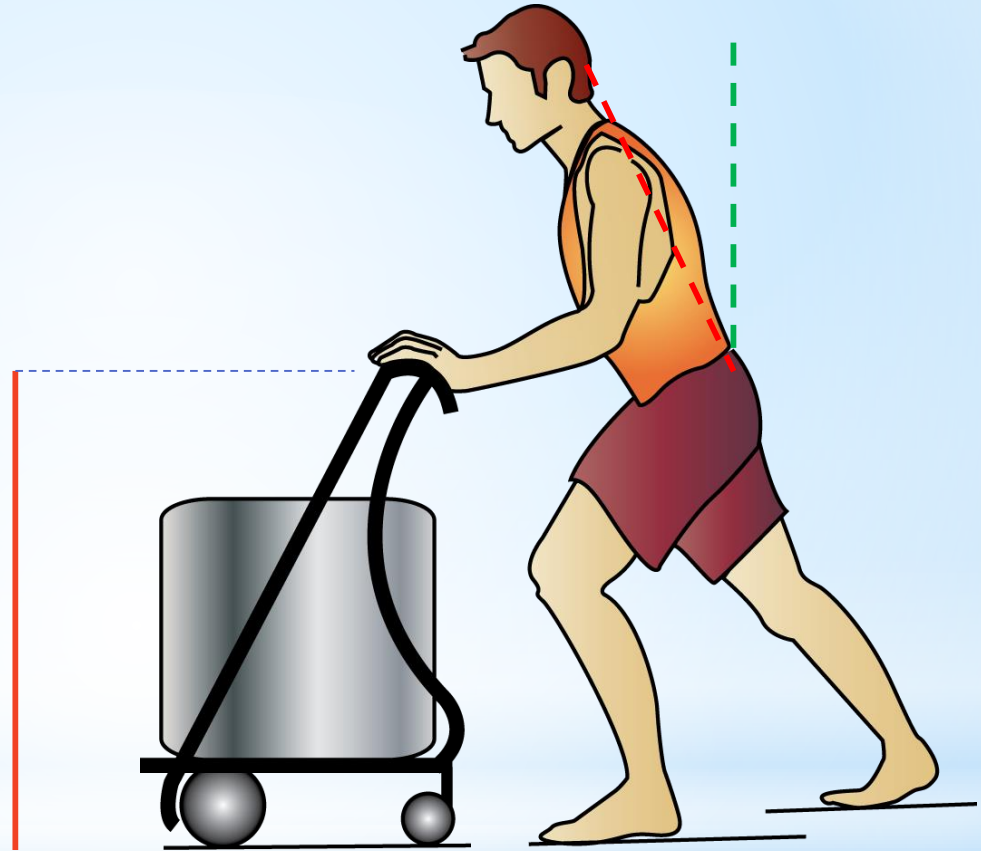
Mal

Bien



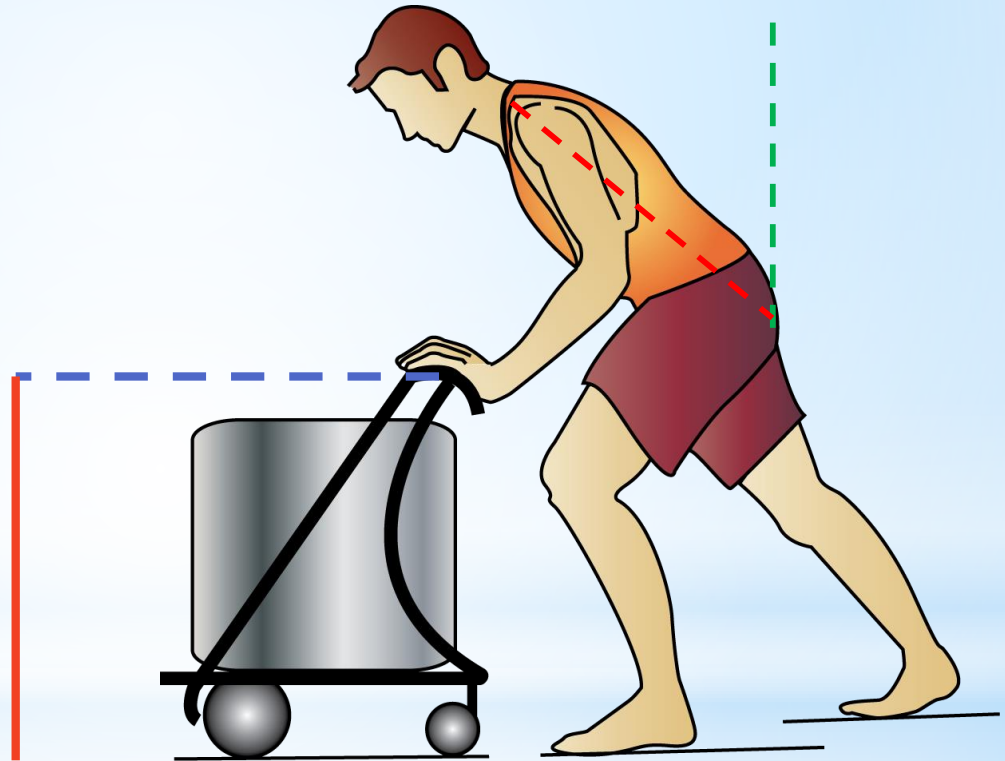
# Posturas estresantes

Espalda: Flexión  
mediana de la  
espalda.



## Posturas estresantes

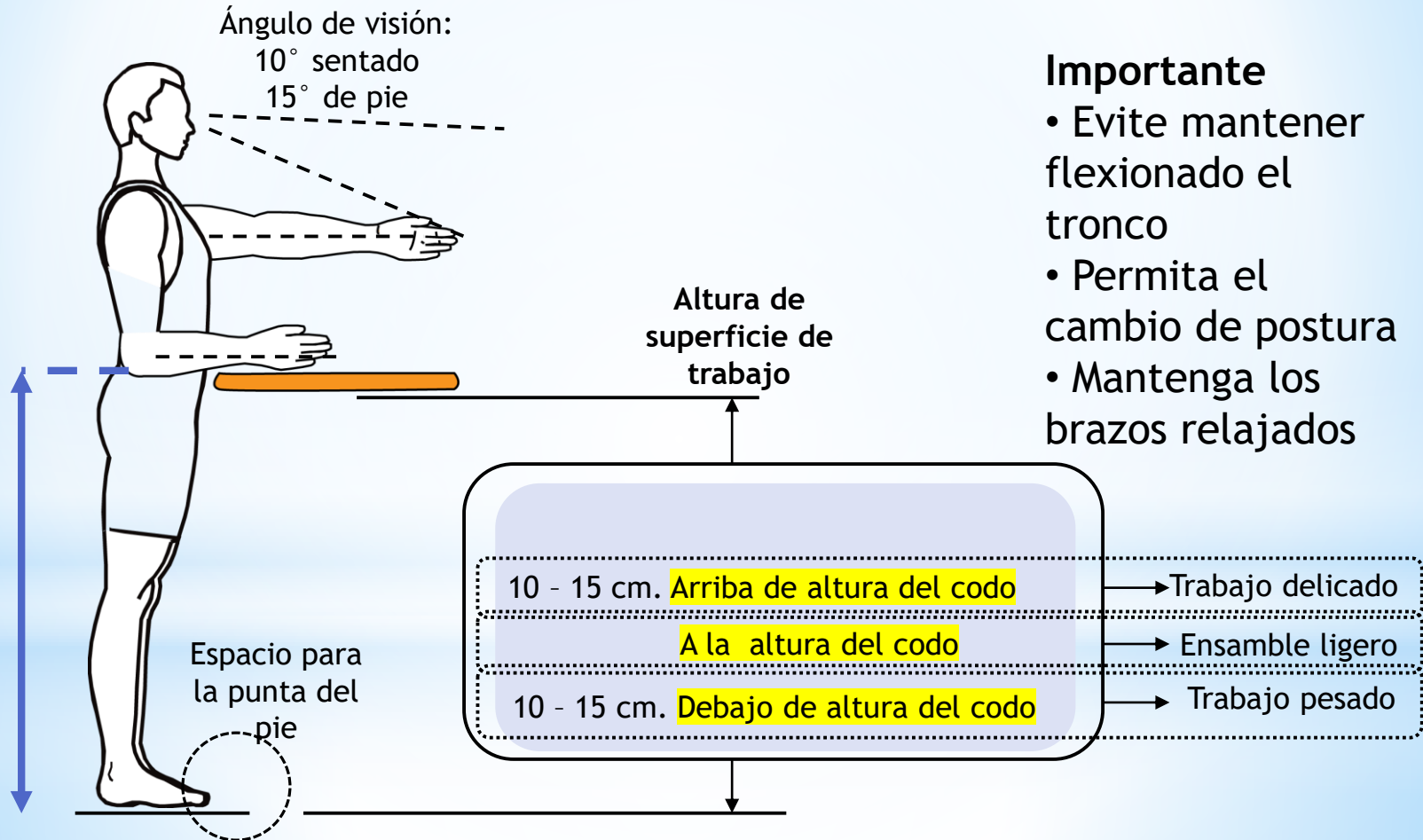
Espalda: Flexión severa de la espalda.





# SOLUCIONES

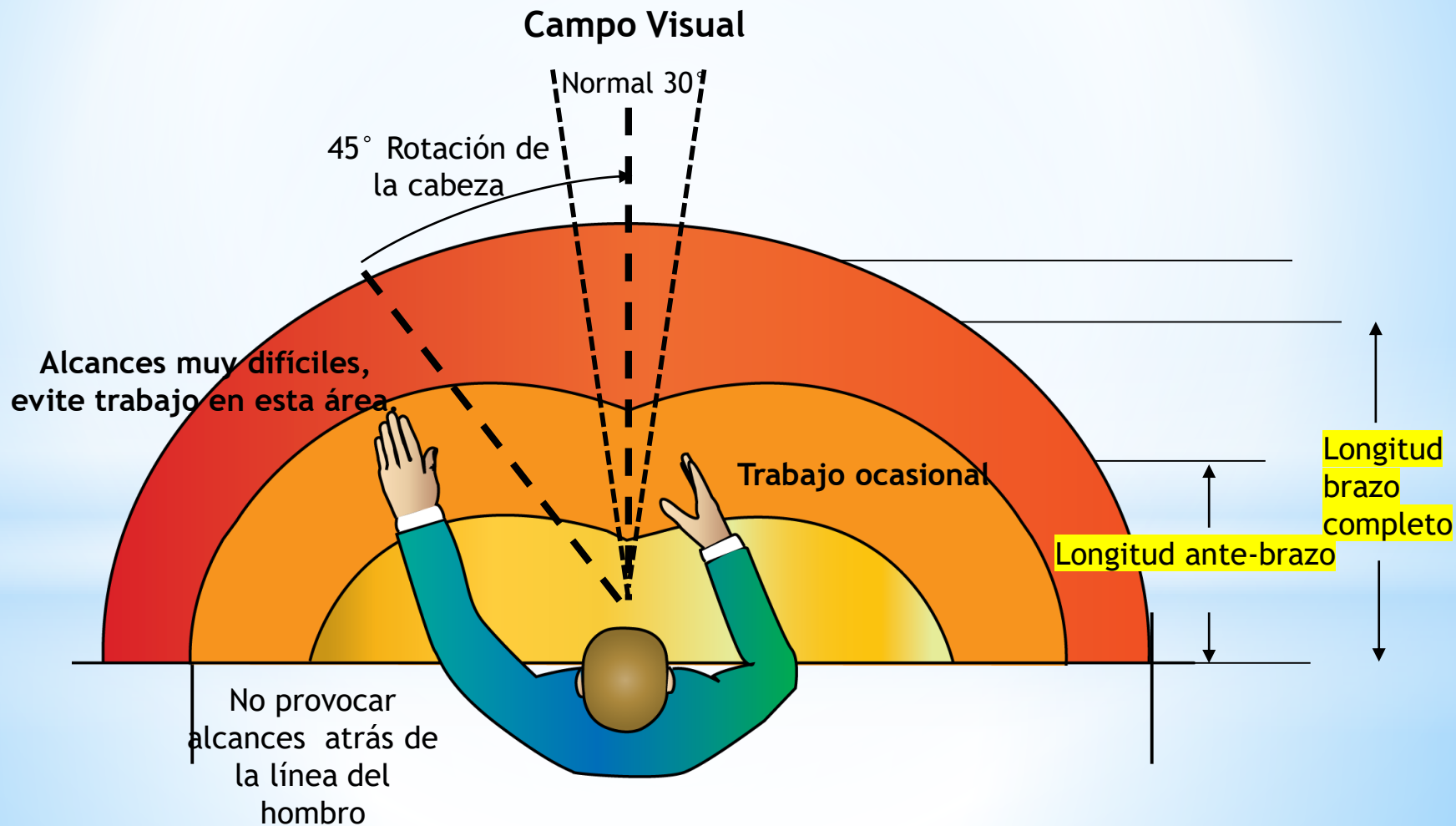
## \* Adecuación Antropométrica del puesto de trabajo



### Importante

- Evite mantener flexionado el tronco
- Permita el cambio de postura
- Mantenga los brazos relajados

# \* Adecuación Antropométrica de alcances del puesto de trabajo



# PROBLEMA :

A LA ALTURA DEL CODO DE QUIÉN ?

A LA LONGITUD DEL BRAZO Y ANTEBRAZO DE QUIEN ?



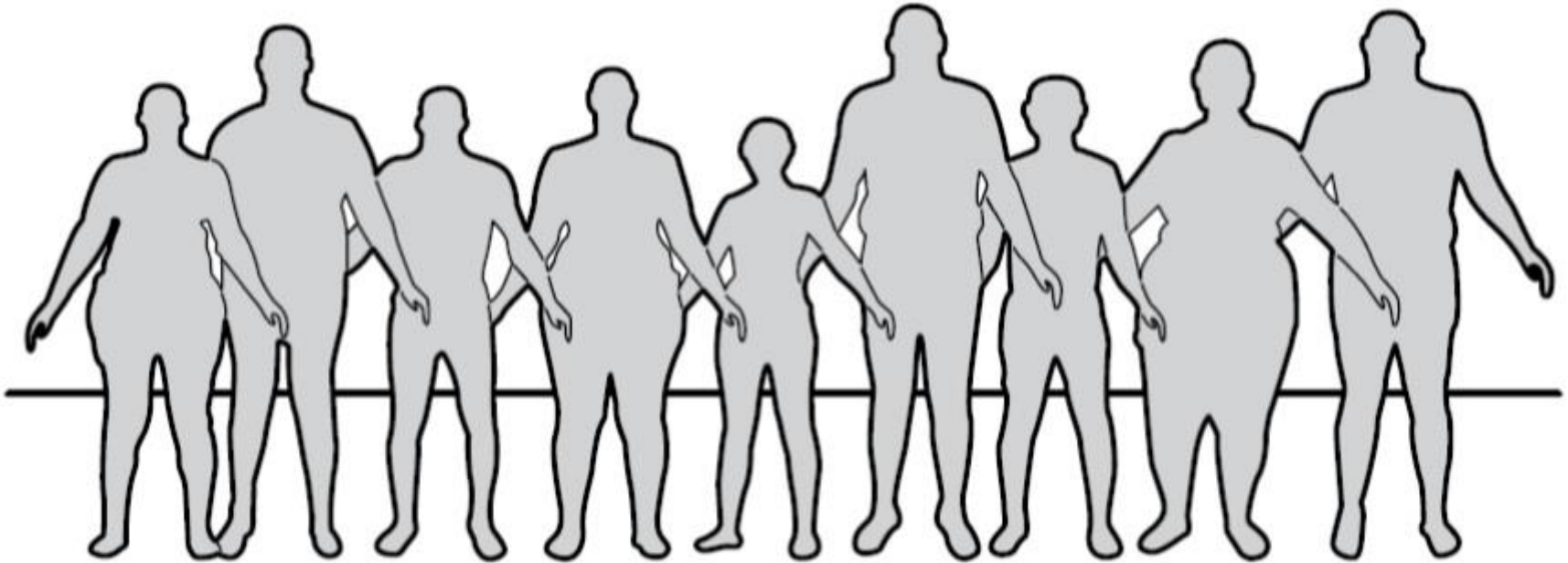
# SOLUCIÓN :



ADECUAR TOMANDO EN CUENTA LA

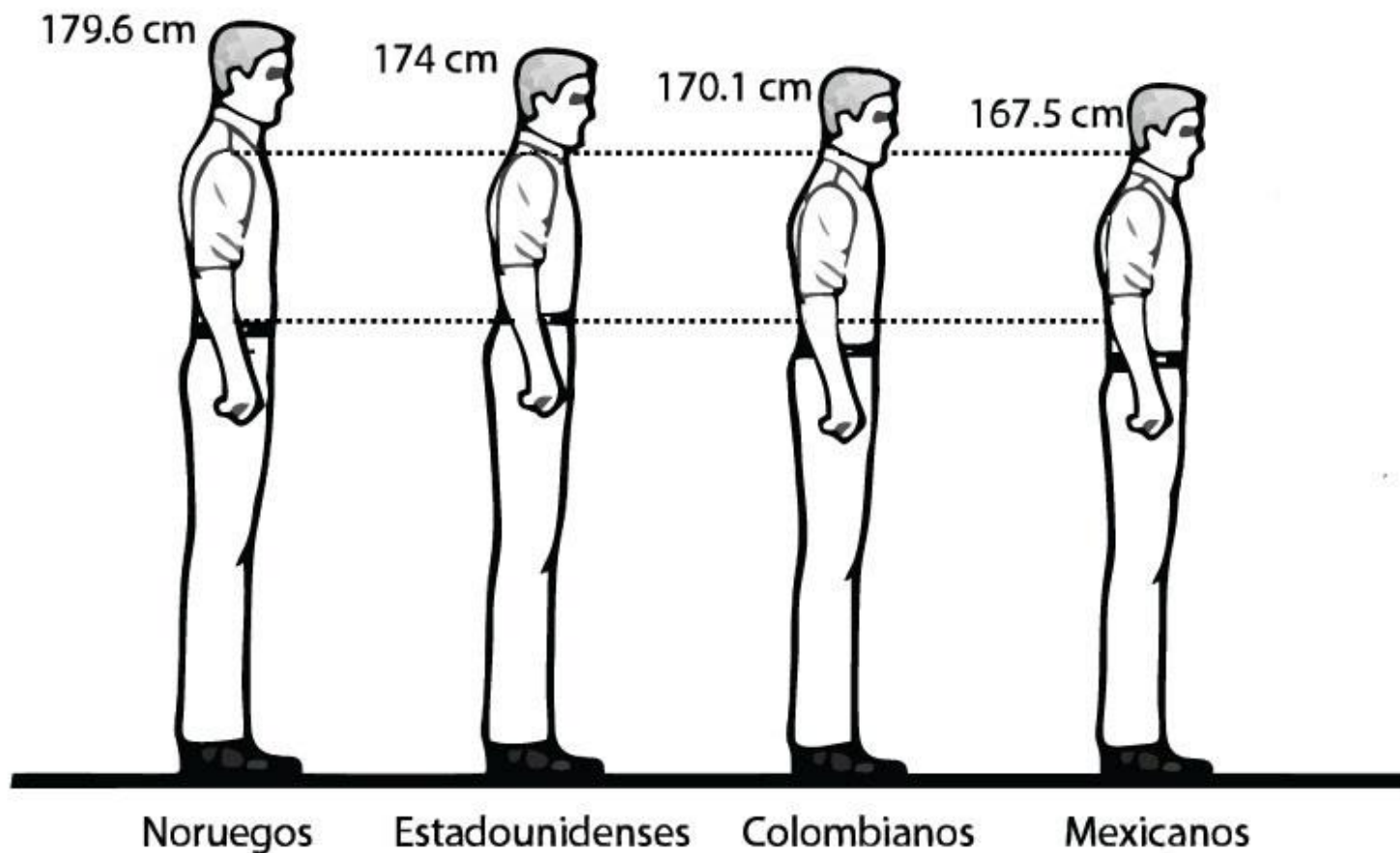
**VARIABILIDAD ANTROPOMÉTRICA**

# Variabilidad Antropométrica



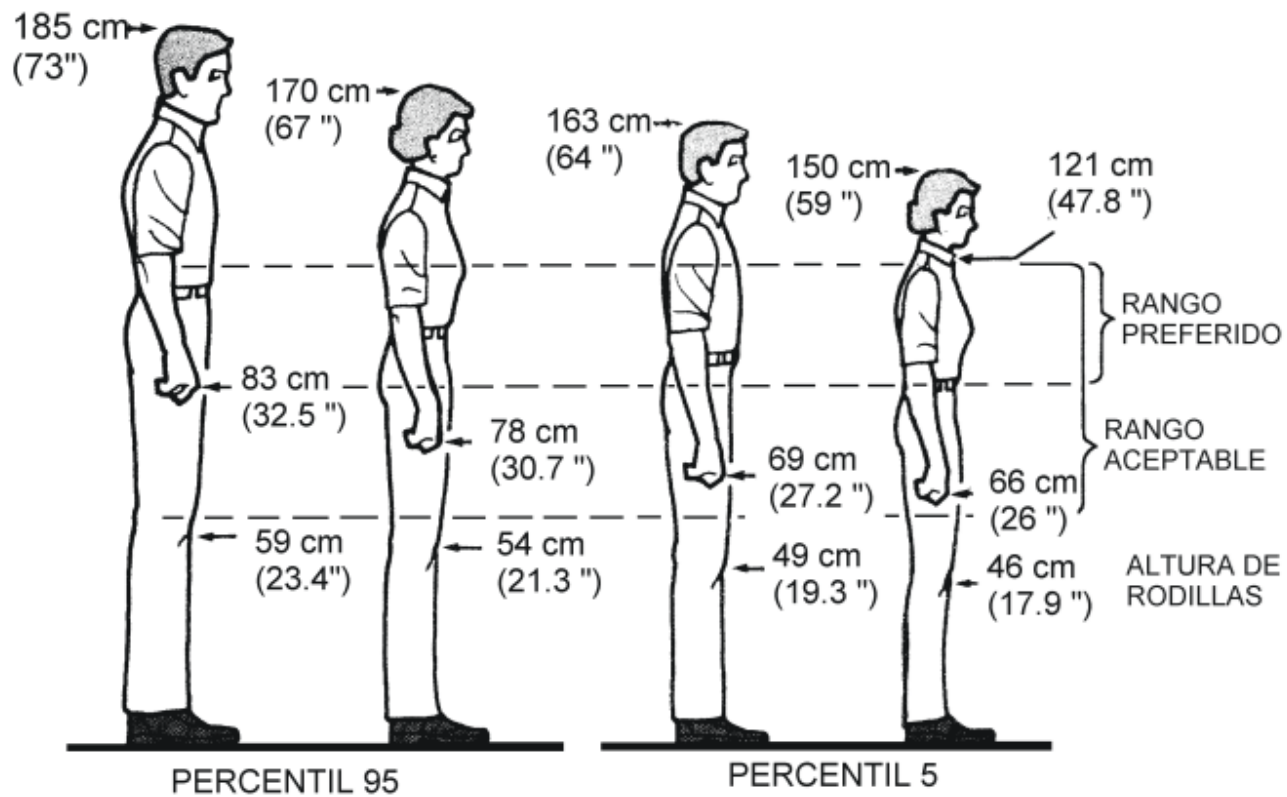
Variabilidad anatómica y antropométrica en población de la ZMG, 2005

# Variabilidad Antropométrica Caucásicos-Latinos (Promedios)





# Variabilidad Antropométrica Trabajadores EUA (Promedios)



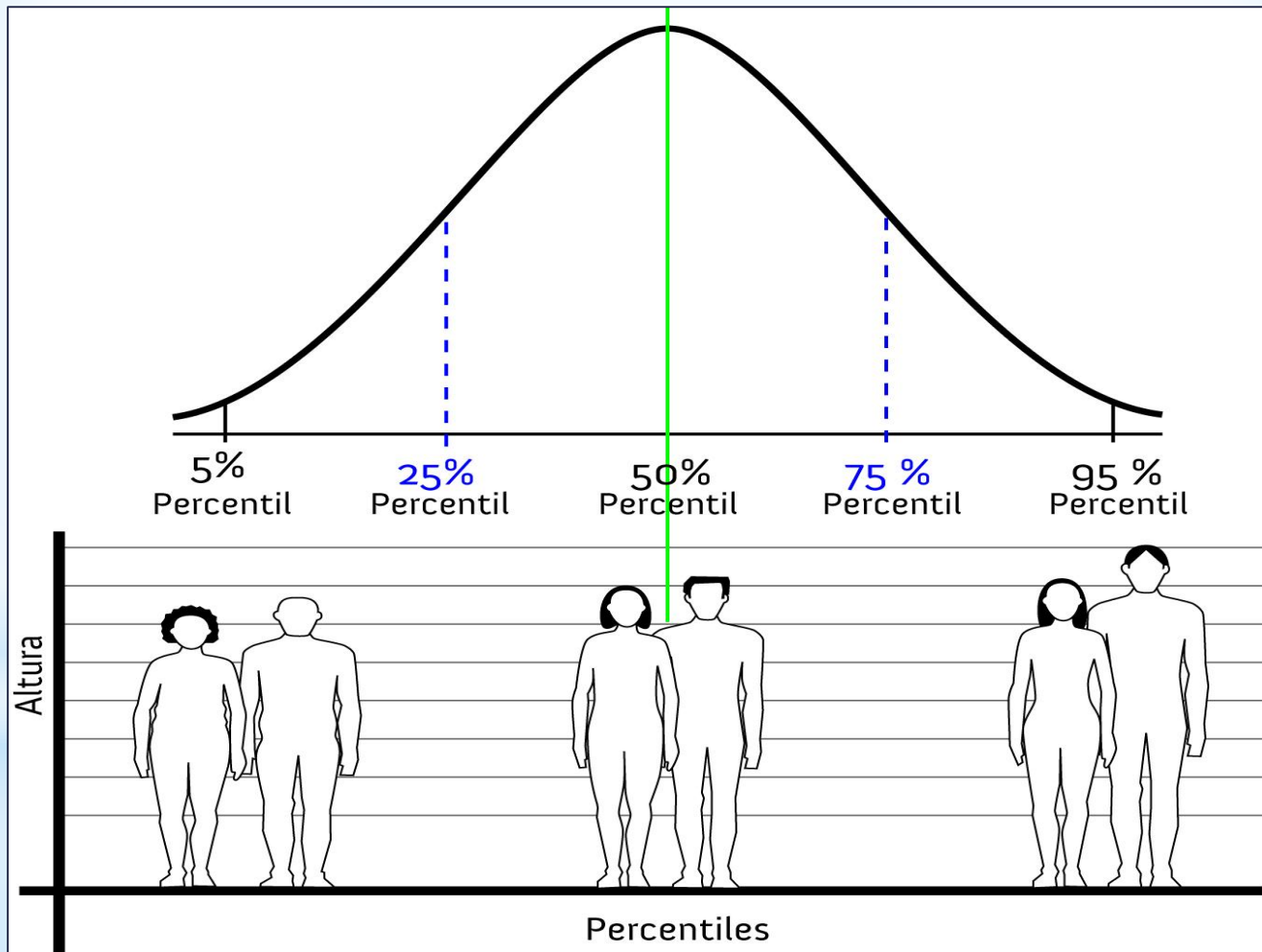
# \* Variabilidad Antropométrica

## Población Infantil México (Gdl.)



Niñas de 6 años de Guadalajara, Jal.

# Representación estadística de la Variabilidad



# Determinantes de la Variabilidad Antropométrica



Grupo Étnico



Edad



Género

Condición  
Socio-Económica

# CÓMO PODEMOS CONOCER LA VARIABILIDAD ANTROPOMÉTRICA DE UN GRUPO DE USUARIOS O TRABAJADORES ?

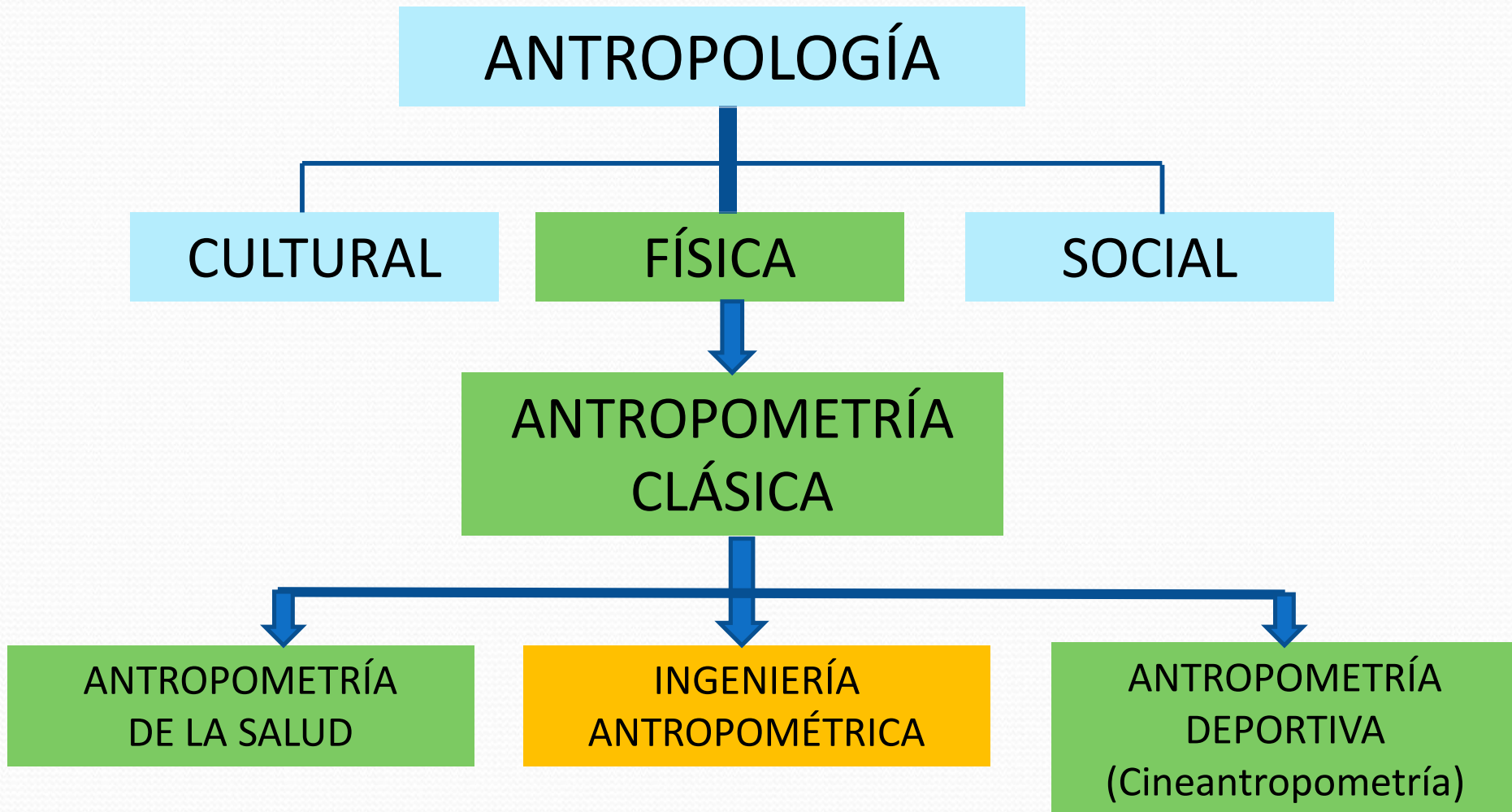


1. Buscar en la literatura disponible : libros, revistas, internet.
2. Realizar un estudio propio.



**¡ CUIDADO !**

# Tipos de Antropometría Científica



## OBJETIVOS

## DIMENSIONES

ANTROPOMETRÍA  
DE LA SALUD

CONOCER EL  
ESTADO NUTRICIONAL

Edad  
Sexo  
Estatura  
Peso, Circunferencias

ANTROPOMETRÍA  
DEPORTIVA  
(Cineantropometría)

CONOCER LA  
COMPOSICIÓN  
CORPORAL

Estatura  
Peso  
Perímetros  
Pliegues Cutáneos  
Segmentos Óseos

INGENIERÍA  
ANTROPOMÉTRICA

CONOCER LA  
VARIABILIDAD DE LAS  
DIMENSIONES DEL  
CUERPO HUMANO

Estructurales  
Funcionales

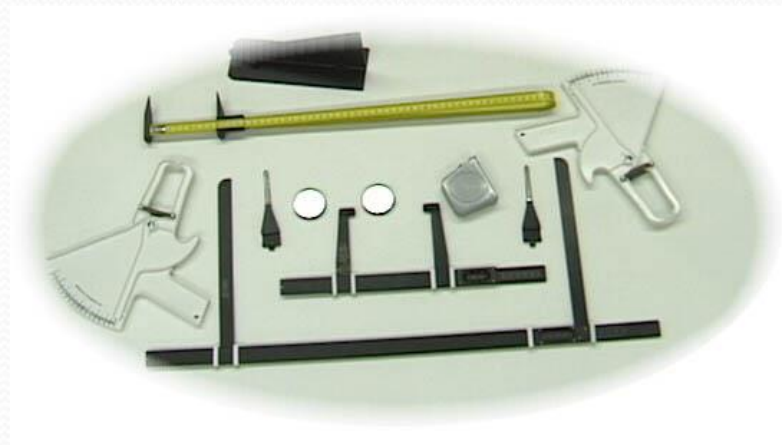
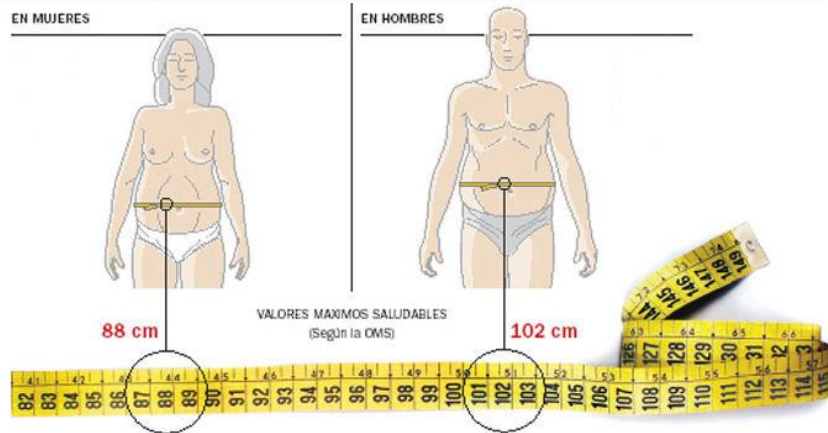
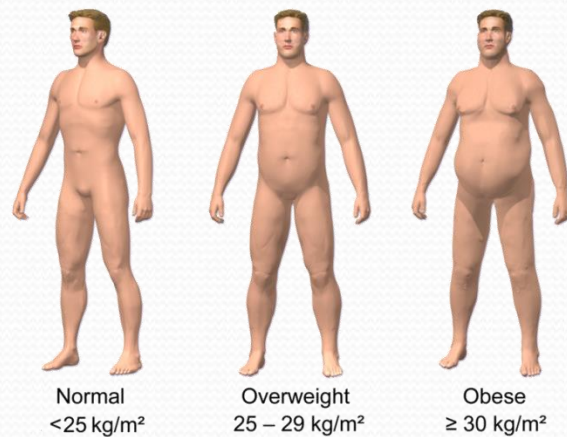


# ANTROPOMETRÍA DE LA SALUD

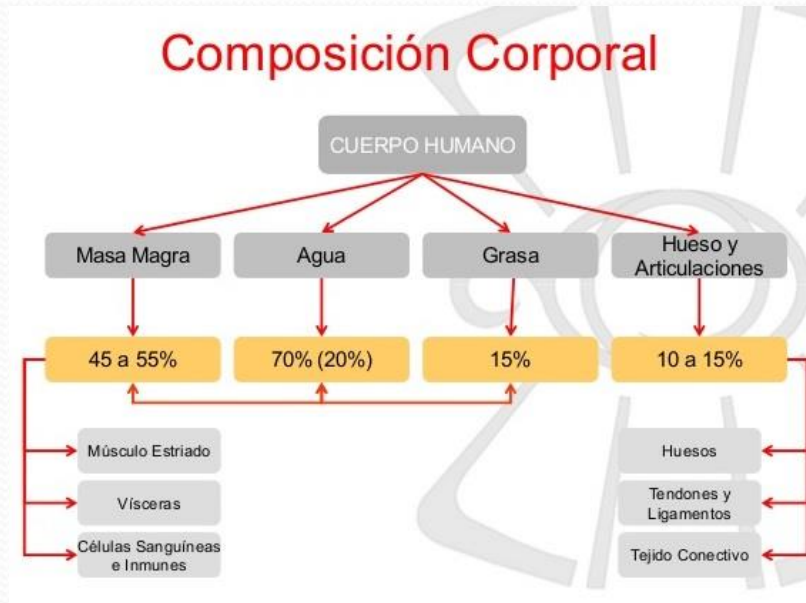
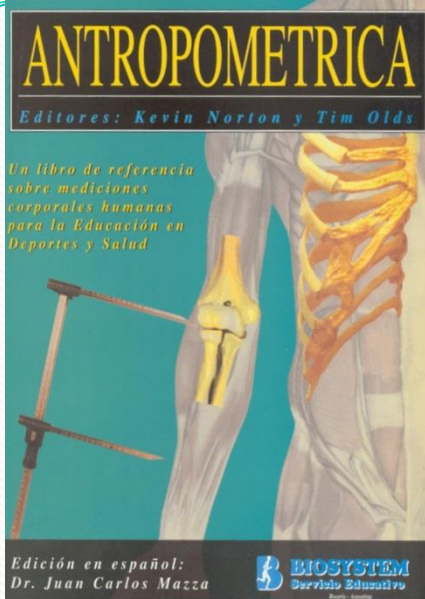


## Obesity and Body Mass Index (BMI)

$$\text{BMI} = \frac{\text{weight (kg)}}{\text{height (m)}^2}$$

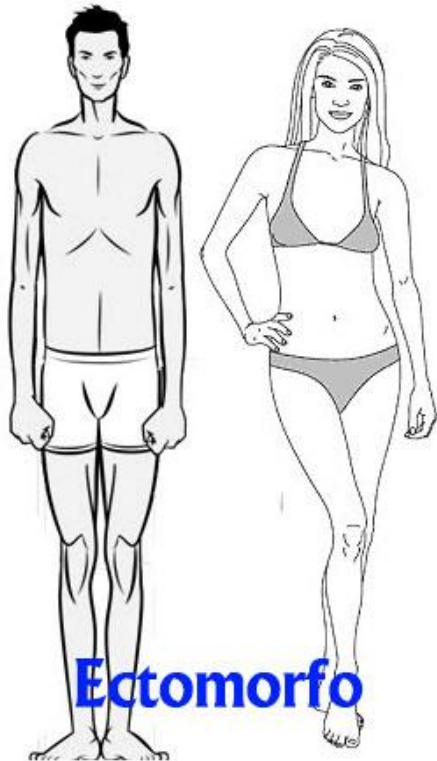


# ANTROPOMETRÍA DEPORTIVA (Cineantropometría)

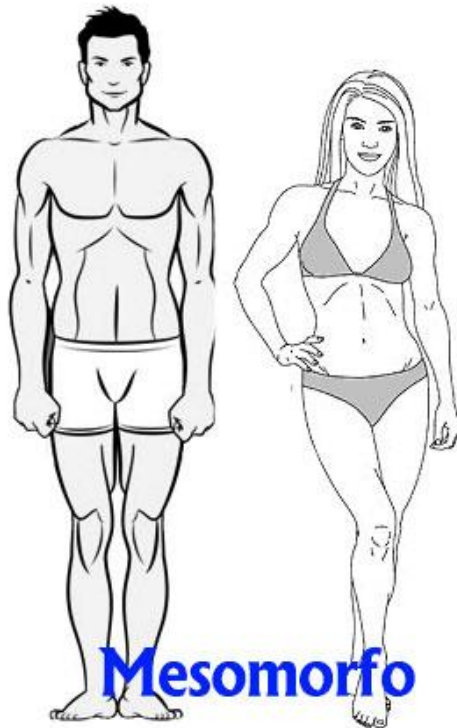




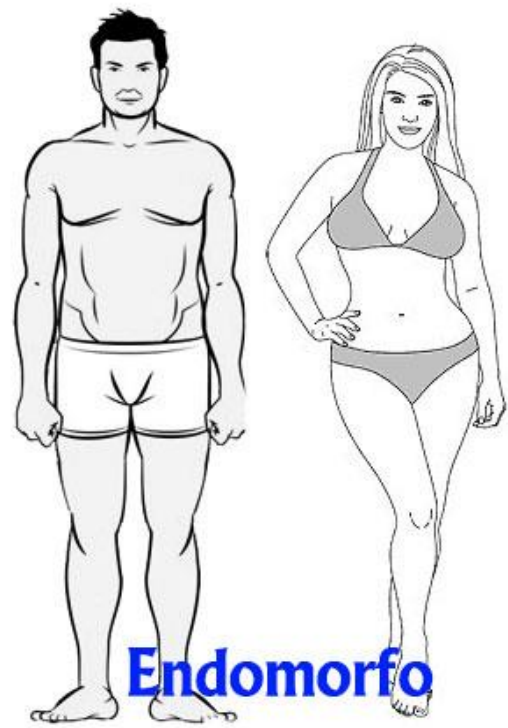
# Biotipología



**Ectomorfo**

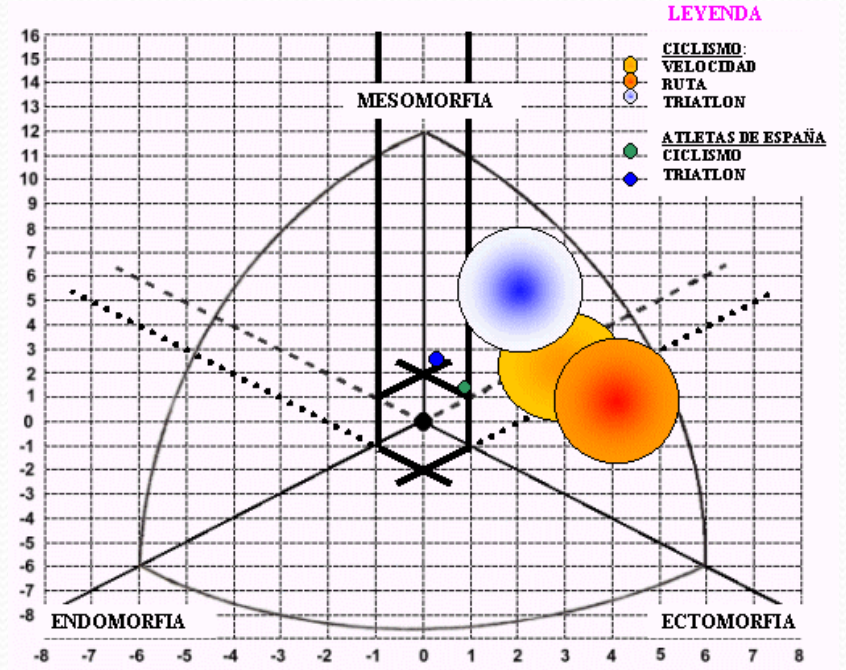
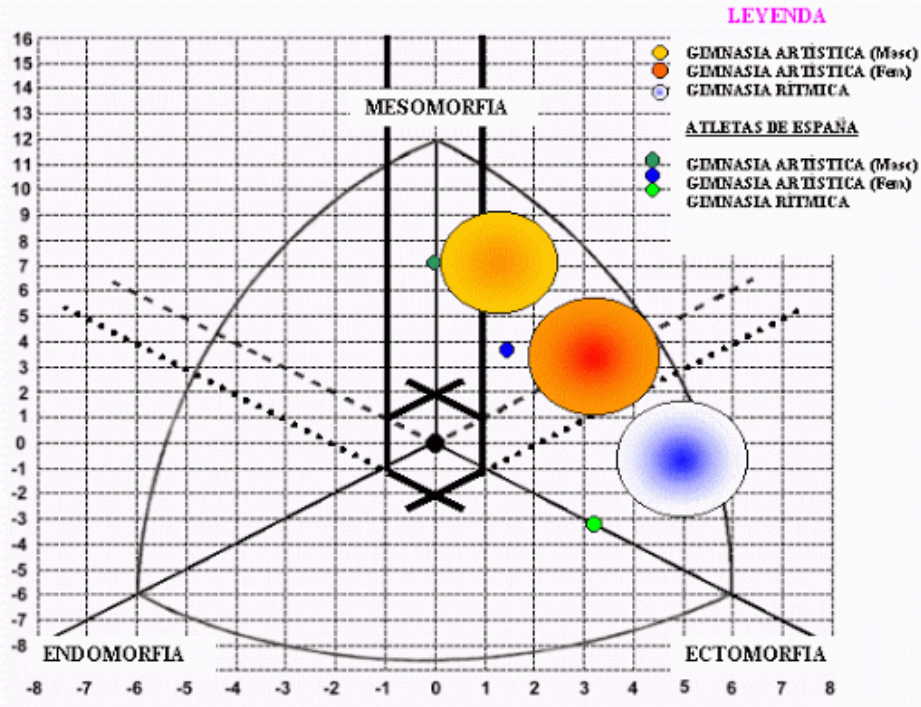


**Mesomorfo**



**Endomorfo**

# Biotipología de atletas





# INGENIERÍA ANTROPOMÉTRICA (Antropometría aplicada a la Ergonomía)

## SOME CONTRIBUTIONS OF APPLIED PHYSICAL ANTHROPOLOGY TO HUMAN ENGINEERING

By H. T. E. Hertzberg

*Anthropology Section, Aero Medical Laboratory, Wright Air Development Center,  
Wright-Patterson Air Force Base, Dayton, Ohio*

The term "human engineering" can mean many things to many men. The field is new and in flux, and the definitions published in the past few years remind one of John Godfrey Saxe's poem about the six blind men of Indostan and their several descriptions of the elephant. Without arguing the merits of any of these definitions, and to achieve common understanding, if not agreement, I shall simply state my view that human engineering should mean fitting the machine to the man and keeping him functioning with efficiency, with safety, and without discomfort, in any environment.

From this general standpoint, I shall present briefly the results of three unpublished studies in applied physical anthropology, each relating to different aspects of the human being. The first will summarize the engineering use of the percentile curve as a tool to improve the sizing of work space, clothing, or personal equipment. The second will outline how the use of muscle-strength data can improve human safety and ease of machine operation. The third will attempt an answer to the question, "What happens to the buttocks when you sit on them?"

### *(1) The Engineering Use of the Percentile Curve*

There are two concepts of design of spaces where human beings perform work. We may call one the concept of the "average man"; the other, the concept of "design limits, or range of accommodation."

(a) *The concept of the "average man."* The concept of using the "average man" is nearly universal among designers. In my experience, two assumptions usually underlie this concept, the first being that only the arithmetical average or mean for any dimension of the population is needed for work space design, and the second is that human bodily proportions are generally constant, so that a short man must be only a reduced facsimile of a tall one. Let us examine these assumptions.

The arithmetical average (or mean) can be calculated from the range of any dimension taken on a human sample and, in an adequate sample, the figure describes the central tendency of the sample for that dimension. When used with a measure of variability, such as the standard deviation,\* the mean provides a valid representation of the sample in comparison with other samples for the same dimension. Such a use is entirely legitimate, and it is done daily in descriptive biological science. But it is a fallacy to use merely the "average" as the basis of design for human accommodation.

If the pure average were used for, say, arm reach from the operator's body

\* A number designating the probable inherent variability for a given dimension of any number in the group. The mean plus and minus three standard deviations (called sigma) gives the limit of a normal curve encompassing about 99.7 per cent of the range.

## The Conference on Standardization of Anthropometric Techniques and Terminology

*A Report by*

H. T. E. HERTZBERG

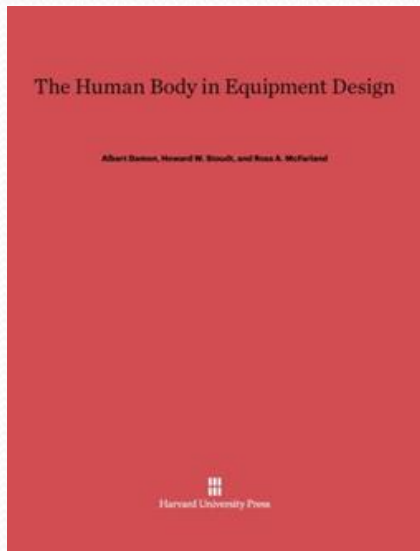
*Research Physical Anthropologist, Aerospace Medical Research Laboratories,  
Aerospace Medical Division, Air Force Systems Command, Wright-Patterson  
Air Force Base, Ohio*

**ABSTRACT** The conference, attended by anthropologists, engineers, dental and medical researchers, physical educationists and statisticians, took place on 28-30 March 1967 in the Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio. The ultimate purpose was to improve the comparability of anthropometric data from all workers, by establishing standards for the many new dimensions required in engineering anthropology, and by developing a terminology that reconciles the new standards with previous usages. In this effort, the group selected a list of dimensions (though with dissent on type and number) recommended as a minimum for all human biological surveys; and they chose from previous usage a terminological structure whose form, content and mode of presentation they recommended as standard practice by all anthropometrists. Both official and dissenting lists are presented, and the terminological structure is described, with examples.

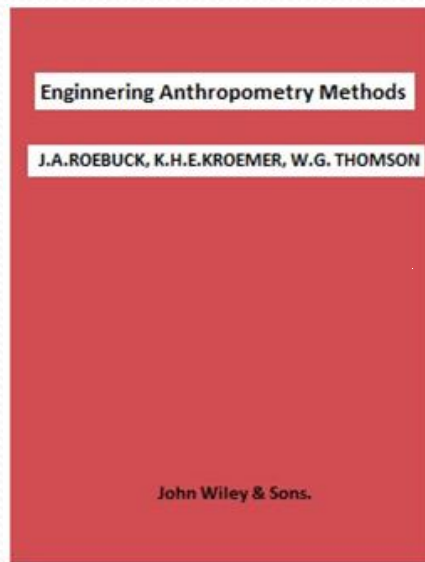
Despite solid progress toward a standardized technology encompassing both classical and modern practices, the conference left numerous points of technique or terminology unsettled, some of which are briefly described. Hence future meetings appear necessary, perhaps annually, until such remaining problems can be resolved.

**1968**

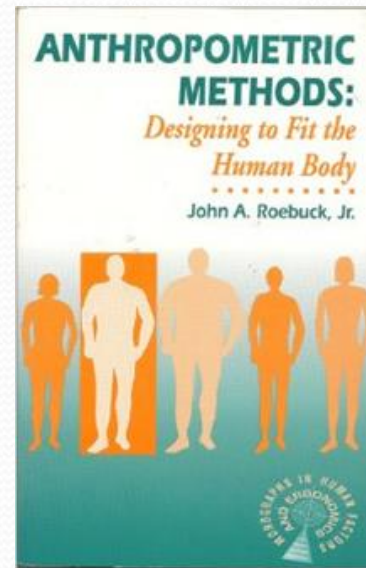
**1955**



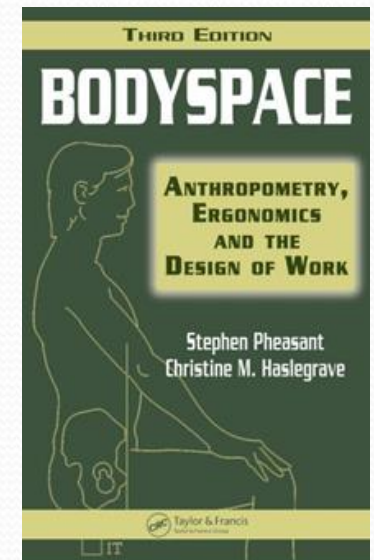
**1966**



**1975**

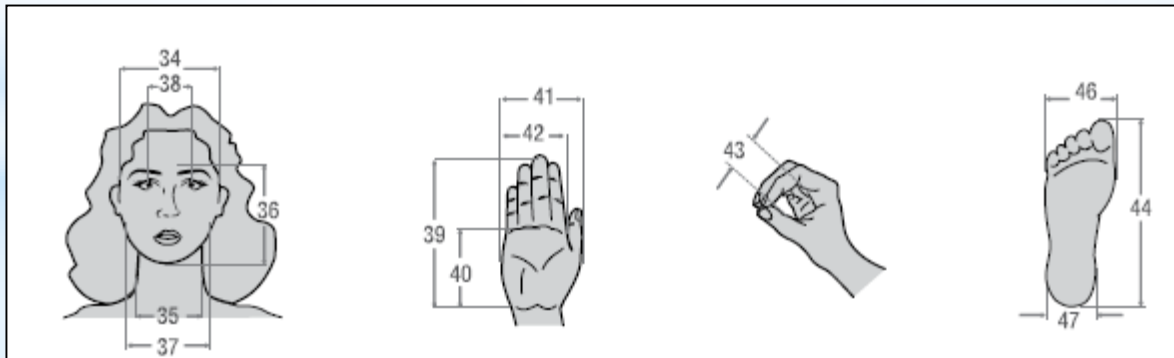
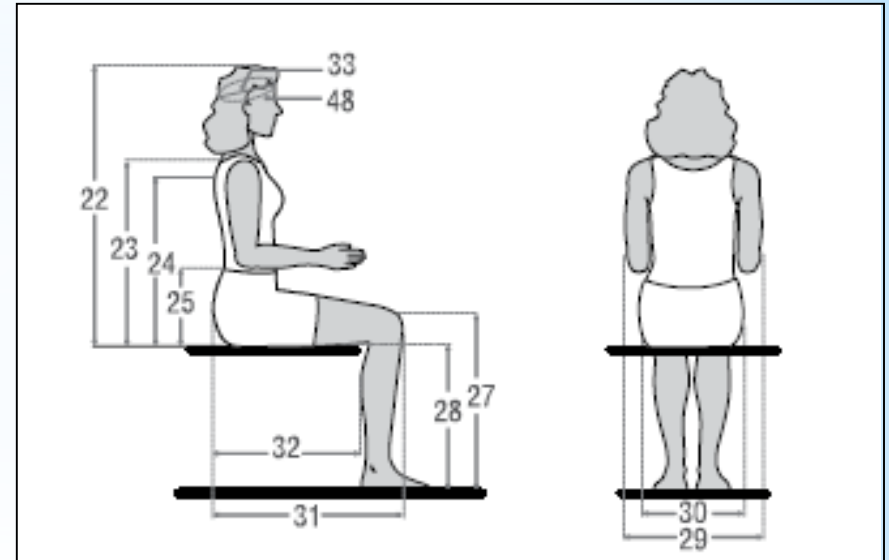
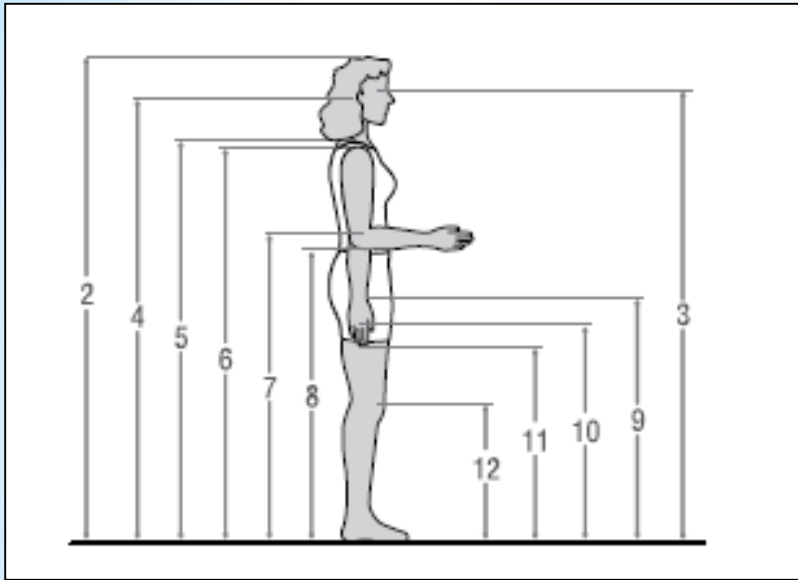


**1995**



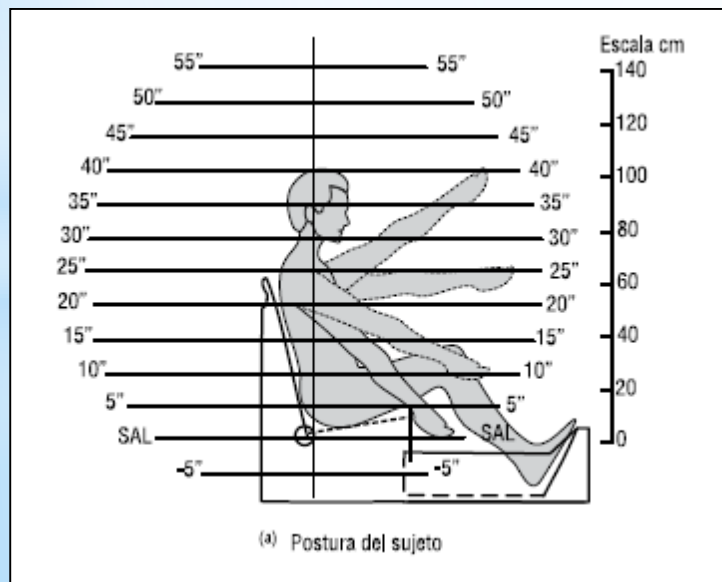
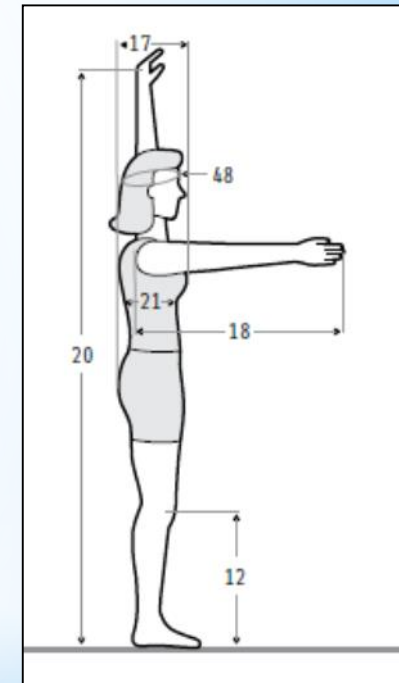
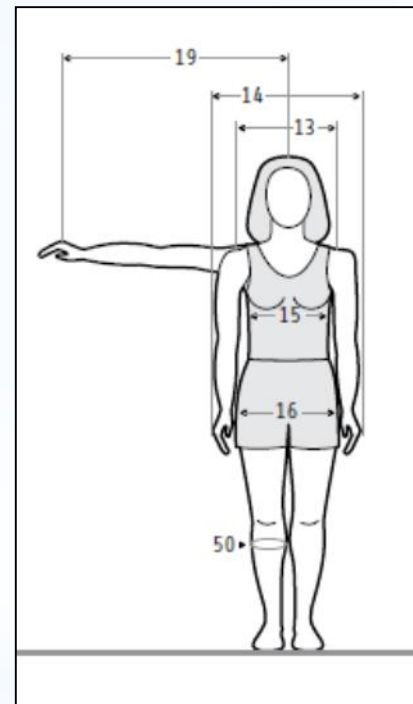
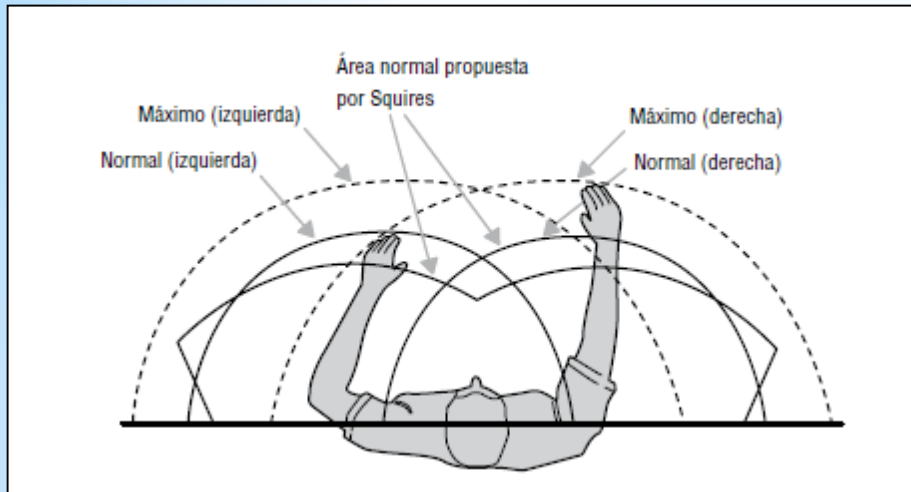
**1986-1996--  
2005**

# Dimensiones Estructurales





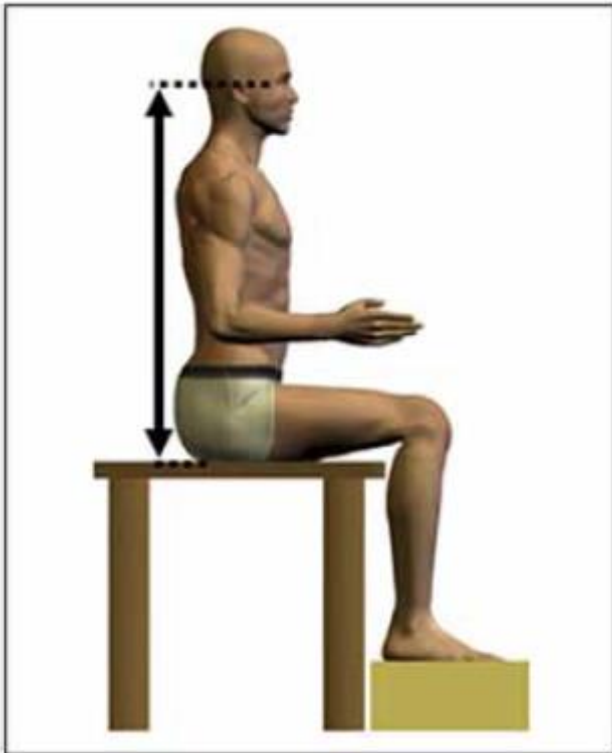
# Dimensiones Funcionales



# Desarrollo de un Estudio Antropométrico

- Selección de Dimensiones a Medir.
  - Dimensiones útiles, aplicables a Ergonomía.
  - Puntos anatómicos visibles fáciles de identificar.
  - Considerar Estándares Internacionales.
  - Desarrollo de Definiciones.
- Diseño de Cédula Antropométrica
  - Distribución de Dimensiones en postas y por instrumentos.
  - Organización Lógica.
- Diseño de Muestra Representativa.
  - Nacional, Regional, Local, Particular.

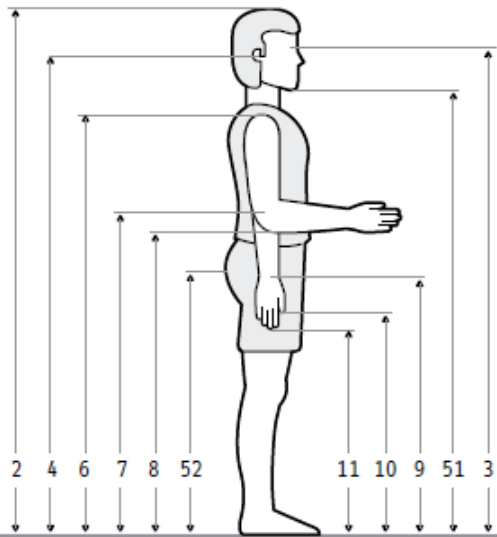
Ilustración



Toma Real



# Producir Tablas Antropométricas propias



Dimensiones		18 - 65 años (n=396)				
		$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
				5	50	95
1	Peso (Kg)	73	12.33	55.31	72.10	97.30
2	Estatuta	1675	62.80	1576	1668	1780
3	Altura de ojos	1550	61.80	1447	1546	1651
4	Altura oído	1538	63.70	1439	1534	1635
6	Altura hombro	1380	58.49	1281	1377	1477
7	Altura codo	1068	55.02	988	1065	1145
8	Altura codo flexionado	969	40.81	906	969	1046
9	Altura muñeca	825	39.49	757	822	919
10	Altura nudillo	740	43.56	680	740	800
11	Altura dedo medio	639	35.31	584	638	697
33	Diámetro a-p cabeza	198	8.98	182	194	205
51	Altura mentón	1442	61.20	1337	1440	1544
52	Altura trocánter may.	873	44.61	810	872	940

Una muestra representativa de 200 trabajadores, de cada sexo, es suficiente para cualquier empresa

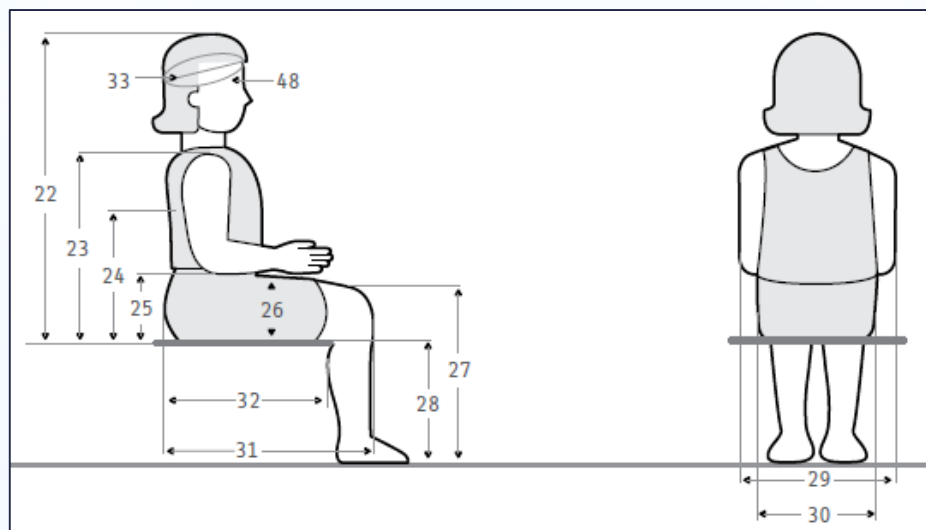
# REALIZAR LA ADECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA UTILIZANDO DATOS PROPIOS

Mobiliario escolar actual



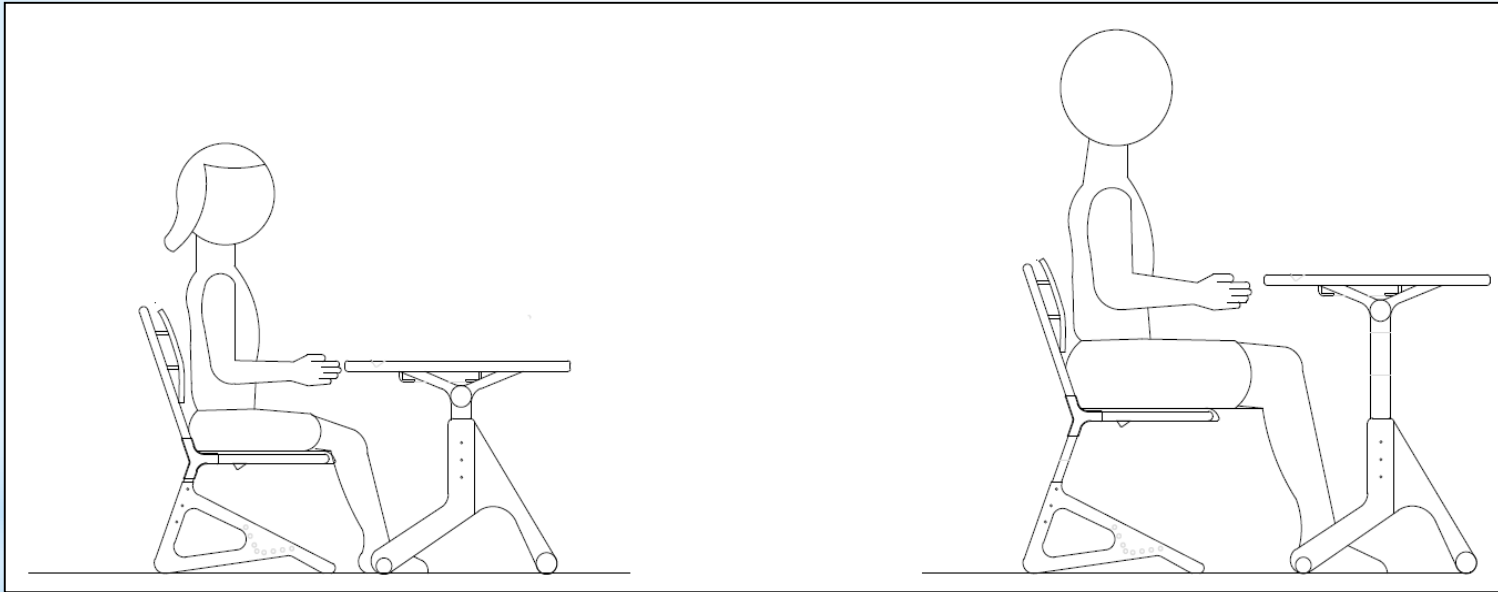


# DATOS ANTROPOMÉTRICOS DE POBLACIÓN REAL



Dimensiones		2 años (n=85)					3 años (n=56)				
				Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
22	Altura normal sentado	519	25	478	522	560	544	31	493	550	595
23	Altura hombro sentado	303	23	265	304	341	321	26	278	321	364
24	Altura omoplato sentado	241	17	213	242	269	255	18	225	254	285
25	Altura codo sentado	*	*	*	*	*	147	22	111	145	183
26	Altura máx. muslo	75	7	64	74	87	79	8	66	79	92
27	Altura rodilla sentado	251	17	223	252	279	275	21	240	275	310
28	Altura poplítea	210	17	182	210	238	236	19	205	234	267
29	Anchura codos	283	29	248	292	329	292	27	247	291	338
30	Anchura cadera sentado	193	17	165	193	221	205	17	179	206	233
31	Longitud nalga-rodilla	278	22	242	280	313	309	19	278	310	340
32	Longitud nalga-poplíteo	234	22	198	237	270	256	19	225	255	287
33	Diámetro a-p cabeza	166	7	154	166	178	170	6	160	170	180
48	Perímetro cabeza	480	12	455	480	500	488	15	463	490	513

Propuesta de mobiliario adecuado a los percentil 5 sexo femenino de 6 años y percentil 95 sexo masculino 8 años.  
(1ero., 2do. y 3er. Año de primaria)



Percentil 5 Femenino

Percentil 95 Masculino

## MOBILIARIO ESCOLAR ERGONÓMICO



( Mtra. Natalia Anaya Echeverría. Mtria en Ergonomía UdG.)

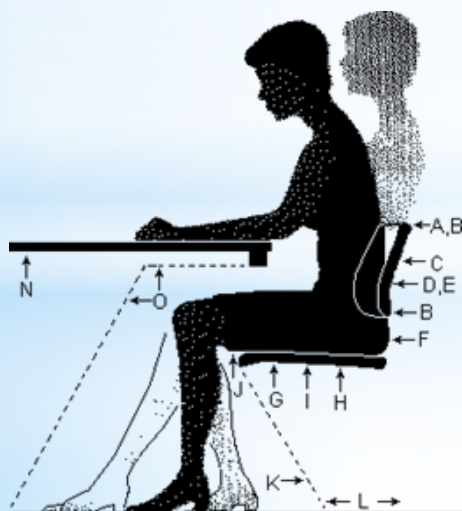
**¿ CÓMO SE LLEVA A CABO EL PROCESO  
DE ADECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA ?**

# El Concepto de Adecuación Antropométrica

Características físicas y Funcionales del Producto-Puesto de Trabajo



Características anatómicas, **antropométricas**, fisiológicas, biomecánicas, y psicosociales del Trabajador





# PROCESO METODOLÓGICO GENERAL

Puesto de Trabajo/Producto de Diseño

Delimitación y  
Descripción del Sistema  
H-O-E

Conservación de la  
Configuración  
esquelética óptima

Identificación de  
Factores de Riesgo  
Ergonómico

Descripción de Tareas

Evitar Trabajo muscular  
Estático

Valoración de Factores  
de Riesgo Ergonómico

Análisis de Tareas

Evitar movimientos  
Repetitivos

Propuesta de  
Modificación.  
**ADECUACIONES**

Aplicación de  
Principios Ergonómicos

No utilizar el EMMV

Utilizar el 15-30% EMMV

Prueba de Propuesta

# Algunos Principios Ergonómicos

## Principios Fisiológicos

- Evitar isquemia por compresión
- Evitar isquemia por gravedad
- Evitar trabajo muscular estático

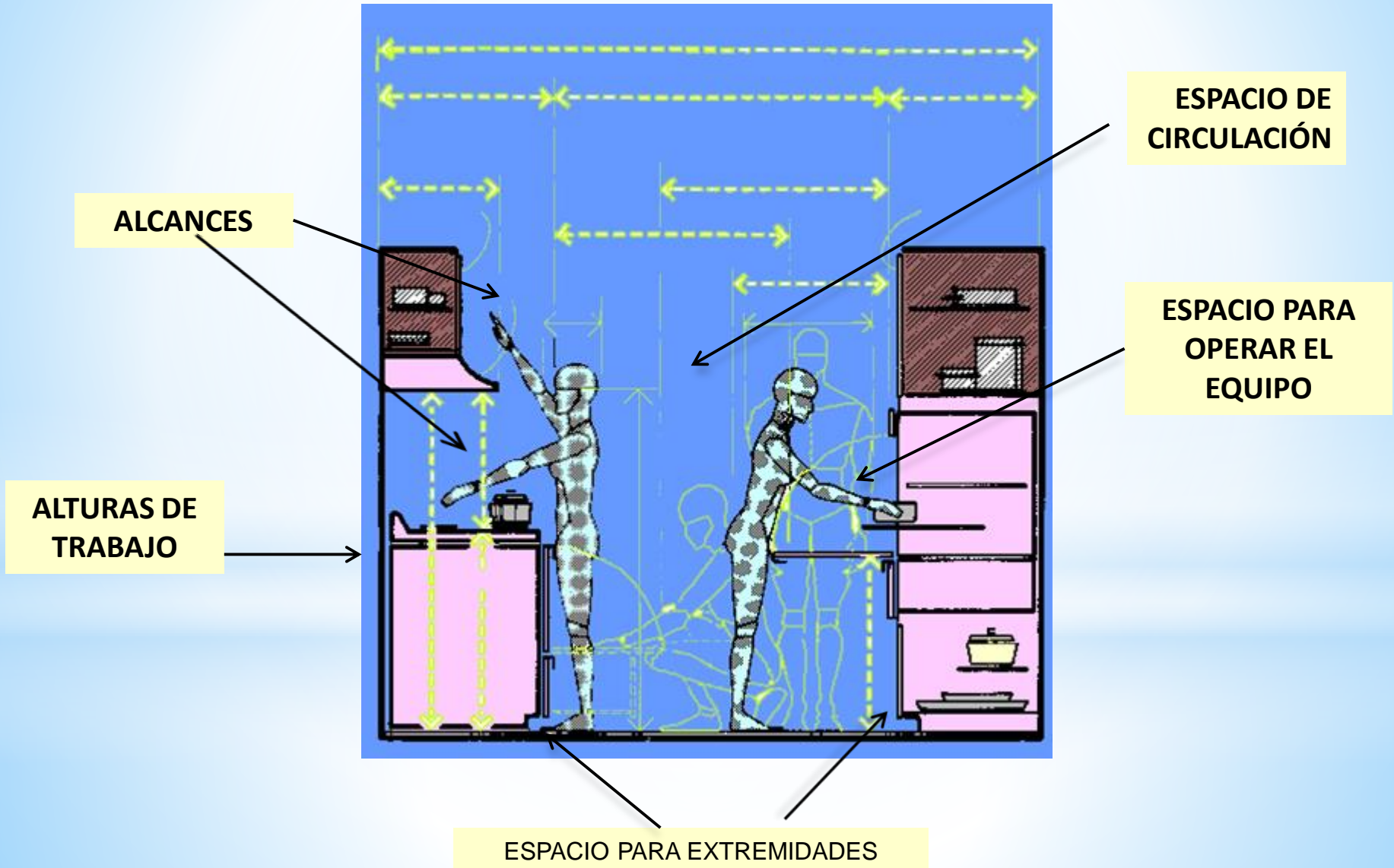
## Principios Biomecánicos

- No levantar pesos ni realizar actividades arriba de la altura de los hombros.
- No levantar pesos ni realizar actividades abajo de la altura de las rodillas.
- Realizar actividades frecuentes con los antebrazos, mejor que con el brazo extendido

## \* Principios Antropométricos

- \* Altura de Asientos: Igual o menor que la altura poplítea. (P-5)
- \* Anchura de Asientos : Igual o mayor que la anchura de caderas sentado. (P-95)
- \* Alcances : igual o menor que los alcances de brazo. (P-5)
- \* Holguras: Igual o mayor que P-95

# Análisis de tareas actividades de usuarios



# PROCESO DE ADECUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

Análisis de Tareas

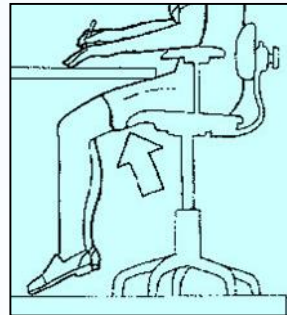
SENTARSE

Aplicación de  
Principios Ergonómicos

Evitar Isquemia por  
compresión

Evitar Trabajo Muscular  
Estático

Conservar la  
configuración  
esquelética óptima de la  
espalda



Propuestas de Diseño

Altura de asiento  
igual o menor que  
altura poplíteica

Proporcionar ángulo  
de respaldo 105-110

Proporcionar Apoyo  
Lumbar

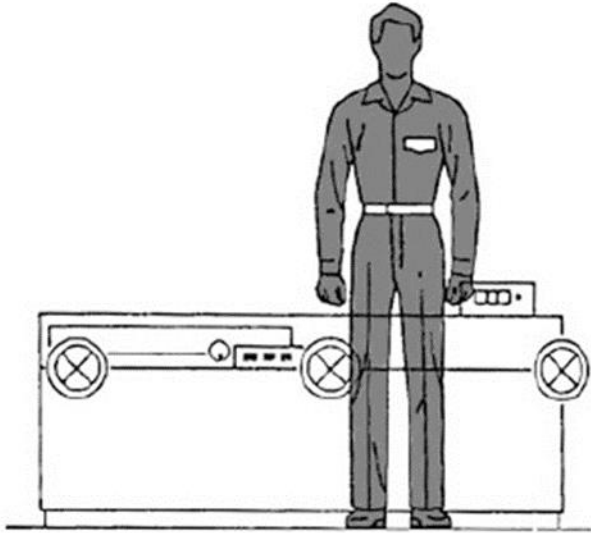




# Adecuación de alturas para hombre y mujer



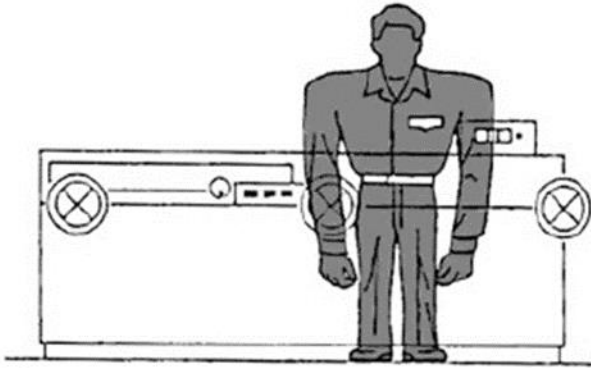
# ¿ QUÉ PASA SI NO HAY ADECUACIONES ANTROPOMÉTRICAS ?



Dimensiones de un trabajador normal

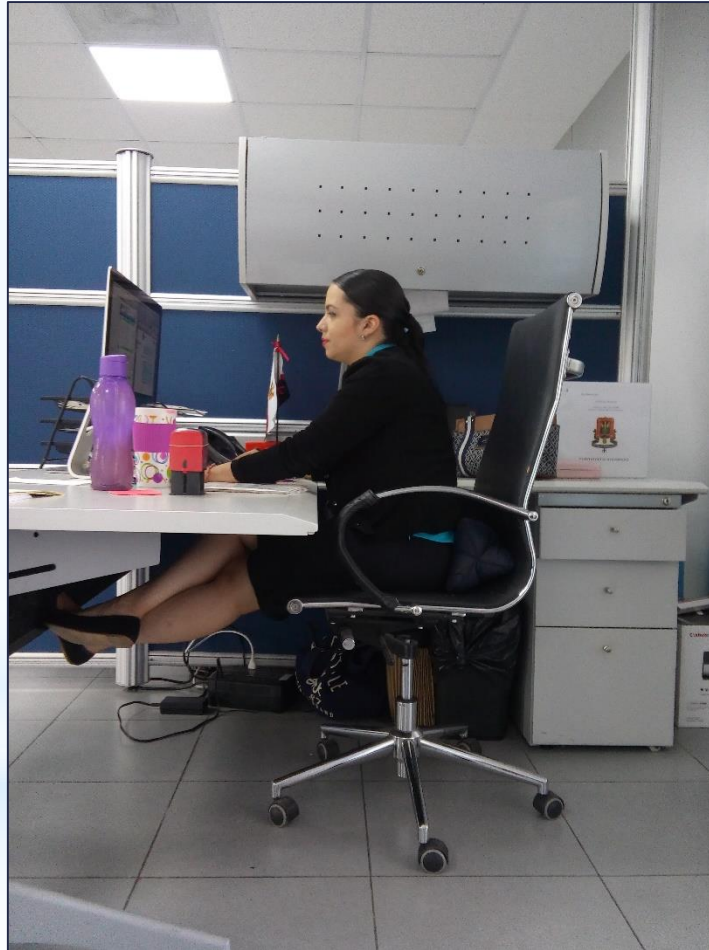


Mandos y controles de un torno antiguo



Dimensiones que debería tener un trabajador adecuadas a los mandos y controles de un torno antiguo

## Efectos de la falta de adecuación antropométrica



## Puestos de trabajo con problemas de alcances que generan malas posturas



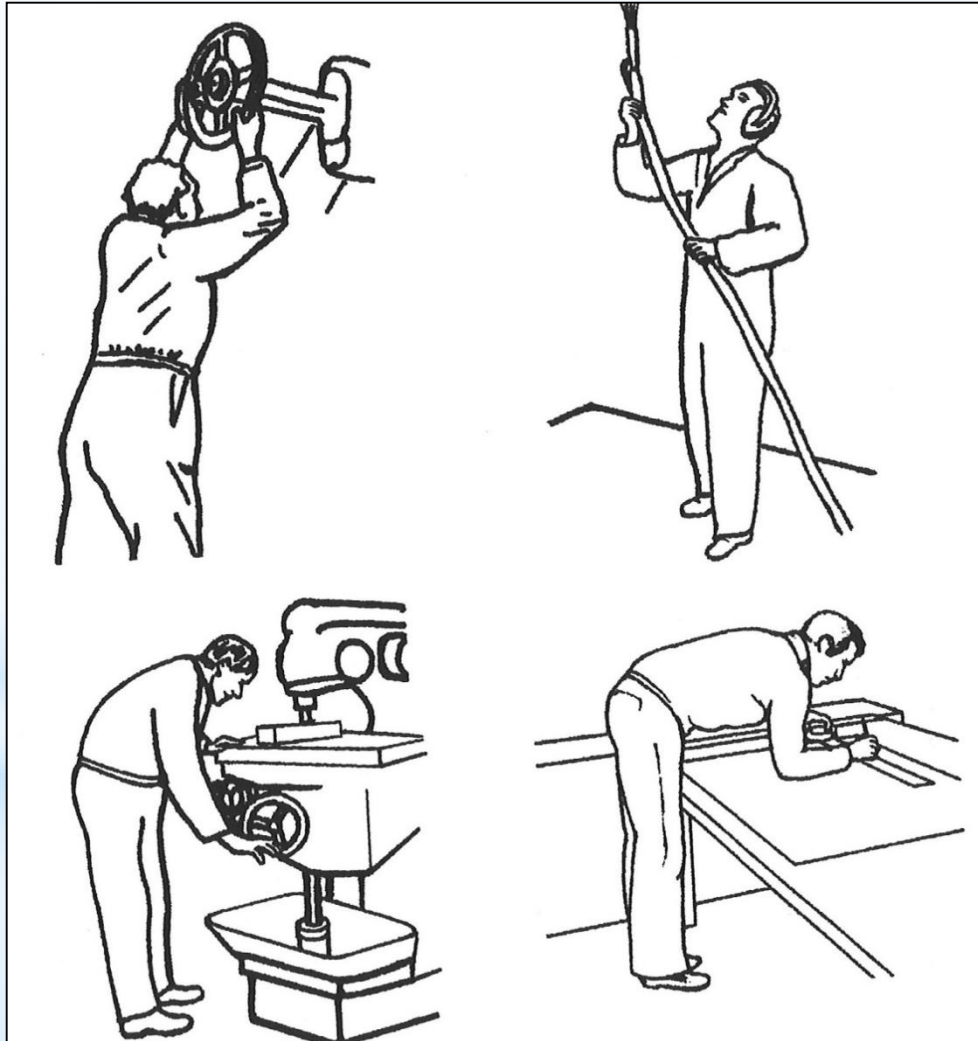
Hernandez-Arellano & Cools(2015)



Hernandez-Arellano & Cools(2015)



# Puestos de trabajo con problemas de alcances que generan malas posturas



# Ejercicio:

Identifique las dimensiones del cuerpo utilizadas para determinar las dimensiones del vehículo y el percentil a utilizar para la medida definitiva.

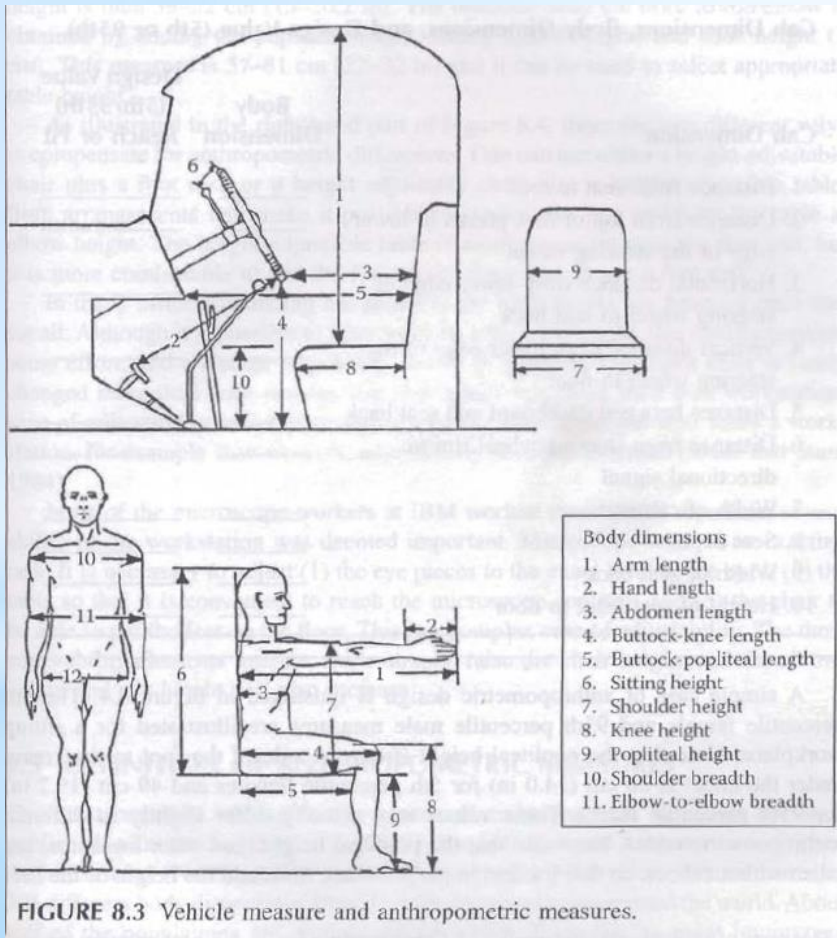


TABLE 8.2

Cab Dimensions, Body Dimensions, and Design Value (5th or 95th)

Cab Dimension	Body Dimension	Design Value (5th/95th)	Reach or Fit
1. Distance from seat to roof	_____	_____	_____
2. Distance from top of foot pedals to lower edge of the steering wheel	_____	_____	_____
3. Horizontal distance from lower edge of steering wheel to seat back	_____	_____	_____
4. Vertical distance from lower edge of the steering wheel to floor	_____	_____	_____
5. Distance between dashboard and seat back	_____	_____	_____
6. Distance from steering wheel rim to directional signal	_____	_____	_____
7. Width of cab seat	_____	_____	_____
8. Seat depth	_____	_____	_____
9. Width of seat back	_____	_____	_____
10. Height of seat front to floor	_____	_____	_____

## Referencias Bibliográficas:

Avila, Ch.R., Prado, L.L.R., González, M.E.L.(2007). Dimensiones antropométricas de población Latinoamericana: México, Chile, Colombia, Venezuela. Edit. Cuaad-UdG, México.

De la Vega B.E., Duarte, K.L., & López M.O. (2010). Mexican Practical Anthropometry Of Automotive Industry Workers . Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society 54th Annual Meeting,pp. 1125-1129

Tocaruncho, H., Vasquez, C., Torres, C., Quintana, L. Schulze ., J.H. (2002). Anthropometric Survey of Workers in the Flower Industry: Colombia, South America. *4 Congreso Colombiano de Ergonomía* (pp. 1-16). Bogotá D.C: Sociedad Colombiana de Ergonomía.

W. S. Marras & J. Y. Kim,(1993). Anthropometry of industrial populations. *Ergonomics*, Vol. 36, No. 4, pp. 371-378

Yu-Cheng Lin, Mao-Jiun J. Wang\*, Eric M. Wang (2004). The comparisons of anthropometric characteristics among four peoples in East Asia. *Applied Ergonomics* 35 pp. 173-178

**MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN**