

# **Ergonomía,** **Métodos y** **Tiempos**



## INDICE

1.- Introducción.....	4
2.- Preparativos para la toma de tiempos	5
2.1- Estudio y adecuación ergonómica del puesto de trabajo .....	6
2.1.1- Dimensiones del puesto de trabajo en posición sedante (sentado).....	16
2.1.2- Dimensiones del puesto de trabajo en posición de pie.....	23
2.1.2- Dimensiones del puesto de trabajo en posición de alternancia.....	26
3.- Antropometría dinámica.....	30
4.- Conformación Fisiológica.....	37
5.- Conformación del Medio .....	42
6.- Selección para la toma de tiempo.....	44
7.- Toma de tiempo .....	46
9.- Ritmo de trabajo .....	48
 Bibliografía .....	 52

# Dedicado a Virginia

Ayudar al que lo necesite no importa quién es

# Ergonomía, Métodos y Tiempos

## **1 - Introducción**

Según la metodología REFA (**REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. Darmstadt**). “La Ergonomía es la parte de estudio del trabajo que, valiéndose de conocimientos anatómicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos y técnicos, desarrolla métodos para la determinación de los límites que no deben ser superados por las personas en la realización de las distintas actividades laborales”

Esta metodología (**REFA**), presenta una cantidad muy grande de técnica para determinar tiempos en las distintas tareas, partiendo de la determinación de un tiempo base “Mínimo e irreductible” para realizar una tarea (cumplir un ciclo), al que le va agregando suplementos para compensar todos los al finalizar un lote de piezas el tiempo empleado sea mayor que el tiempo base multiplicado por la cantidad del lote

Esto no es exclusivo de **REFA**, todas las metodologías lo hacen comenzando por la OIT (Introducción al Estudio del Trabajo) y siguiendo por el resto de la gran cantidad de metodologías existentes.

Todas las metodologías comienzan con la definición de tiempo base y la clave está en cómo se toma ese tiempo base, esto lleva a la consideración de ritmo de trabajo.

Para aclarar “**Tiempo base**”, es la de todos los tiempos previstos en fases de proceso que son necesarios para ejecutar un proceso (es la unidad cuantitativa 1).

Es la suma de todos los tiempos acontecidos durante la toma de tiempo, para la ejecución de fases de proceso (por ello, los tiempos base constituyen la parte esencial de los tiempos asignados)

El tiempo base es el de ejecución de una unidad de la orden, como ser una pieza, que se mide por cronometraje o por cálculo.

Si todas las metodologías parten de tiempo base, desde el punto de vista de ergonomía, este es la clave para mantener la integridad física, ya que todos los suplemento, fundamentalmente los referidos a la recuperación biológica en el trabajo, parten de ser un suplemento porcentual o calculado de él

## **2- Preparativos para la toma de tiempos**

Muchos comienzan viendo qué tipo de cronometraje se hará, acumulativo, con vuelta a cero, otros si existe o no un proceso escrito de la tarea, etc., pero lo primero y clave es si el puesto de trabajo es adecuado ergonómicamente, si está perfectamente adaptado (diseñado), al usuario y esto es la clave del inicio, pues para que el resultado de la toma de tiempo sea correcto el puesto tiene que estar en condiciones, luego tiene que haber un proceso perfectamente detallado (Según REFA, **“es el curso estereométrico y cronológico que experimenta la acción conjunta del hombre y los medios de elaboración con la alimentación al sistema laboral, al objeto de transformar éste de conformidad con la tarea de trabajo”** En el Proceso de Trabajo se registra dónde se realiza la tarea, (puesto de trabajo que señalamos anteriormente, según REFA **“Unidad estereométrica en la que se ejecutan las diferentes órdenes de trabajo”**). Según la norma DIN 33 400, es **“aquel ámbito estereométrico dentro de un sistema laboral en el que está incorporado el hombre”**, es el lugar donde se las tareas laborales.

Optimizado el puesto de trabajo y los medios de elaboración **“en sentido lato, aparatos, máquinas, instalaciones y documentos de trabajo que de una forma cualquiera, intervienen en un sistema para cumplir con la tarea de trabajo”**, conjuntamente con el elemento a elaborar (pieza o producto que se hace)

Lo anterior significa que debe analizarse del punto de vista todo no solo el puesto, sino también las herramientas, los dispositivos y el producto a elaborar, previo al cronometraje

Es necesario determinar, que la persona se adecue al puesto (que el perfil requerido coincida con el ofrecido por el hombre, como ser compatibilidad antropométrica

Que previamente se haya capacitado y además que se compatibilice el horario de trabajo con el de cronometraje en función del ritmo circadiano.

## **2.1. Estudio y adecuación ergonómica del puesto**

Es común escuchar hablar de conformación y de reconformación de puestos de trabajo, la diferencia es grande, para comprenderlo las definiremos:

- 1- Se entiende por conformación de un puesto de trabajo a la concepción** conformación es la concepción del puesto de “cero”,

## **2- Reconfiguración de un puesto de trabajo es la acción de corregir uno existente.**

En lo sucesivo para facilitar el desarrollo del tema solo mencionaremos configuración ergonómica del puesto de trabajo.

Entrando en el análisis del puesto de trabajo consideramos que los objetivos iniciales del estudio son los planteados en la siguiente enumeración, la cual tiene en cuenta los principios de humanización y rentabilidad.

- Incentivar la responsabilidad individual
- Permitir la generación de ascensos (carrera de superación)
- Etc.

A su vez como fundamento orientado hacia el beneficio económico, se pretende:

- Disminuir costos
- Mejorar la calidad
- Aumentar la productividad
- Reducir las fallas o errores del trabajo
- Dar elementos que posibiliten la generación de la polivalencia y la especialización
- Etc.

Considerando que existen dos tipos de acciones ergonómicas para actuar sobre los puestos de trabajo, la de concepción y la de corrección.

**Entendiendo por ergonomía de concepción a aquella que incorpora sus conceptos al diseño de puestos de trabajo** (nuevos, lo que antes llamamos configuración propiamente dicha)

**Y por ergonomía de corrección entiendo a aquella mediante la cual se corrigen falencias en un puesto de trabajo existente y en producción** (lo que llamamos reconfiguración de un puesto de trabajo), esta surge luego de una evaluación ergonómica de un puesto de trabajo, es la aplicación en Argentina de la Resolución MTESS N° 295/03 y subsiguientes.

Partiendo siempre de lo establecido por Rohmert en 1972 en lo referente a cuatro criterios de evaluación; la factibilidad, la soportabilidad, la admisibilidad y la satisfacción, según un orden creciente de niveles, definiéndolos como:

**FACTIBILIDAD** (nivel inferior)

**Factibilidad (a corto plazo): problema psicofísico, antropométrico, campo de acción de la doctrina e investigación científica del trabajo.**

## SOPORTABILIDAD

**Soportabilidad (a largo plazo): Problema de la fisiología y medicina laboral, campo de acción fisiológica y médico de la doctrina e investigación científica del trabajo.**

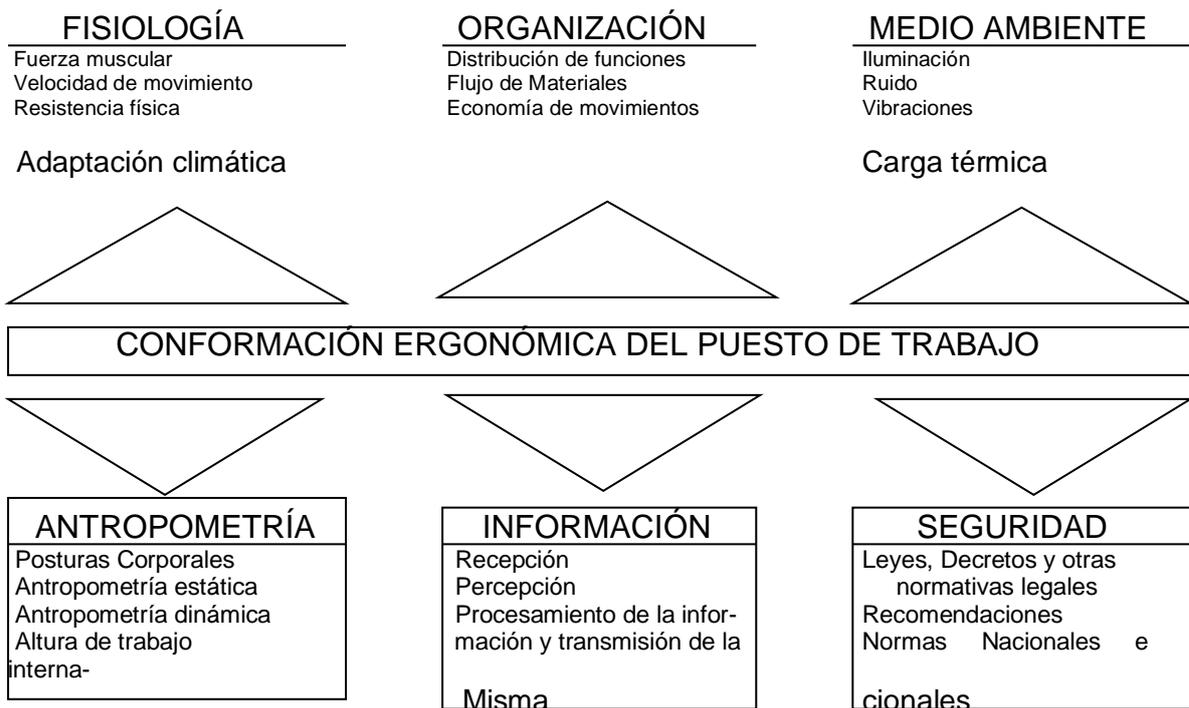
## ADMISIBILIDAD

**Admisibilidad: Problema sociológico, aceptación por grupos de las condiciones dentro de los límites de la soportabilidad. Campo de aplicación de las ciencias sociales.**

## SATISFACCIÓN (nivel superior)

**Satisfacción: Problema psicológico, aceptación de las condiciones admisibles considerando la satisfacción individual; campo de acción de la psicología personal y la psicología social.**

De lo establecido por Rohmert llevaremos a cabo los dos primeros criterios por lo que plantearemos la idea que se ve en la **figura 1** donde se observa que para llevar a cabo el objetivo se debe recurrir a varias especialidades y técnicas.



**Figura 1.** Conformación ergonómica del puesto de trabajo

Según Dupuis lo más importante a tener en cuenta en la conformación ergonómica del puesto de trabajo es la adaptación del trabajo al hombre, coincidiendo con lo que afirma la metodología REFA; planteando la idea de diferentes áreas específicas de la conformación

de puestos de trabajo, de donde se puede mencionar los siguientes ámbitos de conformación de puestos de trabajo (ver **figura 2.**)



**Figura 2.** Áreas específicas de la conformación de puestos de trabajo (REFA 1981)

Si tomando al hombre como centro y a partir de él planteamos los elementos antropométricos a considerar siendo estos los siguientes:

- Sus dimensiones;
- Su geometría de vista y
- Sus zonas de movimientos y alcances.

Partiendo de los mencionados tres elementos se considera:

- Las dimensiones del puesto de trabajo:
- La posición corporal
- El tema de la iluminación y la vista;
- Las fuentes de información e indicaciones;
- La disposición de elementos de control y
- Los campos de acción del hombre.

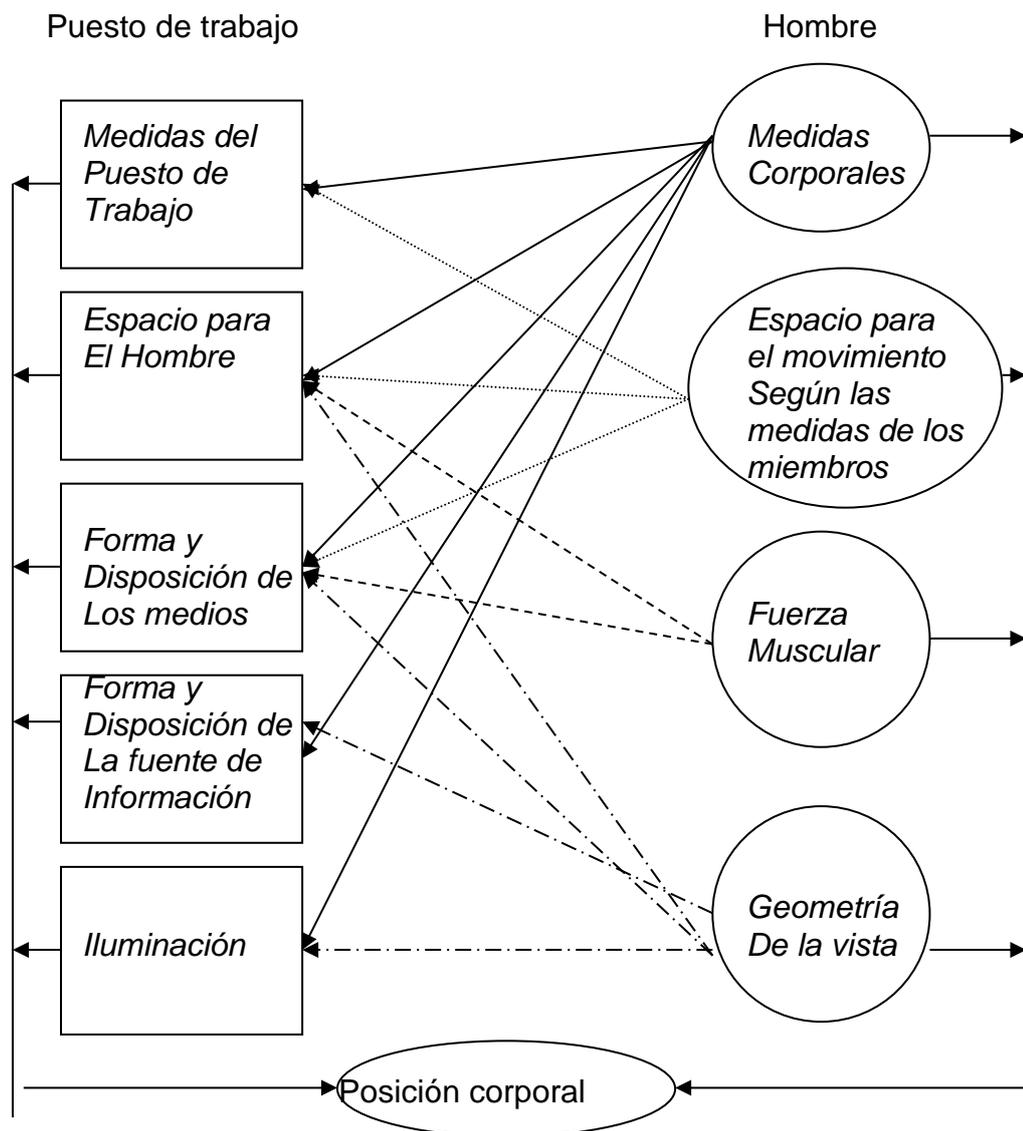
En el segundo de los últimos elementos considerados se toma la posición corporal como consecuencia del recorrido de las fuerzas individuales

### EL HOMBRE COMO CENTRO



**Figura 3.** En ergonomía el hombre es el centro de todo. (Magnitudes de influencia importante en la interrelación hombre/máquina)

Lo que resulta como consecuencia de la comparación entre el hombre en particular que ocupa el puesto de trabajo y las características específicas de este la relación planteada en el siguiente gráfico (la postura que deberá adoptar el hombre o usuario como se lo quiera definir).



**Figura 4.** La posición corporal como resultado del recorrido de la fuerza individual, las cualidades del hombre y su puesto de trabajo.

Para llevar a cabo lo anterior debemos considerar partiendo del hecho mencionado anteriormente, por Ergonomía entendemos que es la adaptación del medio al hombre, es la determinación científica de la conformación de puestos de trabajo.

La antropometría, es uno de los elementos que entran en consideración para el dimensionamiento de todo lo que utiliza el hombre, y se define como "antropometría" a la "ciencia de la determinación y aplicación de las medidas del cuerpo humano"

Las medidas del cuerpo humano, ya sea en reposo (Antropometría Estática), o en movimiento (Antropometría Dinámica), están

determinadas por el largo de los huesos, las capas musculares y la mecánica de las articulaciones.

Para una correcta conformación del puesto de trabajo es necesario el conocimiento de las medidas más importantes del cuerpo humano y las extensiones de los movimientos de las manos, brazos, piernas y pies. Las mismas se obtienen de las tablas antropométricas, nacionales o de las normas locales y en forma ideal las de la empresa donde se hacen los estudios

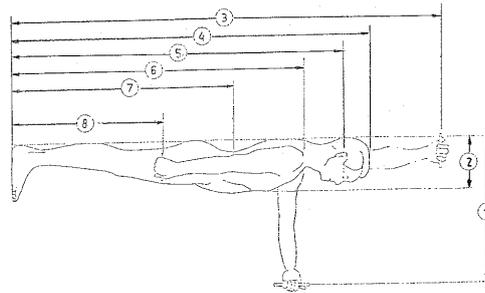
NOTA:

Si bien hay estudios antropométricos en Argentina estos no son prácticos a la hora de diseño de puestos de trabajo, algunos de los estudios son:

- Datos de Referencia Antropométricos para el Trabajo en Ciencias de la Salud: Tablas "Argo-Ref"
- Ley de Talles (La norma establece la aplicación obligatoria en todo el país del Sistema Único Normalizado de Talles de Indumentaria (SUNITI))
- ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DE LA POBLACIÓN ARGENTINA Jung, S.; Thompson, P.; Marino, P. INTI Textiles [sandra@inti.gob.ar](mailto:sandra@inti.gob.ar)
- Etc.

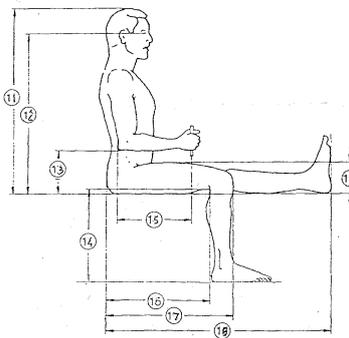
Por ejemplo como presenta las medidas antropométricas las normas DIN de Alemania

Las dimensiones y proporciones del cuerpo humano son muy diferentes de una persona a otra. En las siguientes figuras se dan tablas con las principales medidas del cuerpo humano según la Norma DIN 33.402 segunda parte. Estas tienen las medidas, medias aritméticas, como también los valores límites, (superior e inferior). Dichos valores límite han sido establecidos de manera tal que solo el 5% de las personas sometidas a estudio evidencian valores mayores al límite superior y otro 5% acusan valores menores al límite inferior.



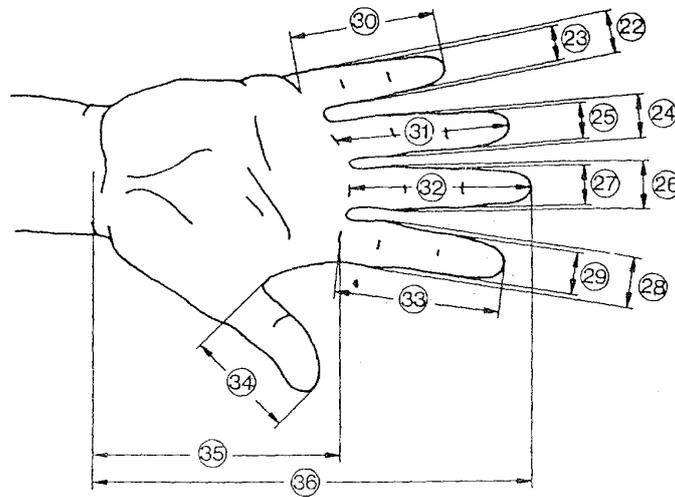
Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
1 Alcance hacia delante	66,2	72,2	78,7	61,6	69,0	76,2
2 Profundidad de caja	23,3	27,6	31,8	23,8	29,5	35,7
3 Alcance de los brazos hacia arriba	191,0	205,1	221,0	174,8	187,0	200,0
4 Altura del cuerpo	162,9	173,3	184,1	151,0	161,9	172,5
5 Altura hasta el oído	150,9	161,3	172,1	140,2	150,2	159,6
6 Altura hasta los hombros	134,9	144,5	154,2	123,4	133,9	143,6
7 Altura hasta la cintura (parado)	102,1	109,6	117,9	95,7	103,0	110,0
8 Altura hasta la mano (eje de la mano cerrada)	72,8	76,7	82,8	66,4	73,8	80,3
9 Ancho de La cadera (parado)	31,0	34,4	36,8	31,4	35,8	40,5
10 Ancho de hombros	36,7	39,8	42,8	32,3	35,5	38,8

**Figura 5.** Medidas del hombre de pie (Según Norma DIN 33402)



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
11 Altura sentado (tronco y cabeza)	84,9	90,7	96,2	80,5	85,7	91,4
12 Altura de los ojos respecto de la silla	73,9	79,0	84,4	68,0	73,5	78,5
13 Altura del codo a la superficie de la silla	19,3	23,0	28,0	19,1	23,3	27,8
14 Largo de la pierna (incluyendo el pie)	39,9	44,2	48,0	35,1	39,5	43,4
15 Longitud del codo al eje de agarre	32,7	36,2	38,9	29,2	32,2	36,4
16 Profundidad del asiento	45,2	50,0	55,2	42,6	48,4	53,2
17 Longitud nalga rodilla	55,4	59,9	64,5	53,0	58,7	63,1
18 Longitud nalga pierna	96,4	103,5	112,5	95,5	104,4	112,6
19 Grosor superior del muslo	11,7	13,6	15,7	11,8	14,4	17,3
20 Ancho entre codos	39,9	45,1	51,2	37,0	45,6	54,4
21 Ancho de la cadera sentado	32,5	36,2	39,1	34,0	38,7	45,1

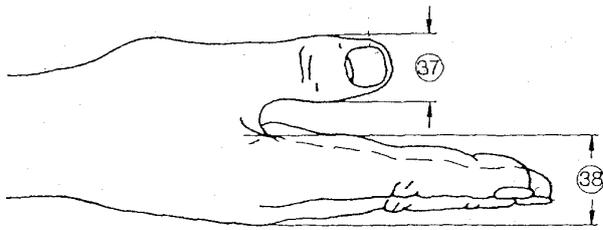
**Figura 6.** Medidas del hombre sentado (Según Norma DIN 33 402. 2° parte)



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
22 Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23 Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24 Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25 Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26 Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27 Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28 Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29 Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30 Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31 Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32 Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33 Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34 Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9
35 Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36 Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0

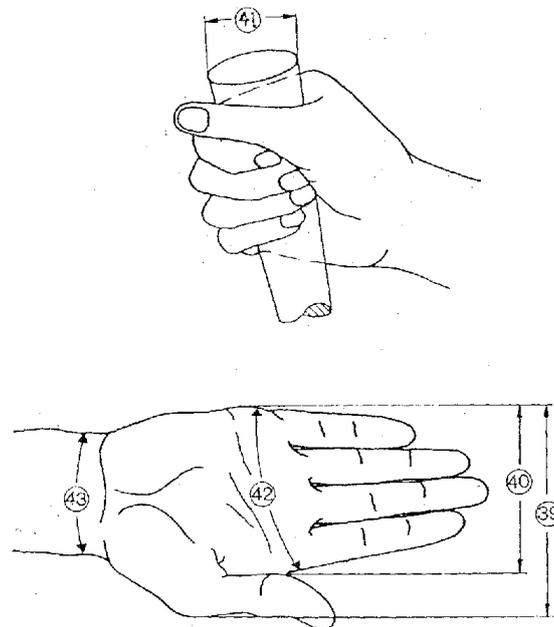
**Figura 7.** Medidas respectivamente en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2° parte)

Las dimensiones de las manos tienen una gran importancia para el diseño de dispositivos de mando, herramental, E.P.P., etc.



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
37 Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5	1,6	1,9	2,1
38 Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2	2,1	2,6	3,1

**Figura 8.** 37 medido en la articulación (Según Norma DIN 33 402. 2º parte)



Dimensiones En cm.	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5 %	50 %	95 %	5 %	50 %	95 %
3						
9 Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
4 Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
4 Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
4 Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
4 Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7
3						

\* Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

**Figura 9** Medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402. 2º parte)

Si Postura corporal es la posición que debe adoptar una persona al desarrollar una tarea.

Las posturas corporales básicamente son dos de pie o sentado, pero en realidad en ergonomía se usan tres esas dos y la tercera es la de alternancia (la que resulta de alternar entre las dos posiciones diseñando el puesto para desarrollar la tarea de pie y suministrar medios para poder sentarse, como ser una silla de columna alta de manera que al estar sobre ella mantenga la misma altura de superficie de trabajo (se desarrollará más adelante el significado en detalle), con un apoya pie debajo del asiento.

Por otro lado la conveniencia de adoptar un u otra postura corporal surge de considerada los siguientes aspectos:

- 1) Desde el punto de vista de la tarea a realizar.
- 2) Desde el punto de vista de la sollicitación a la que está sometida la persona al efectuar la tarea.

Desde al punto de vista de la tarea laboral deberá decidir qué postura es la más favorable, sobre la base de los movimientos necesarios, (de los brazos, manos, dedos, tronco, cabeza, piernas, etc.), para hace el trabajo con el menor esfuerzo muscular.

Cuando los movimientos corporales a efectuar son amplios, o los brazos deben describir grandes arcos, donde es necesario realizar grandes esfuerzos musculares, se deberá trabajar de pie, pues disminuye el efecto relativo de la carga muscular al comprometer una mayor cantidad de conjuntos musculares.

Por otra parte hay tareas que necesitan una mano firme y precisa, acompañada de una buena visión, por lo que solo se puede realizar sentado.

Por ejemplo: para trabajos en mostradores, existe la posibilidad de usar las tres posturas corporales

- a) Trabajo sentado
- b) Trabajo parado
- c) Trabajo alternando las dos posiciones

De cualquier manera, siempre deber decidirse por la postura más favorable, teniendo en cuenta los movimientos de los brazos, el esfuerzo visual y la captación de señales acústicas, para lo cual se deber adoptar los diseños, con el fin de cumplir con lo antedicho.

Desde el punto de vista fisiológico, la posición de sentado debe preferirse, en general, a la posición de pie; porque en la posición de pie, la sangre se acumula en las piernas; lo que puede perturbar la circulación y provocar varices.

Pero también una posición sentada permanentemente puede ocasionar hematomas y molestias o irregularidades digestivas.

En el caso de que las tareas laborales lo permitan, la solución óptima consiste en que el trabajador realice la tarea en alternancia, es decir que alterne a voluntad su posición de trabajo en posición sentada y posición de pie, o bien obligado a ello por el proceso de trabajo.

De hecho, hay toda una serie de trabajos que pueden ser ejecutados tanto en una como en otra posición sin variar la calidad del resultado laboral ni el ritmo, y favorecen el confort del colaborador.

### **2.1.1. Dimensiones del puesto de trabajo en posición sedante (sentado)**

Cuando las condiciones de trabajo lo permiten o lo exige para la posición sedante se debe conformar el puesto para que el trabajador realice su actividad sin molestias, con el menor cansancio y mayor confort.

El mal dimensionamiento del puesto de trabajo por lo general sobrecarga la musculatura de la nuca, de los hombros y de la espalda.

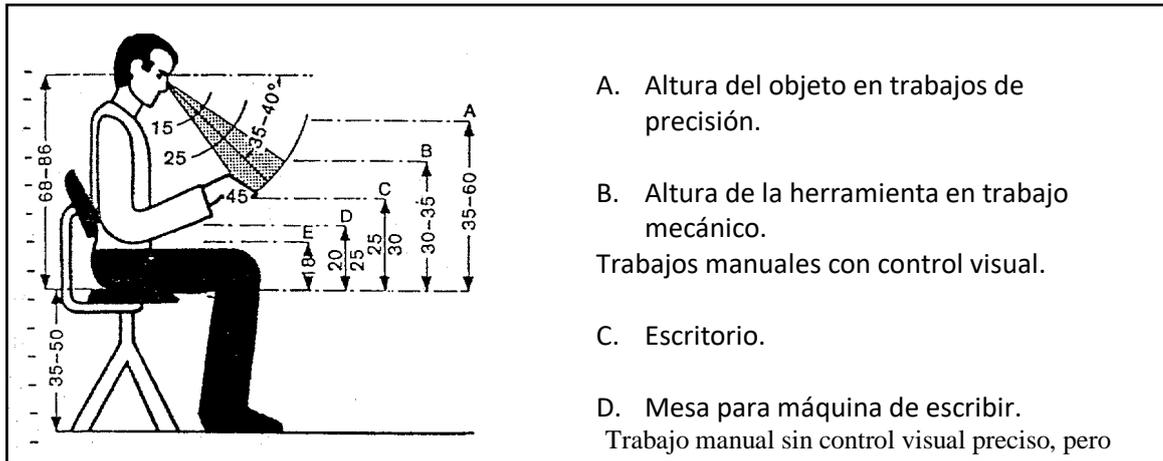
Las medidas "altura de trabajo", "altura de asiento" y "área de alcance de las manos", que son tratadas a continuación, guardan una estrecha relación entre sí, debería por ello ser consideradas en manera conjunta.

Como altura de trabajo se designa a la altura en la cual se deben encontrar los objetos de trabajo que han de ser elaborados u inspeccionados.

En posición sedante (sentado), para ser medida debe ser siempre referenciada desde la superficie del asiento, en cambio, posición de pie hasta la superficie del suelo. La altura de trabajo no ha de ser equiparada a la altura de la mesa, que en determinado caso habrá que tener en cuenta la altura de la propia pieza o de los dispositivos en los que se trabaja y en correspondencia elegir una altura inferior a la de la mesa o bien, (dada una determinada altura de la mesa), elevar en correspondencia la altura del asiento.

En las tareas de precisión, la altura de trabajo queda definida por la altura de los ojos desde la superficie del asiento, el ángulo de inclinación de la mirada y por la distancia visual.

En trabajos de control, montaje y operación es necesario alcanzar un compromiso entre las buenas condiciones visuales y una postura cómoda de los brazos, la parte superior de estos debe colgar en lo posible en posición vertical. Una mesa o escritorio normales debe proporcionar a la persona que trabaja la posibilidad de apoyarse en ella su torso, sin que sea necesario inclinar este hacia adelante.



**Figura 10.** Altura de trabajo en posición sentada, dada en cm. (Según Stier) (medidas según Jürgens, 1975)

En tareas que necesitan movimientos menos precisos, lo que toma mayor importancia es la libertad de movimiento de las extremidades.

Para evitar un posible cansancio muscular, se pueden alternar las posturas que se adopten durante la jornada de trabajo. (Alternar o cambios de posición).

- Por ejemplo, en caso de disponer de un computador portátil, se puede adecuar un espacio para trabajar de pie, para lo cual la zona de trabajo debe estar a la altura de los codos, mantener la espalda recta y los pies firmes mirando hacia adelante. Se pueden hacer descansos apoyando cada pie en una superficie.
- Otra alternativa es trabajar en el sillón, para lo cual es importante el apoyo en la zona lumbar, la correcta altura de los hombros y el soporte en los pies, puesto que la laptop se apoya en las rodillas.
- Cabe señalar, que estas posturas son recomendables por un tiempo máximo de 1 a 2 horas al día
- Para los puestos de trabajo en el hogar son los mismos que en la oficina, es complicado adaptar el puesto de trabajo en casa a las recomendaciones, pero debemos intentar hacerlas lo más parecidas posible, además de mantener una postura correcta al sentarnos y trabajar:
  - Los muslos han de estar en posición horizontal y las piernas verticales.
  - Los brazos en posición vertical y antebrazos horizontales, formando un ángulo de 90 grados desde el codo
  - Las manos han de estar relajadas, sin forzar ni desviarse.
  - La columna vertebral ha de situarse recta, al igual que la planta del pie con respecto a la pierna.

- La línea de visión se posicionará paralela al plano horizontal
- La línea de hombros será paralela al plano frontal
- El ángulo de la línea de visión recomendado se establecerá en 60 grados bajo a horizontal.

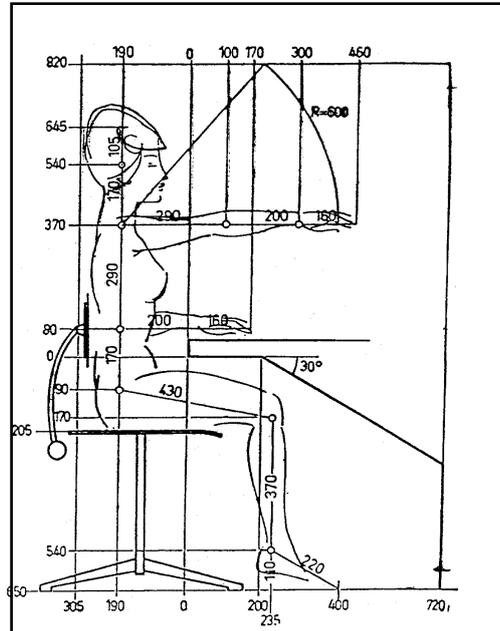


**Figura 11.** Ejemplo de trabajo en posición sentada, y la correcta postura

La altura correcta está dada en función de la distancia requerida desde los ojos (con visión óptima), al punto de trabajo, y según tipo de la tarea.

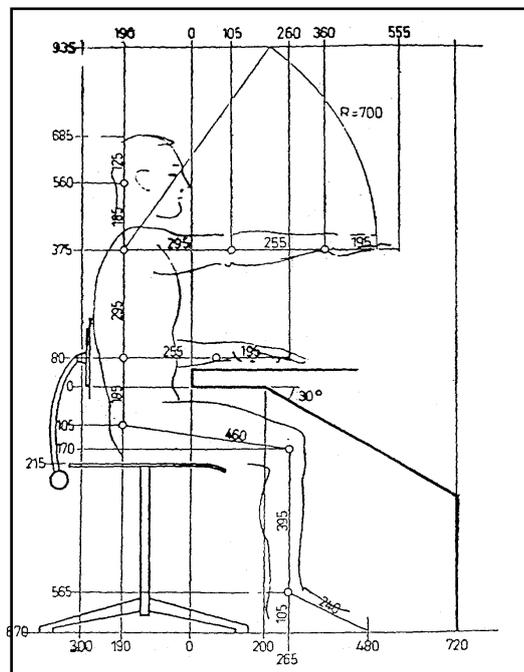
La antropometría es la base de aplicación tomando las medidas del usuario o el colectivo de trabajo que trabaje en el puesto (o puestos)

#### Perfil femenino



**Figura 12.** Perfil femenino (según f. Kellermann, van Wely y P. Willms)

#### Perfil masculino



**Figura 13.** Perfil masculino (según f. Kellermann, van Wely y P. Willms)

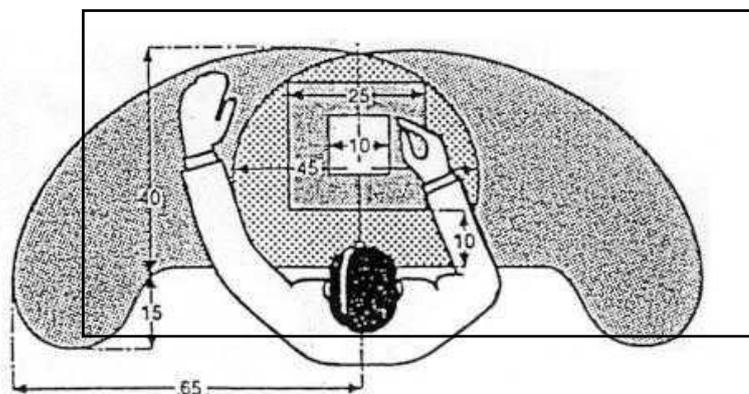
El espacio de la superficie de la mesa que puede alcanzarse con la mano sin esfuerzo individualmente por la longitud de los brazos. Dicho espacio recibe el nombre de zona de alcance.

No se puede llegar con la misma facilidad a todos los lugares de esa zona de alcance. El juego de las articulaciones proporciona órbitas de movimientos más favorables y menos favorables.

La **figura 14** muestra el corte de las zonas de alcance a la altura de la superficie de la mesa según Siemens 1979 y el laboratorio de REFA Argentina 1986.

En las **figuras 15** y **16.**, se muestra en planta la zona de alcance máximo o mayor.

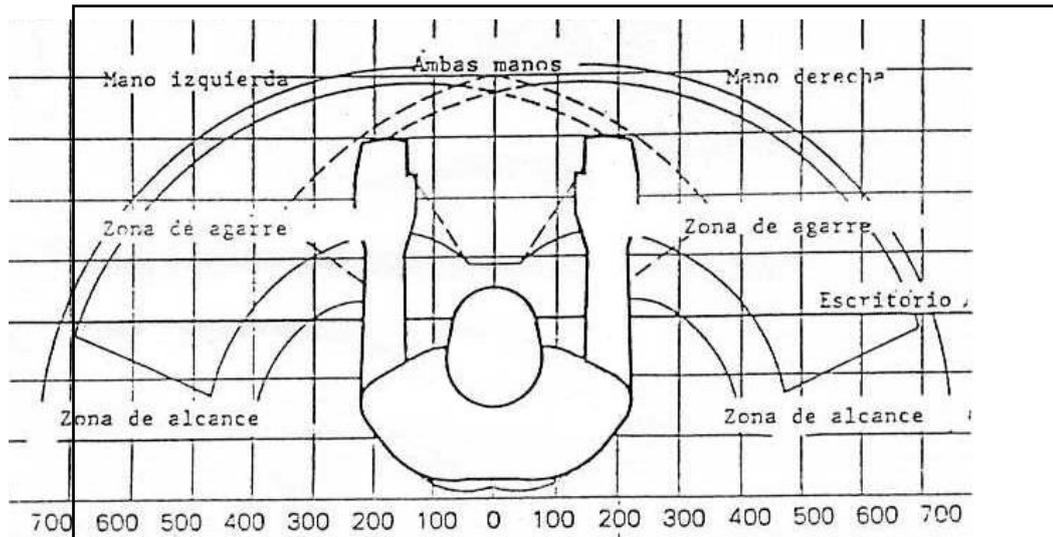
En los trabajos normales, el borde de la mesa está situado a una distancia de 5 a 10 cm. del cuerpo, el centro de trabajo de las manos en labores realizadas con los brazos no apoyados está situado a una distancia de aproximadamente 25 a 30 cm. delante del tórax, en trabajo con los brazos apoyados, la distancia es entre 30 y 40 cm.



**Figura 14.** Zonas de alcance y agarre (REFA 1986)

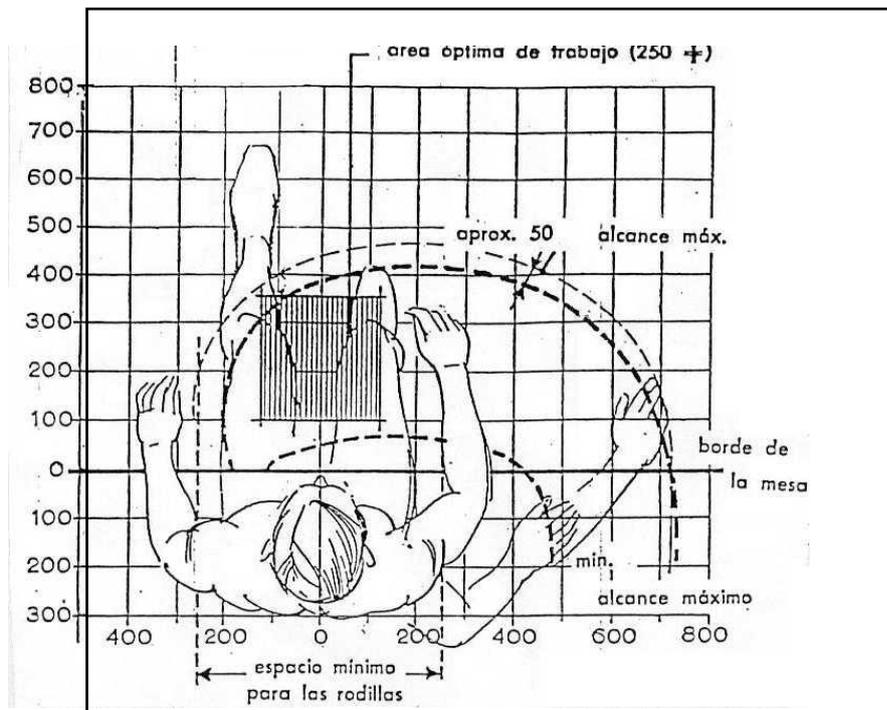
Las zonas laterales son muy difíciles de alcanzar, fundamentalmente por debajo de la zona de movimiento de los codos.

Las herramientas y piezas son fáciles de asir cuando se encuentran en el área barrida por la palma de la mano con el brazo extendido. El codo más claro representado en la **figura 15** de 10 x 10 cm. de extensión, se caracteriza porque en él pueden ser percibidos dos y más objetos a elaborar sin tener que desplazar la mirada.



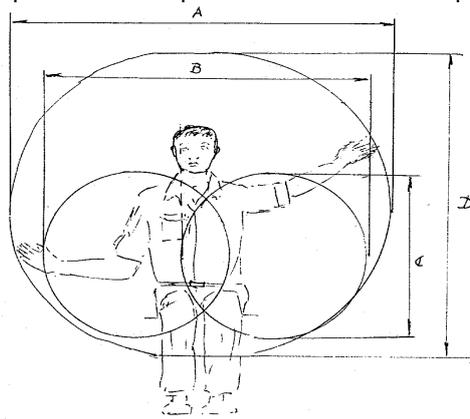
**Figura 15.** Zonas de alcance y agarre (medidas en m.m.), (según Siemens, 1979)

En la siguiente figura se observa una combinación de los alcances de las manos y de los pies con la pierna extendida y sin extender, para considerar la posición de pedaleras, apoyapiés, etc., este estudio fue hecho en Holanda por Kellermann, F., Th. P. A. Van Wely; P. y A. Willerms.



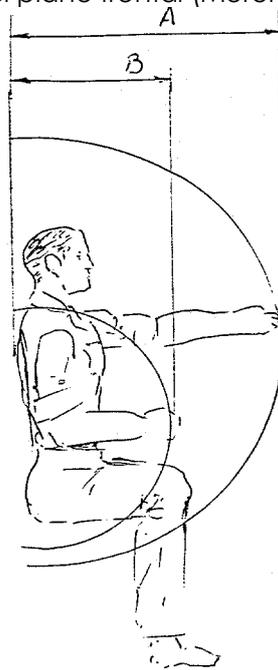
**Figura 16.** Alcance de las manos y pies con pierna extendida y sin extender

En las siguientes figuras se representan los alcances de las manos en posición de sentado pero en el plano vertical de perfil y frente.



Dimensión	Hombre	Mujer
A (manos abiertas)	1750	1560
A' (manos cerradas)	1550	1400
B (manos abiertas)	1275	1260
B' (manos cerradas)	1175	1100
C (Mano cerrada)	800	720
D (mano abierta)	1600	1320
D' (mano cerrada)	1400	1260

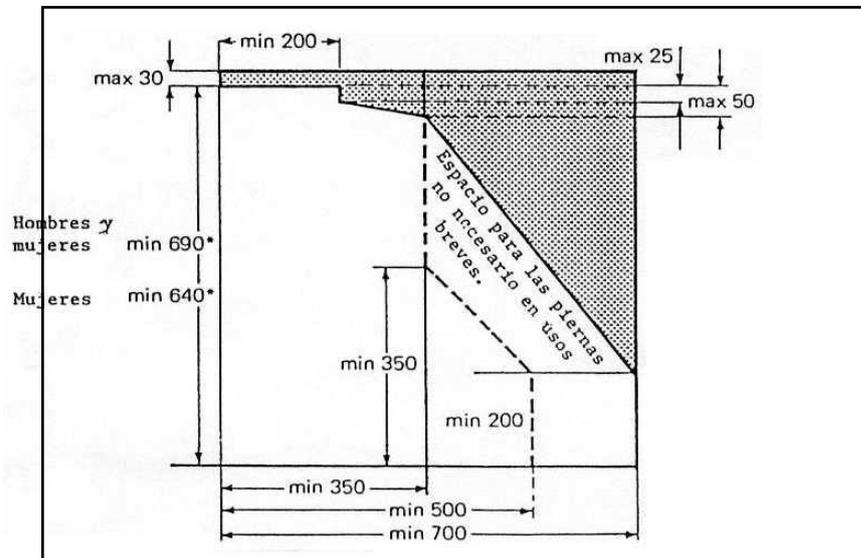
**Figura 17.** Alcances vertical en el plano frontal (Morón 1998)



Dimensión	Hombre	Mujer
A (manos abiertas)	910	810
A' (manos cerradas)	810	730
B (manos abiertas)	560	500

**Figura 18.** Alcances vertical en el plano sagital (Morón 1998)

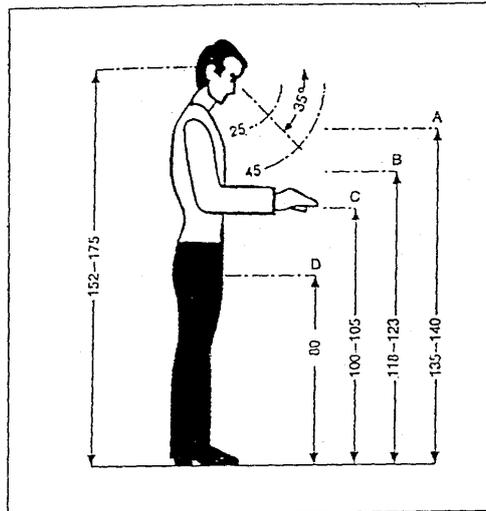
Ejemplo de espacio de acción de las piernas está representado en la **figura 19**.

**Figura 20..** Puesto de trabajo para una mesa de altura fija, medidas en m.m. (Según Siemens)

### **2.1.2. Dimensiones del puesto de trabajo en posición de pie**

El adaptar de la altura de trabajo en la posición de pie es más complejo que la posición de sedante, debido a la diferencia entre las alturas de la mesa, ya que hay que adaptalas a la mujer de baja estatura o al hombre de gran altura, lo que representa una diferencia de 25 cm., para efectuar la misma tarea. Como las alturas de las mesas y las máquinas en general no son modificables verticalmente, sería necesario para ello adaptar la altura de trabajo a los hombres de elevada estatura, mientras que para las demás personas sería necesario utilizar tarimas o pedestales.

En la **figura 21** observan los valores índices para la posición de trabajo de pie

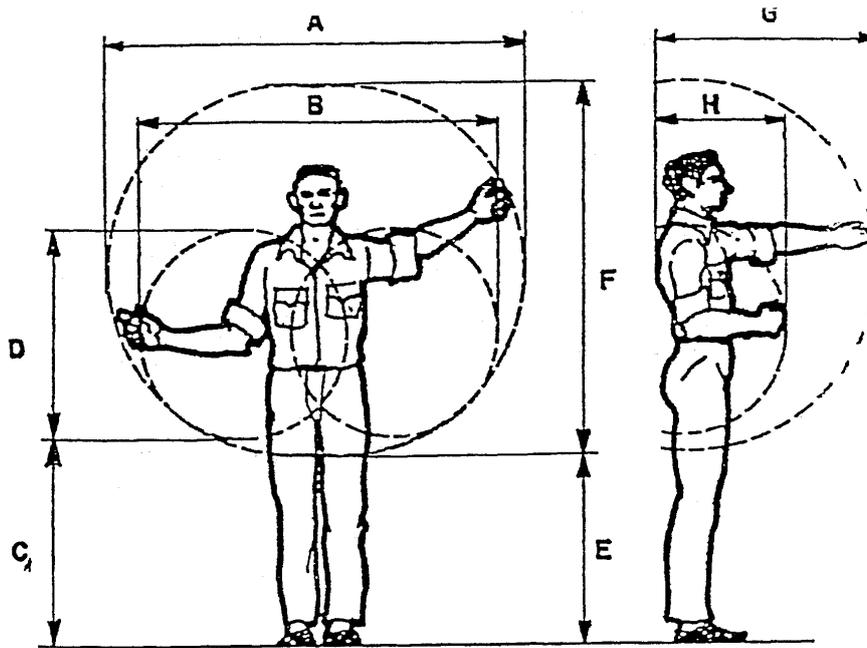


**Figura 21.** Altura de trabajo en posición de pie (hombres) (Según Stier).

La zona de alcance de los brazos en actividades en bipedestación (posición de pie) no es igual que la de trabajo en posición sentada.

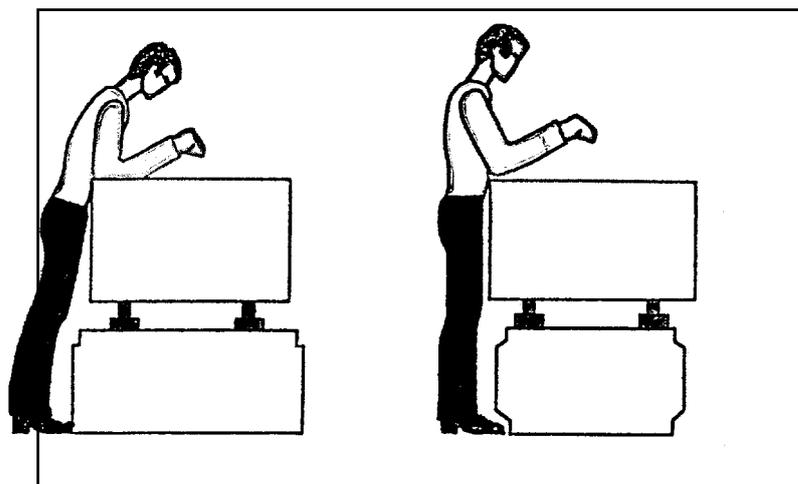
Lo que sucede que al estar la persona de pie puede ampliar estos alcances con desplazamientos con pasos laterales.

El espacio de acción de las piernas debe permitir la libertad de movimiento para los pies (ver **figura 23.**), adelantar una pierna, poder doblar la rodilla hacia delante y en caso que sea necesario, accionar pedales.



Dimensión	Hombre	Mujer
A	1550	1400
B	1350	1100
C	770	680
D	800	720
E	700	
F	1400	1260
G	800	730
H	500	430

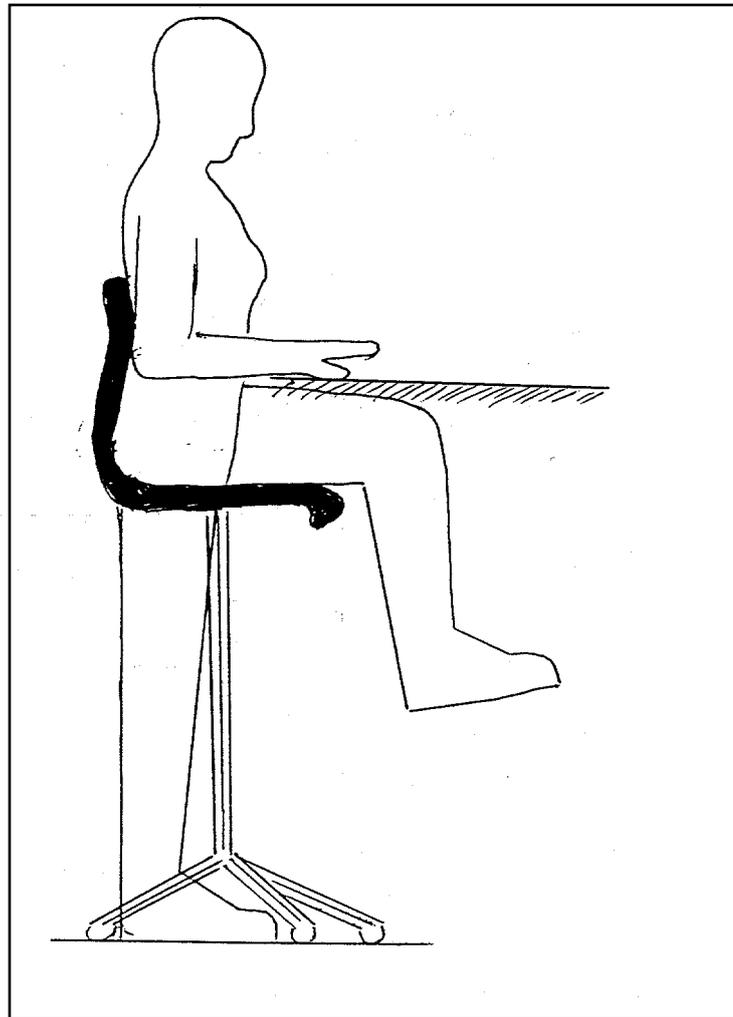
**Figura 22.** Alcances verticales en posición de pie (Según K. Norhd, Lima 1980)



**Figura 23.** Todo puesto de trabajo debe contemplar la libertad de acción de los pies (Según Schulte).

### **2.1.3. Dimensiones del puesto de trabajo en posición de alternancia**

Se define como posición de alternancia, a la posibilidad que da un puesto de trabajo de trabajar tanto de pie como sentado. Tanto una posición como la otra producen cansancio; el alternar una con la otra permite descansar la parte comprometida del cuerpo, lo importante es que en este tipo de puesto de trabajo la superficie debe ser tal que permita trabajar de pie y el asiento tal que eleve al cuerpo hasta que la superficie de trabajo de pie sea compatible con la que da la silla, en este caso es conveniente contemplar siempre el uso de apoyapies



**Figura 24** Posición de alternancia



**Figura 25** Silla para posición de alternancia

Para la adaptación del puesto al hombre se requiere, ante todo, la consideración de las medidas del cuerpo humano, y aplicarlas al dimensionamiento de los puestos de trabajo.

A continuación se da un listado de control considerando aspectos esenciales a tener en cuenta en la conformación antropométrica de puestos de trabajo

**Listado de control para la conformación antropométrica de puestos de trabajo:**

- ¿Se puede alternar entre trabajo de pie y sentado para evitar las sollicitaciones unilaterales o posturas estáticas?
- ¿Se ha tenido en cuenta una suficiente libertad de movimientos de las piernas, considerando:
  - El espacio destinado a las rodillas y
  - El espacio para los pies?
- ¿Abarca la superficie de movimiento en el puesto de trabajo al menos 1,5 m<sup>2</sup>?
- ¿Tiene alguna parte un ancho menor a 1 m?
- ¿Se estableció la altura de trabajo dependiente de la postura a adoptar durante la labor, (trabajo de pie, trabajo sentado, o trabajo de pie/sentado es decir en alternancia), considerando:
  - Distancia ojo-objeto de trabajo (distancia visual – profundidad de campo visual)

- Requerimientos de espacio para la libertad de movimiento de los brazos.
- ¿Fueron adoptadas las medidas externas (por ejemplo área de alcance) a las medidas del usuario más pequeño, y las medidas internas para el usuario más grande?
- ¿Se consideran los siguientes criterios en la selección de sillas de trabajo?
  - Estabilidad, (según normas IRAM)
  - Antropometría, (Anatomía del usuario)
  - Existe la posibilidad de regular la altura (según normas DIN , o ISO)
  - Posee amortiguación vertical (según norma DIN)
  - ¿Qué forma, tamaño y regulación tiene el respaldo?
  - ¿se contempló el uso de apoya pie?
  - ¿se contempló la necesidad o no del uso de apoya brazos?
- ¿En trabajos de alta precisión, se pueden reducir el trabajo de sostenimiento mediante apoyos?
  - ¿En trabajos de precisión sentado o de pie/sentado, es necesario un apoya pies que tenga en cuenta:
    - una superficie de apoyo lo suficientemente grande como para que brinde comodidad
    - Posee una inclinación adecuada (de 5 a 10°, o recta según el caso)
    - La superficie es antideslizante
    - Está fijo al asiento de la silla o es parte de un artefacto separado de esta?
- ¿Hay sillas de trabajo o elementos auxiliares para sentarse, para evitar estar parado innecesariamente?
- ¿Está cómoda la sillas de trabajo, está correcta con respecto a:
  - La altura del asiento o de trabajo.
  - La superficie del asiento
  - El elemento móbido del acolchado
  - El respaldo
  - La posibilidad del trabajo de parado (alternancia)
  - Puede hacer cambio de posición en el trabajo,

- Es necesario el respaldo
  - Cuál es la altura correcta del respaldo
  - Debe ir con regatones o con roletes u otro medio auxiliar de apoyo
  - Necesita apoyabrazos, uno solo los dos o ninguno
  - Etc.
- ¿Se logra a través de aún correcta disposición y forma de los expendedores en el área de alcance fisiológico máximo:
    - un ordenamiento del puesto de trabajo
    - una utilización adecuada de la superficie disponible
    - o una indicación de la secuencia cronológica y/o estereométrica del trabajo?
  - ¿Hay previsión de dispositivos de transporte como por ejemplo, zorras, carretillas, mesas deslizantes, cintas transportadoras, cinta de cangilones, etc.?
  - ¿Está correcta la altura de trabajo en lo referente a:
    - La altura propiamente dicha
    - La distancia visual a la pieza a elaborar y
    - La dificultad de trabajo?
  - ¿Los recipientes expendedores son adecuados en lo referente a:
    - El área de alcance óptimo
    - dimensiones y pesos
    - y se puede asir con sencillez las piezas depositadas en ellos?
  - ¿La forma constructiva de la máquina y/o equipo permite un acceso cómodo para realizar las tareas de mantenimiento y reparaciones, si obligar a tomar por parte del hombre posturas indeseables?
  - ¿Se tiene en cuenta los problemas de estrés de contacto o presión mecánica?

Luego de realizar una analizar de la lista de chequeo, se procede a pasar a hacer lo mismo (analizar) a la población que va a operar y/o trabajar en el puesto de trabajo, tomando como fundamentales, las variaciones y distribución de sus medidas antropométricas:

- Edad,

- Sexo
- Estado (gravidez- embarazo)

**NOTA:**

Esto se debe a que la edad del individuo da otras características que corresponden a aspectos del envejecimiento del hombre, como por ejemplo las características dadas la pérdida de visión con el tiempo, necesidad de mayor iluminación, modificación en los movimientos caminos, etc.

El sexo da características también demarcadas en las diferencias de dimensiones de cada sexo.

La raza tiene variaciones antropométricas que no hace falta aclarar.

Con respecto a la clase social se debe a un efecto socio económico, donde el poder adquisitivo, la educación, las costumbres y los efectos de corrientes migratorias de grupos socialmente marginados, hacen que el individuo no tenga una alimentación adecuada tanto él como las generaciones que le anteceden. Ello hace que la persona que se encuentre en una clase social de bajos recursos llegue a ser de una contextura sensiblemente menor.

### **3. Antropometría dinámica**

Para describir el proceso se hace un análisis cronológico y estereométrico de la tarea, es decir se describen los movimientos que se realizan al desarrollar el ciclo de trabajo

Para efectuar lo mencionado se debe recurrir a la antropometría dinámica en el cual se hace un análisis de la biomecánica de los movimientos (de los desplazamientos de los distintos segmentos del cuerpo, durante la actividad),

Esto es importante al realizar algún diseño de puesto de trabajo para una tarea específica.

El análisis o estudio de los movimientos es una labor compleja e inevitable en el estudio del trabajo, la seguridad e higiene industrial, ya que, no sólo se tienen en cuenta los factores antropométricos y dimensionales, sino todos los tipos de movimientos que se pueden experimentar en el desarrollo de una laboral.

El correcto análisis dinámico de una tarea es analizar y entender los movimientos que posee y definirlos correctamente a través de los nombres bien definidos. Dichos nombres son los técnicamente definidos de uso cotidiano (deben ser conocidos y reconocida fácilmente la acción que identifican).

La idea de soportabilidad permite deducir fácilmente que habrá una mayor o menor incidencia de casos cuando los factores en su conjunto o independientemente pasen los límites humanos involucrados, como lo

mencionan MAPFRE, PRODERG, REFA, etc. También se tiene que, cuanto menor sea la duración del ciclo, mayor será la incidencia; además cuanto mayor es la fuerza realizada, (desde el punto de vista biomecánico), mayor será la incidencia, cuando se obliga al hombre a tomar posturas inadecuadas durante el trabajo, se incrementa la posibilidad de aparición de lesiones y/o enfermedades.

Las posturas forzadas (inadecuadas) se aprecian con más facilidad en las tareas de ciclos largos que en los cortos.

En las tareas de ciclos cortos, en las que se realizan grandes esfuerzos, existe mayor la probabilidad que se generen enfermedades y/o lesiones, en tareas de ciclo largo con pocos movimientos y de poca fuerza las posibilidades de afecciones son bajas, son donde el hombre no se daña,

Para aclarar previo a continuar, definiremos algunos movimientos que el hombre efectúa con sus extremidades, los mismos los consideraremos como básicos:

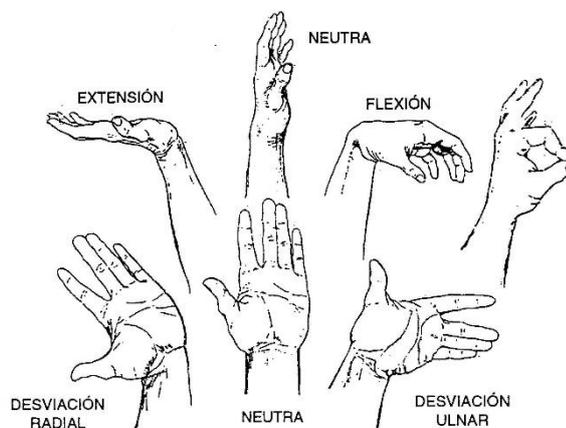
- Posición de referencia, es aquella a partir de la cual se miden los movimientos articulares.
- Flexión, se denomina así al movimiento consistente en doblarse o disminuir el ángulo entre dos partes del cuerpo, podemos decir que es un movimiento en el cual un segmento del cuerpo se desplaza en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.
- Extensión, esta consiste en enderezarse, o aumentar el ángulo entre dos segmentos del cuerpo, es un movimiento sagital respecto a un eje transversal tal que, desde una posición de flexión, retorna a la posición del cuerpo de referencia o la sobrepasa.
- Abducción, este movimiento consiste en acercarse a la línea media del cuerpo, el movimiento se efectúa en el plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, que aproxima el segmento corporal comprometido a la línea media.
- Abducción de la mano, consiste en separar los dedos, uno de otro, en un plano
- Aducción, en este caso el movimiento consiste en alejarse de la línea media del cuerpo, movimiento que se efectúa en un plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, el segmento corporal se aleja de la línea media.
- Aducción del pulgar, es extenderlo o flexionarlo en torno a la palma de la mano.
- Aducción de la mano, consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un plano.
- Pronación, el movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia abajo.

- Supinación, consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba
- Circundicción, este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte y no necesita rotación.
- Prehensión, acción de tomar envolviendo un objeto, los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.
- Pinza, acción de tomar con las puntas de los dedos opuestos.
- Hiperextensión de los dedos, empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.
- Pinza palpar, tomar un objeto con los dedos índice, mayor, anular y meñique, (flexionados sujetando un objeto). También se define así, la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto solamente
- Compresión digital, es la acción de presionar en forma plana con los dedos
- Compresión pulpar, es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano

Podemos agregar otros en los que no se compromete los miembros, tales como:

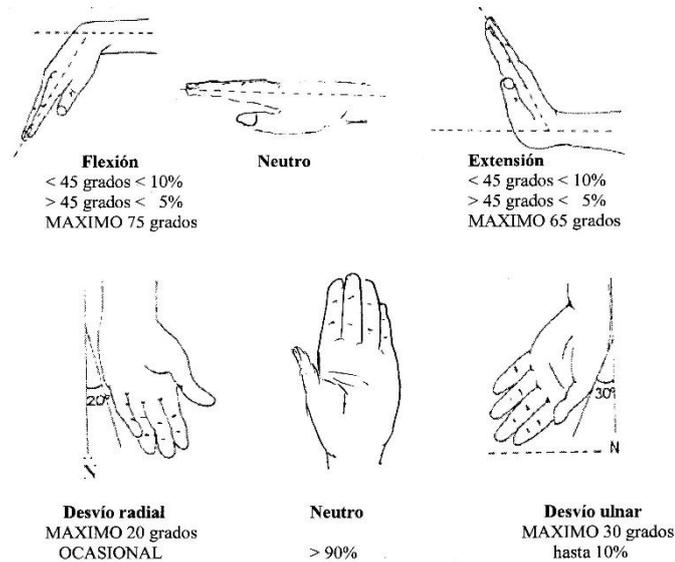
- Rotación, acción de girar un segmento corporal en torno de una articulación o varias.
- Flexión de tronco, encorvarse, inclinarse hacia adelante.
- Lateralización, es el inclinarse hacia un lado pivotando sobre la cadera

En la siguiente figura se muestran las diferentes posturas definidas anteriormente

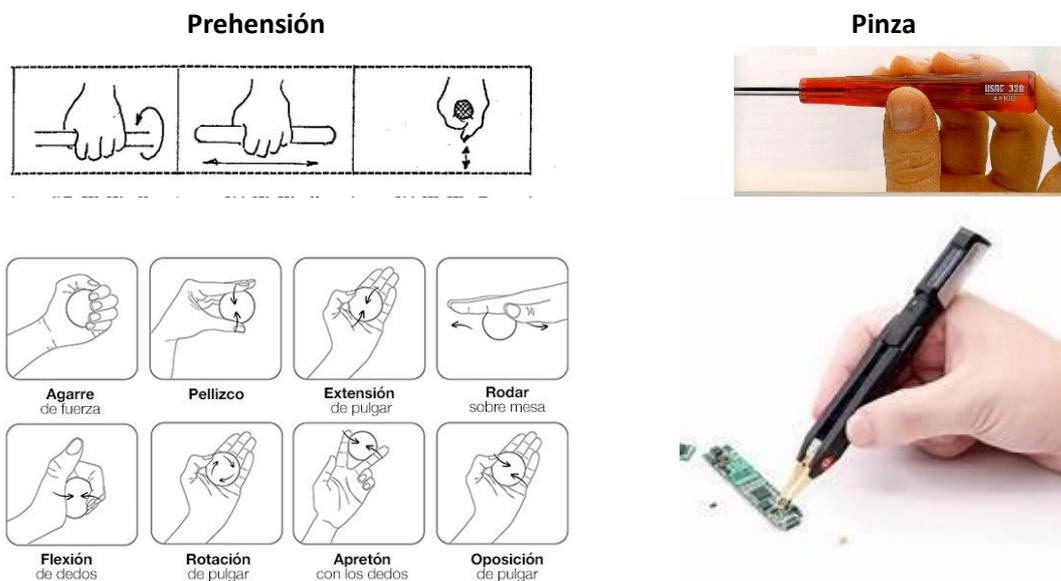


**Figura 26.** Diferentes posturas de las manos y muñecas (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001)

Los movimientos se asocian a posturas fáciles de reconocer en la evaluación o estudio de puestos de trabajo



**Figura 27.** Movimientos de las manos

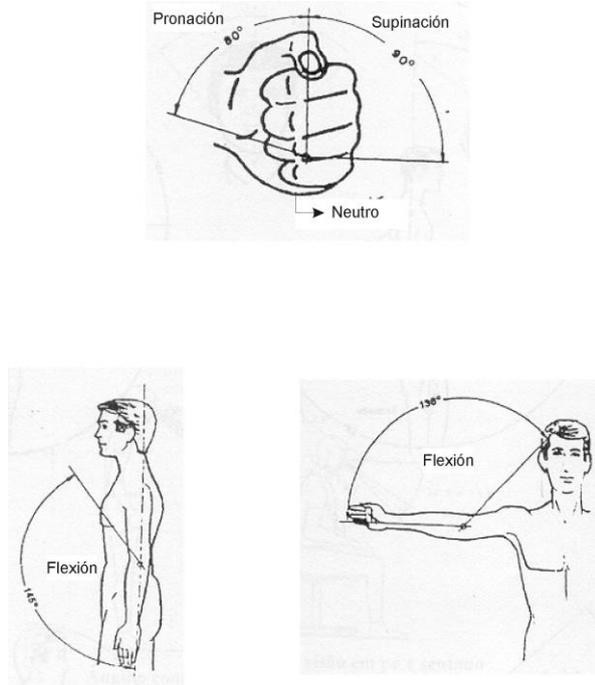


**Figura 28** Movimientos de las manos en acciones laborales

En el análisis esteriométrico y cronológico de los movimientos que se efectúan en el desarrollo de una tarea permite determinar cuál es la mejor conformación del puesto de trabajo o indicar la reconfiguración de la misma estudiar dada pueden significar el mejor camino para reconfigurar un puesto de trabajo; además no se debe descartar la

existencia de la posibilidad de eliminarlos o de disminuir riesgos o cargas, mediante una conformación organizativa

### **Movimientos de los antebrazos**

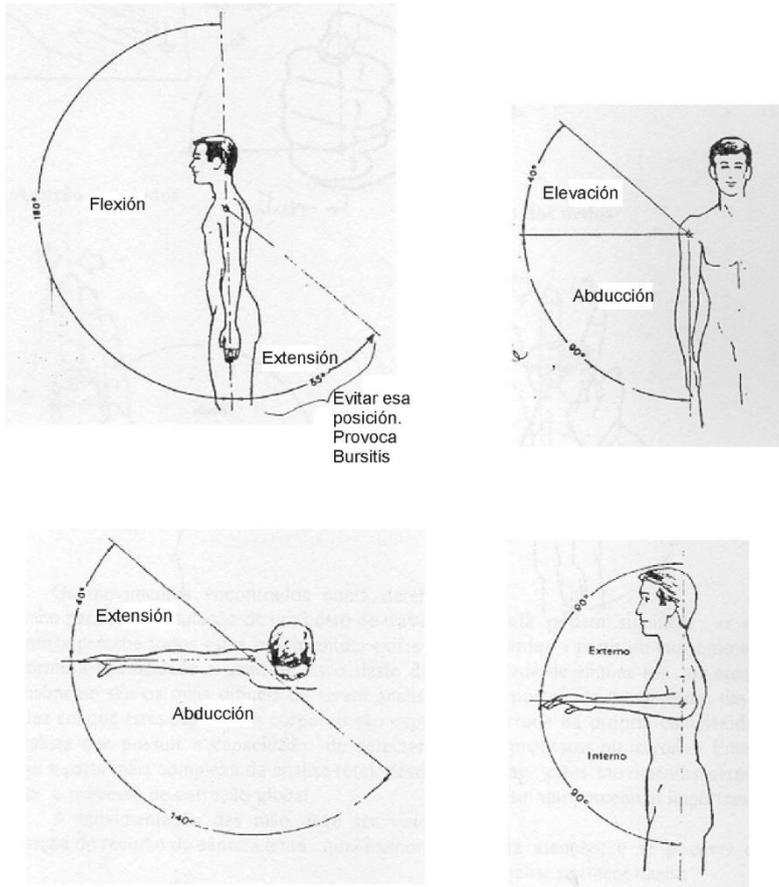


**Figura 29** Movimientos de los brazos

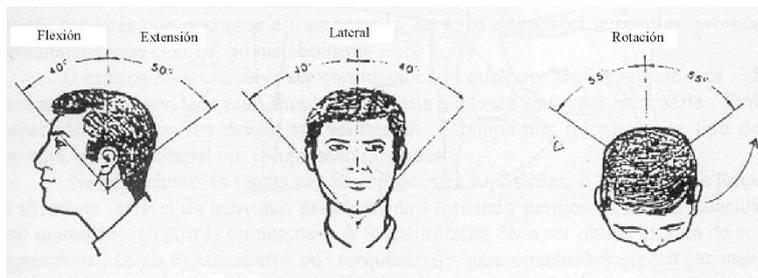
El conocimiento de los movimientos de pronación y supinación es importante pero, como se mencionó anteriormente, es primordial saber diferenciar este movimiento desde la rotación a partir del codo, o a partir del hombro, donde actúan dos articulaciones en lugar de una como es en el caso anterior. Esto permite deducir rápidamente la diferencia en el esfuerzo articular; manteniendo un ángulo definido y efectuando el movimiento con una o dos puntos articulares.

Lo mencionado anteriormente no se repite en otro caso, pero desde ya es sumamente necesario conocer los movimientos de las restantes articulaciones, en el caso de los brazos la flexión y extensión del brazo en el codo, lo mismo para la articulación del hombro junto a sus otras combinaciones dadas por la rotación en ese punto (en el hombre además del mencionado movimientos articular de rotación hay flexión y extensión).

Los movimientos de la cabeza tienen también que ser estudiados tanto en la flexión (bajar la cabeza), como en la extensión (levantar la cabeza), la lateralización (inclinarla a derecha y/o izquierda) y su rotación (giro a derecha y/o izquierda)

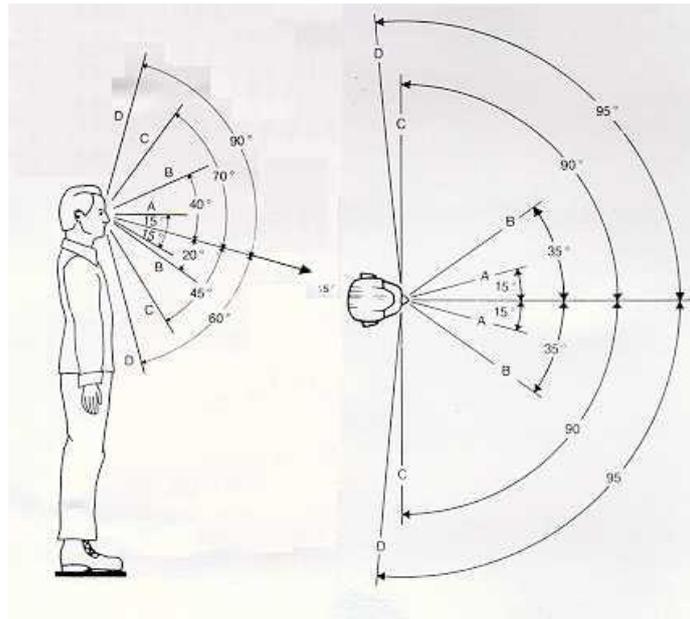


**Figura 30** Movimientos de los brazos y hombros



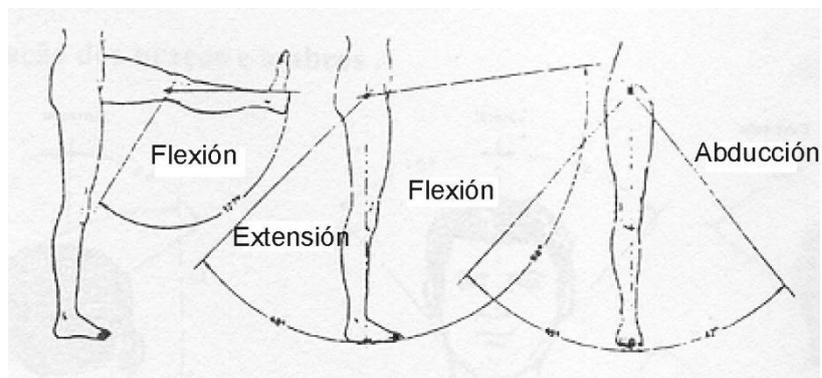
**Figura 31.** Movimientos de la cabeza

Los movimientos de la cabeza se estudian siempre junto con los ángulos de visión, según la posición de trabajo (de pie, de sentado o en alternancia, antes tratados).



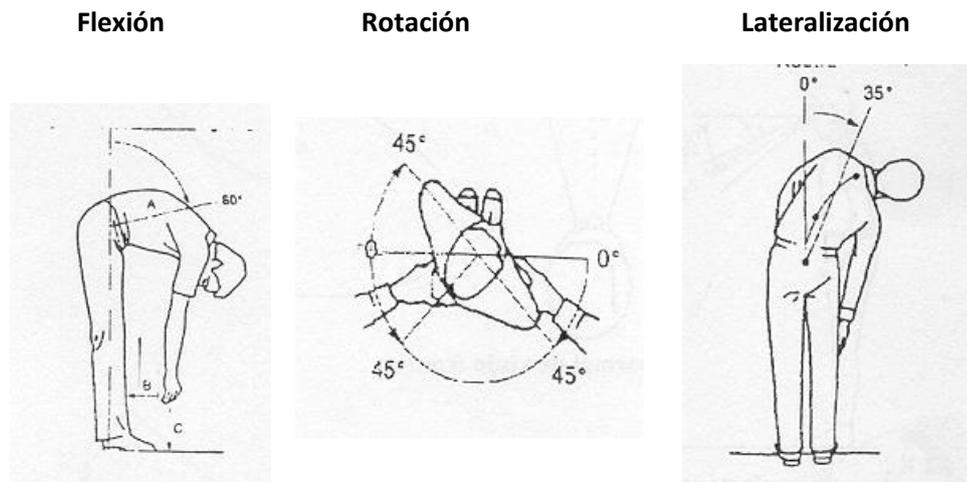
**Figura 32** Campo visual. A ángulo óptimo B ángulo máximo de recomendado  
C Angulo máximo de visión D ángulo límite

Los movimientos de las piernas se consideran con el mismo criterio empleados en los brazos, tomando la abducción por el punto de rotación de la articulación de la pierna en la cadera (cabeza del fémur), la extensión y flexión en el mismo punto articular y la flexión de la pierna en la rodilla.



**Figura 33** Movimientos de las piernas

Para complementar los principales movimientos del cuerpo nos resta solo los de la cintura, en la cuál se tiene en cuenta principalmente la flexión de ella (inclinarse hacia delante o mejor dicho encorvarse), tambien se toma la lateralización, (inclinación del tronco con respecto a las piernas hacia la derecha o hacia la izquierda) y por último la roración del tranco sobre la cadera (roración de la columna vertebral)



**Figura 36** Movimiento del tronco

#### **4. Conformación Fisiológica**

La conformación fisiológica contempla factores los que son de suma importancia:

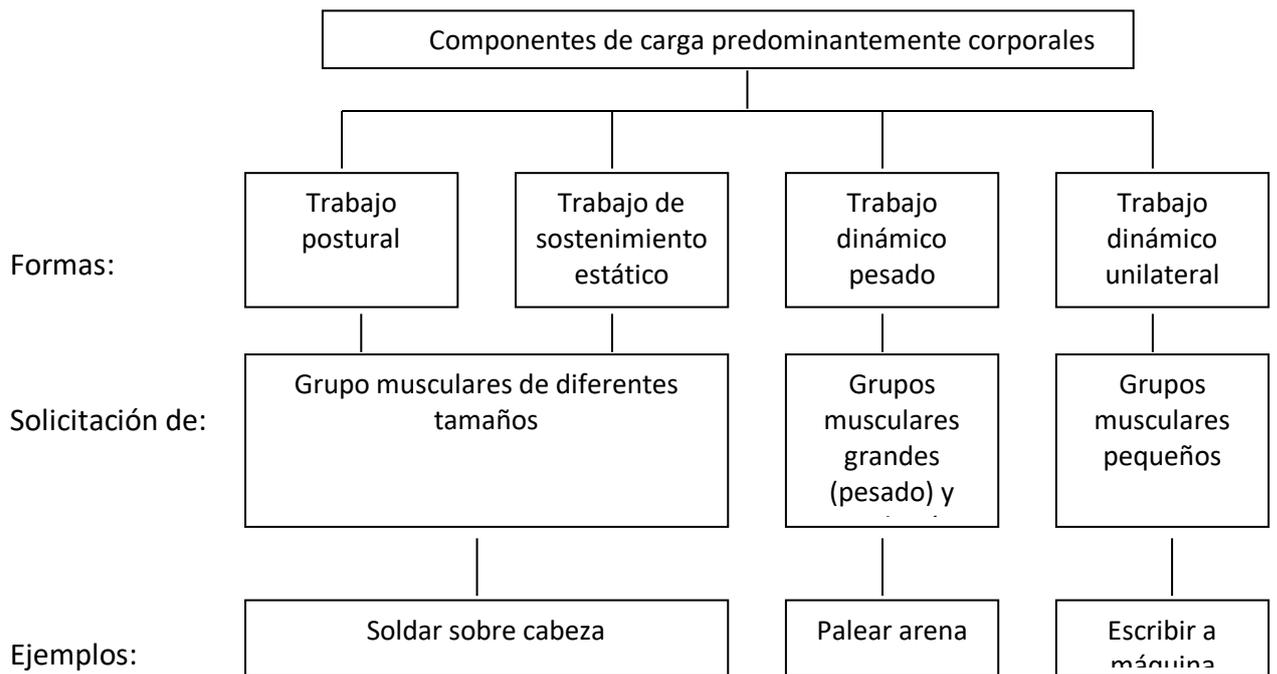
- Capacidad muscular (fuerza)
- Resistencia
- Carga térmica
- Vibraciones
- Capacidad de adaptación climática
- Ritmo Circadiano
- Etc.

Si el trabajo se divide por su predominancia en:

- 1) Trabajo predominantemente corporal y
- 2) Trabajo predominantemente informativo-mental

Para nosotros, en nuestro caso nos es de interés el primero de ellos, y como lo hace REFA dividimos para efectuar un mejor estudio del trabajo corporal, a este lo dividimos en cuatro componentes diferentes, (según el criterio de Rohmert y Landau), estos son:

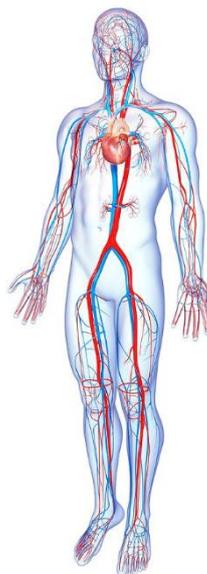
- 1) Carga por postura laboral.
- 2) Carga por sostenimiento estático.
- 3) Carga por trabajo dinámico pesado.
- 4) Carga por trabajo dinámico unilateral.



**Figura 37.** Componentes de las cargas predominantemente corporales (según Rohmert, 1979; Rohmert-Landau, 1979).

*Considerando que se entiende como trabajo muscular estático cuando el músculo tensiona durante un tiempo prolongado contra una resistencia exterior sin efectuar ningún movimiento, (posición forzada).*

Bajo estas condiciones el músculo se fatiga rápidamente debido a que al contraerse se comprimen los vasos sanguíneos existentes en el músculo, que son los que lo alimenta y desintoxican.



**Figura 38.** Los músculos y órganos se nutren de la sangre

Para aclarar más el tema, el sistema circulatorio del ser humano está comprendido por dos tipos de conductores, las arterias y las venas. Las arterias, que son sumamente flexibles y llevan la sangre enriquecida en oxígeno y nutrientes a los músculos, órganos, y demás componentes del hombre. Para transportar la sangre estas se dilatan y contraen a su paso (aumentan o reducen su diámetro). Las venas son rígidas y tienen en toda su extensión válvulas que retienen la sangre para que no retroceda en su recorrido desde los músculos u órganos hasta el corazón.

### Arterias

- Conductos que llevan la sangre desde el corazón a los tejidos.
- Las paredes son fuertes con potente musculatura y elásticas.
- Circula la sangre a elevada presión.
- A medida que se alejan del corazón se ramifican en vasos de menor calibre (arteriolas )



**Figura 39.** Esquema de arteria

En el caso del trabajo muscular estático, al tensarse el músculo impide la dilatación de las arterias y en consecuencia estas no pueden hacer llegar los nutrientes al músculo, el cual se fatiga por falta de oxígeno y alimento.



**Figura 40.** Esquema de vena

*El trabajo muscular dinámico es aquel en el cual el músculo se contrae y relaja en forma constante y alternativa, favoreciendo de esta manera la irrigación sanguínea dado que no bloquea a la sangre en forma constante y además ayuda al bombeo de las arterias, por lo cual es mucho menos cansador.*



**Figura 41.** Riego sanguíneo de los músculos en trabajo dinámico y estático (según Lehmann).

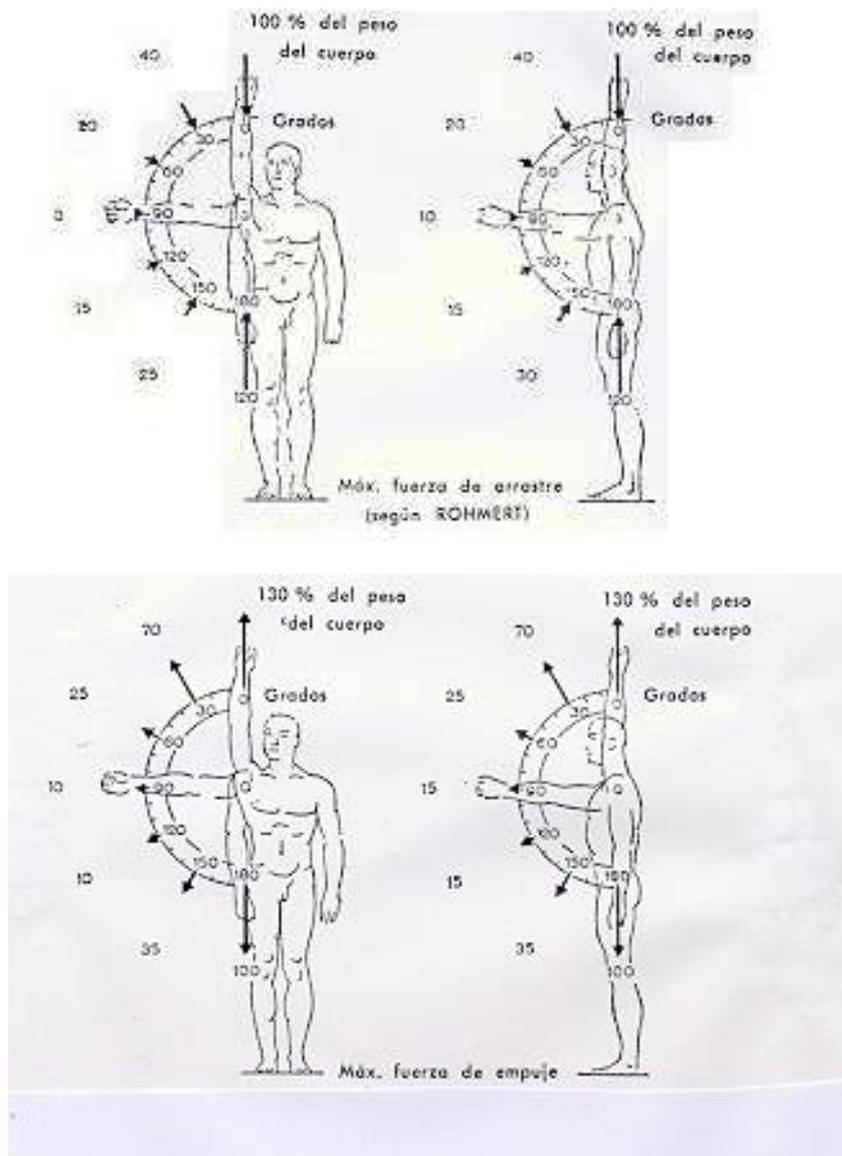
**Se entiende por trabajo muscular dinámico pesado al trabajo (pesado) que compromete grandes grupos de músculos,** los que siempre hacen necesario un mayor metabolismo (Rohmert, 1979).

**Trabajo muscular dinámico unilateral es aquel trabajo dinámico que compromete a uno o varios grupos pequeños de músculos,** (cuya masa muscular activa es menor que un séptimo de la masa muscular total del cuerpo).

Dentro del trabajo muscular estático distinguiremos dos tipos bien diferenciados; el trabajo de sostén estático y el trabajo con carga postural. La carga postural es una forma especial de trabajo de sostenimiento del cuerpo, el cual genera una sollicitación debido a que se mantiene un posición corporal inadecuada, donde se entrega energía sin mediar fuerza externa.

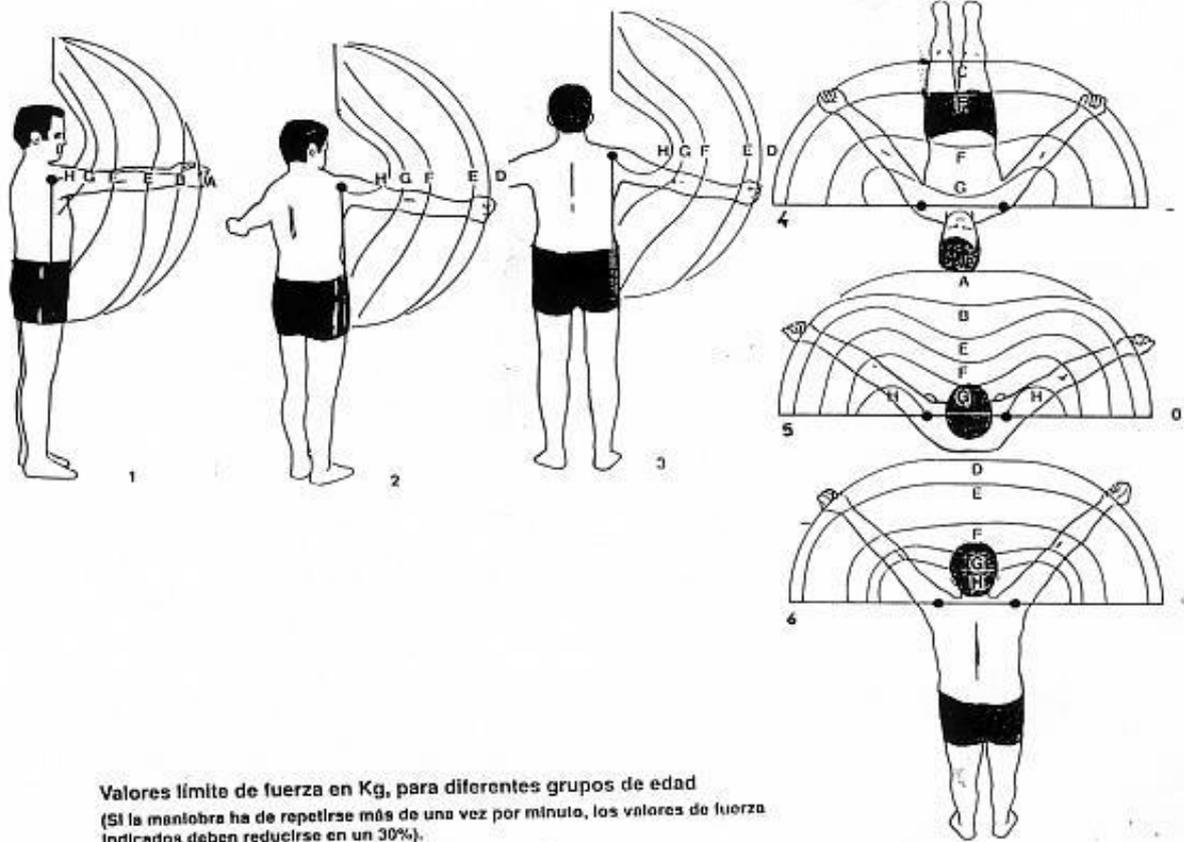
Las posiciones que adopte una persona al realizar la tarea, tienen suma importancia, pues si estas no son correctas pueden traerle problemas de salud a mediano o largo plazo. Esto es fácil de detectar al estudiar los ausentismos en forma estadística por puesto de trabajo o sector de trabajo, o por máquina. Dichos ausentismos pueden durar un tiempo limitado mientras permanezca la enfermedad o puede llegar a generar una invalidez obligando a dar de baja a una persona

Para resumir en un concepto las cargas no se manejan en base a reglamentaciones ni convenios la base principal es la masa corporal del que efectúa el esfuerzo y en consecuencia es válido lo establecido por Romert, lo que se aprecia en las siguientes figuras



**Figura 42** Fuerzas de arrastre y empuje en posición de pie (Según Rhomert)

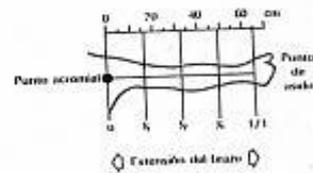
Este es el punto de partida de varios métodos de evaluación de tareas tales como el Surrey del que a continuación se presenta una de las planillas a título de ejemplo de planilla de cálculo, en ella se ven las seis posiciones que plantea el método de evaluación, en cada posición están las fuerzas equipolentes de capacidad de sostenimiento para la persona y en la tabla se encuentran los para el 5 percentil según la edad.



Valores límite de fuerza en Kg, para diferentes grupos de edad  
 (Si la maniobra ha de repetirse más de una vez por minuto, los valores de fuerza indicados deben reducirse en un 30%).

	GRUPOS DE EDAD		
	34 años Hombres	41-50 años Hombres	51-60 años Hombres
A	10	9	11
B	15	14	12
C	16	15	12
D	10	10	14
E	20	18	16
F	30	27	23
G	40	37	31
H	50	46	39

Fuerzas límite verticales (Incluido el levantamiento).  
 ejercidas en sentido ascendente con ambas manos, en posición de pie o en cuclillas y con el tronco razonablemente erguido. El peso de la carga se distribuye uniformemente entre las dos manos, que se encuentran situadas simétricamente respecto del tronco.



Operaciones de movimiento manual de cargas en posición de pie o en cuclillas. Con ambas manos.



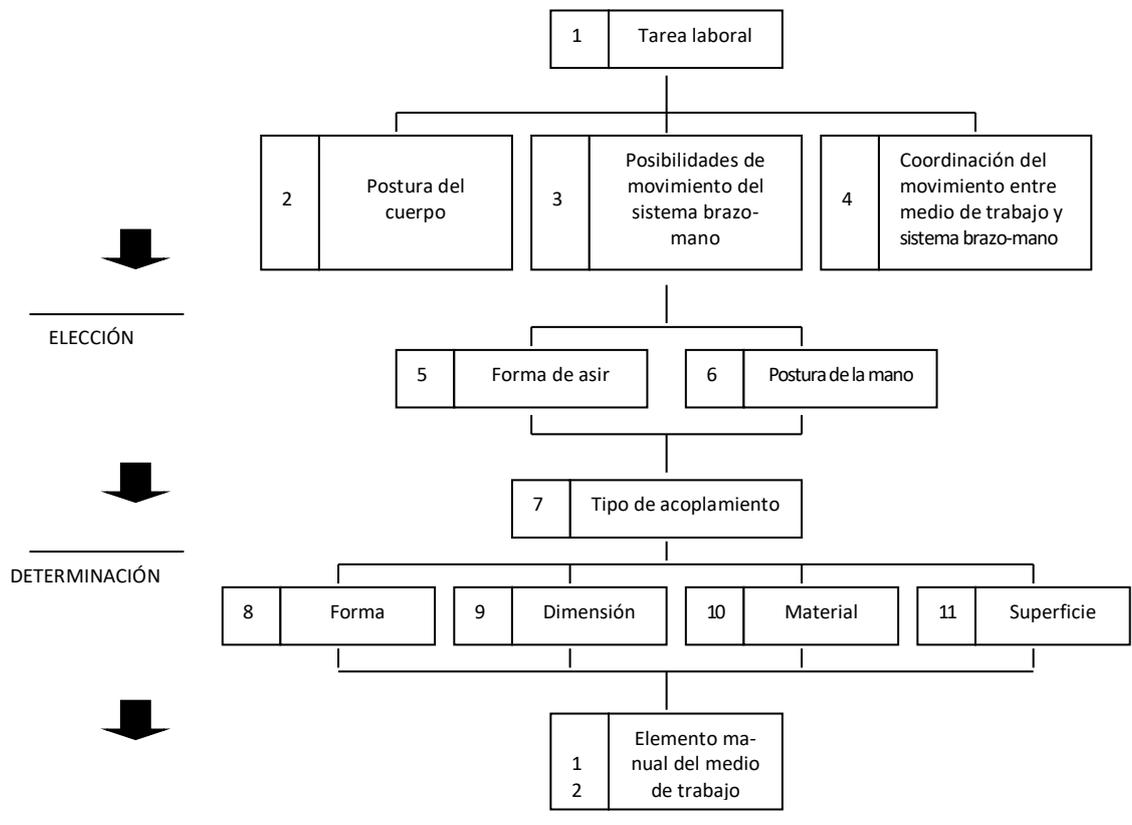
## Operación de movimiento de cargas en posición de pie o en cuclillas con las dos manos

Figura 43 Planilla del método Surrey del Prof. Peter Davis

### 5. Conformación del Medio

Medio de trabajo (o elaboración), son medios utilizados para ejecutar trabajos, accionados por el usuario con sus manos, por ejemplo teclados, fotocopiadoras, etc.

La conformación antropométrica de medios de trabajo no puede ser considerada independientemente de las medidas de conformación en un puesto de trabajo. Las principales magnitudes condicionantes están representadas en el esquema de la **figura 44**.

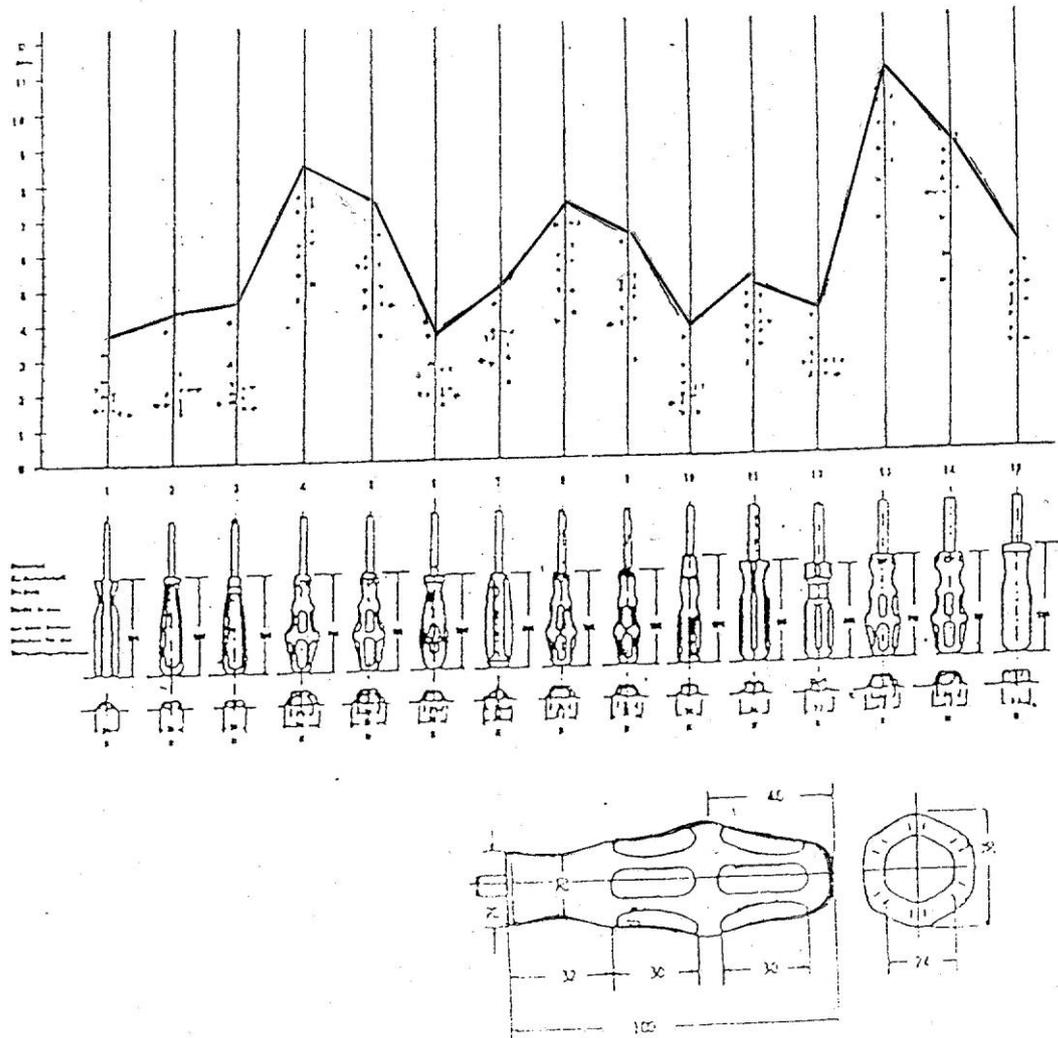


**Figura 44** Pasos a seguir en la conformación ergonómica de elementos manuales de medios de trabajo (Según Bullinger/Solf)

## LISTADO DE CONTROL PARA MEDIOS DE TRABAJO ACCIONADOS MANUALMENTE

- 1- ¿Obliga la disposición y / o conformación de los medios de trabajo a posiciones y / o posturas inadecuadas del cuerpo en el sentido de sollicitaciones unilaterales evitables?
- 2- ¿Se corresponde la postura y la posición del cuerpo con los requerimientos de la tarea laboral, en cuanto a la fuerza y precisión exigidas?
- 3- ¿Fueron consideradas las limitaciones de los movimientos debido a la implementación del asir de contacto del objeto de trabajo, (teclado)?
- 4- ¿Coinciden los ejes funcionales (de los movimientos, fuerzas, momentos torsores), con las condiciones anatómicas recomendadas?
- 5- ¿Quedan en posición normal las muñecas al asir el medio de trabajo?
- 6- ¿Concuerda la forma de asir el medio de trabajo con la resistencia a vencer?, esto también se toma en cuenta para las falanges actuantes.
- 7- ¿Concuerda la forma de asir con el diseño del elemento manual?
- 8- ¿Fueron previstos dispositivos de seguridad contra el resbalamiento y suficiente espacio libre para los dedos en la conformación de los medios de trabajo?
- 9- ¿Al establecer las dimensiones se tuvieron en cuenta la dispersión en los tamaños de las manos?
- 10-¿Teniendo en cuenta la posibilidad de limpieza, el coeficiente de fricción de las manos, la conductibilidad térmica y eléctrica fue analizado el material de los elementos manuales?

En la **Figura 45** muestra la fuerza que puede llegar a realizar una persona con su mano según el diseño del mango de un desatornillador



**Figura 45** Mangos de desatornilladores. (Diferentes torques obtenidas con la misma punta y espada, pero con diferentes mangos).

## **6. Selección para la toma de tiempo**

Antes de iniciar la toma de tiempo y luego de haber comprobado, que las dimensiones disposición, diseño del puesto de trabajo son adecuados, que las herramientas y demás medio de elaboración respetan la antropometría y anatomía, como también el elemento a elaborar, que la descripción del proceso está bien hecho, (el desarrollo estereométrico y cronológico de las acciones).

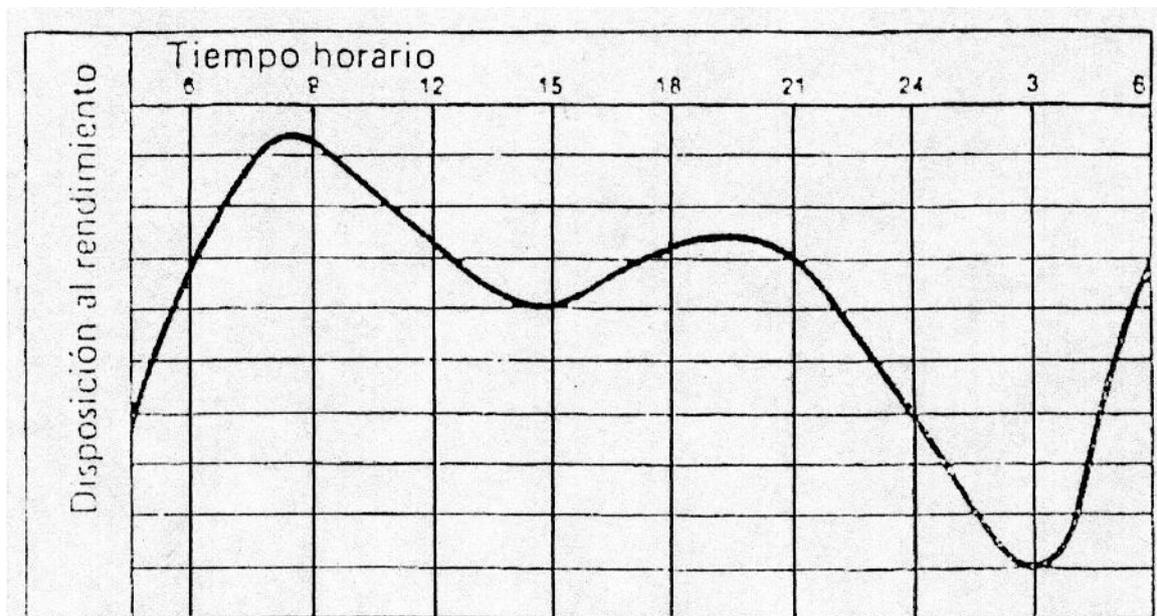
Resta elegir el hombre que desarrollara la tarea en el cronometraje el tiempo y hora de la realización del mismo

Para elegir la persona se debe tener en cuenta, lo que dentro del diseño fue fundamental contemplar, las variaciones antropométricas, por lo tanto; hay que eligiendo un hombre medio, no solo en dimensiones físicas sino también en compromiso con la empresa, teniendo en cuenta, que un obsecuente, sumiso, manejable, tímido, por temor va a trabajar muy rápido distorsionando los resultados (el tiempo obtenido será menor al real), un negativo, rebelde, insurrecto, (opuesto a obsecuente), hará la tarea lentamente alargando los tiempos generando una mala toma.

Luego hay que tener en cuenta la predisposición natural a la actividad del hombre ya que este es un animal de hábitos diurnos

Las variaciones horarias del rendimiento del hombre, (denominadas ritmo diario o circadiano), es un principio biológico básico que depende de las formas de trabajo y de las pausas otorgadas en su transcurso, de las pausas de comidas y del tiempo otorgado para ello, de tiempo libre, etc. En pocas palabras, depende de los horarios.

Para poder estudiar estas variaciones analizaremos la curva establecida por el Dr. Graf la cual posee un máximo en el entorno de las 9 hs. (hora solar) de la mañana, un segundo punto máximo, (algo menor), a media tarde y un mínimo absoluto, (llamado punto muerto), entre las 2 y 4 hs. de la madrugada.



**Figura 46.** Ritmo biológico del hombre (Según Graf, O. 1954)

Estudios del mismo Graf y posteriormente de otros han establecido que no todas las personas responden a este esquema de comportamiento sino que hay muchas que tienen un desplazamiento tanto para actividades más tempranas (mañaneros) o para actividades nocturnas

(noctámbulos), se puede considerar que el 30% de todas las personas, aproximadamente, pertenecen a un grupo noctámbulo que no tienen problemas de actividades hasta altas horas de la noche. Pueden mantenerse activos sin signos de cansancio importantes, siendo a menudo experimentada una frescura en el trabajo durante las horas nocturnas, la cual frecuentemente es debida al menor nivel de molestias.

Los individuos del tipo mañanero poseen una alta disposición para el rendimiento alrededor de las 8 hs., o antes, pero al promediar la tarde el cuerpo va pasando a la etapa de descanso. Además, se observa que su curva de disponibilidad fisiológica de rendimiento coincide con la de esfuerzos entregados sólo cuando estos son elevados. En el caso de bajos esfuerzos entregados, la curva puede ser opuesta a la de disponibilidad fisiológica de rendimiento.

Teniendo en cuenta lo mencionado da lugar a que ese hombre medio también bajo la lupa de la predisposición natural a la actividad, debe ser una persona promedio.

Si se respeta todo se tiene que se debe elegir un horario de predisposición natural a la actividad promedio, viendo la **figura 45** se tiene que ser alrededor de las 6 hs hasta las 8 hs.

## **7. Toma de tiempos**

Una vez establecida la preparación hay que determinar la forma en la que se hará la toma (cronometraje)

Primero se debe establecer el procedimiento de la medición de tiempos (toma de datos), los cuales pueden ser:

- Registro continuo de tiempos
- Registro de tiempos parciales

Entendiendo Que por registro continuo de los tiempos, son los tiempos entre el comienzo de la toma de tiempos y los sucesivos finales de cada una de las fases del proceso

El instrumento de medición de los tiempos es puesto en acción al comienzo del cronometraje y permanece funcionando durante toda la toma, en correspondencia con los puntos de referencia fijados, el instrumento es leído por el observador y al término de cada fase de proceso se anota en el pliego de toma. La duración de la fase de se calcula por diferencia de tiempos registrados en forma sucesiva, (estos son llamados tiempos parciales

Fases de proceso	Punto de referencia	Sujetar la pieza	Soltar	Elaborar la pieza	La máquina se detiene	Soltar la pieza colocarla a un lado	Soltar	Sujetar la pieza	Soltar
Tiempo parcial $t_i$ medido en CM	$t_1 = 30$ CM								
			$t_2 = 30$ CM						
	0	30			$t_3 = 25$ CM				
	0	30					$t_4 = 35$ CM		
						0	25		
						0	35		

CS Escaneado con CamScanner

Figura 47. Registro de tiempos parciales

Fases de proceso	Punto de referencia	Sujetar la pieza	Soltar	Elaborar la pieza	La máquina se detiene	Soltar la pieza colocarla a un lado	Soltar	Sujetar la pieza	Soltar
Registro continuo de los tiempos F medidos en CM	$F_1$		$F_2$		$F_3$		$F_4$		
	0	30	60		85		120		
Tiempo parcial $t_i$ calculado	$t_1 = 30$ CM		$t_2 = 30$ CM		$t_3 = 25$ CM		$t_4 = 35$ CM		

CS Escaneado con CamScanner

Figura 48. Registro continuo de tiempos

La elección del instrumento para cronometraje pasa a ser ahora fundamental, si bien ya se generalizó el uso de cronómetros digitales en las PIMES se siguen usando los cronómetros analógicos.



Figura 49. Cronómetro analógico



Figura 50. Cronómetro digital

Los cronómetros digitales tienen la ventaja de poseer memoria y esta permite hacer las tomas prestando atención al desarrollo de la tarea sin necesidad de hacer anotaciones en las planillas de registro, y luego de finalizado el cronometraje ir a la oficina y volcarlos con tranquilidad y con riesgo nulo de cometer errores

También hay tablas de toma de tiempo (usado en las industrias grandes, por su costo) las que directamente imprimen las planillas y estadística



Figura 51. Tabla de Cronómetro I

Inclusive en la actualidad hay programas para usar una Tablet para toma de tiempos

## **8. Ritmo de trabajo**

Según la metodología REFA (**REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. Darmstadt**). El ritmo de trabajo es “Es característico de ciertos trabajos señalado por la repetición de actos similares en etapas de tiempos también similares (en contraste al compás de trabajo, que se caracteriza por la repetición de los mismos actos en los mismos intervalos de tiempo).

Donde compas de trabajo es la **“unidad de medida del decurso cronológico. Lapso de tiempo o espacio de tiempo entre el comienzo de una fase de operación hasta el comienzo de la fase subsiguiente dentro de una sucesión”**

Sabiendo que el tiempo compas, (también denominado tiempo compas o simplemente compas), es el **“tiempo en que se fabrica una unidad cuantitativa, para que el sistema en línea produzca la efectividad cuantitativa prevista”**.

Por otro lado la OIT también habla de valoración del ritmo de trabajo donde lo denomina **“Desempeño tipo es el rendimiento que obtiene naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozca y respeten el método especificado. A ese desempeño corresponde el valor 100’ en las escalas de valoración del ritmo y desempeño.**

También otros establecen que se entiende por **“Ritmo de trabajo el tiempo necesario para realizar una determinada tarea”**, a una determinada velocidad.

Cuando el ritmo de trabajo es intenso genera un mayor compromiso músculo esquelético y cognitivo, lo que incrementa el cansancio y riesgo de accidentes.

El mencionado ritmo tipo expresa la OIT más comúnmente aceptado en el Reino Unido y los Estados Unidos equivale a la velocidad de movimiento de las extremidades de un hombre de físico medio caminando sin carga en terreno llano y en línea recta a una velocidad de 6,4 km, por hora

REFA también, toma en cuenta estos elementos y desarrolla el criterio que llama efectividad normal. Deduce que para movimientos que implica el accionar de importante masa muscular (compromiso músculo esquelético), busca los movimientos y la velocidad con que se realizan

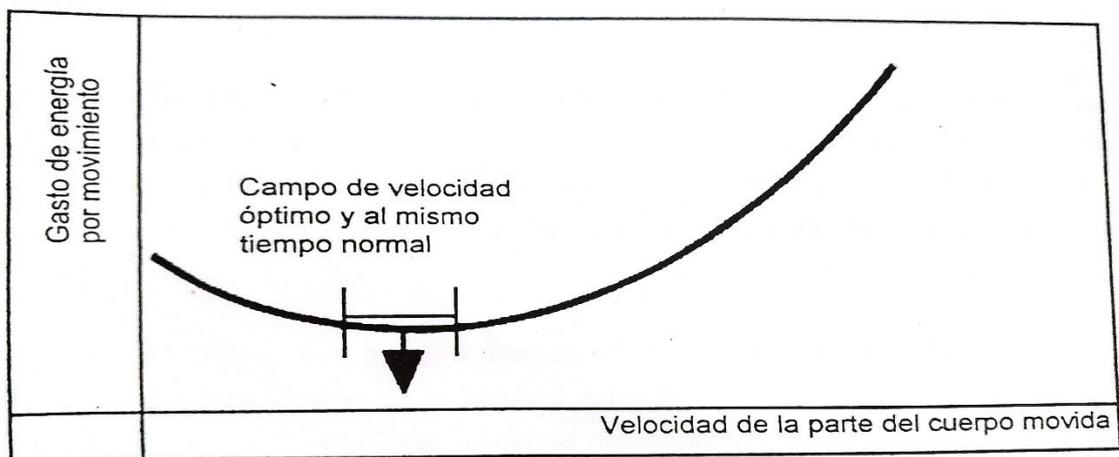


Figura 51. Campo de velocidad fisiológicamente optima

En detalle REFA toma la conformación racional del trabajo basándose en la fisiología laboral, para determinar la velocidad óptima de trabajo basándose en lo elaborado por G. Kaminsky (basándose en las observaciones de:

- E. Atzler (Körper und Arbeit –Leipzig 1927)
- G. Kaminsky (Die physiologisch-optimale Arbeitsleistung Sägen) (Zentralblatt f. Arbeitswissenschaft 9 (4) 1955.
- G. Lehmann (Physiologische Betrachtungen zu einigen REFA-Begriffen). REFA-Nachrichten 8 (4) 1955.

Parte del hecho que los movimientos del cuerpo humano se rigen por los segmentos que lo conforman los que mantienen siempre un movimiento pendular. Sabiendo que la velocidad de un movimiento pendular está regido por la magnitud de la desviación del péndulo, y de la longitud del mismo., en contraste con los movimientos de rotación que pueden ser realizados a cualquier velocidad.

A la velocidad pendular el consumo energético es nulo y la eficiencia de trabajo se mantiene óptima, por lo que se denomina velocidad óptima de trabajo, o de acción, o movimiento.

Toda desviación de esta velocidad (cambio de ritmo), significa un mayor esfuerzo y un mayor consumo energético. Las consecuencias son dos:

- Como causa física para los movimientos lentos (por debajo del pendular), se tiene que debe disminuir la velocidad correspondiente a la aceleración de la gravedad, lo que significa un consumo energético, por lo contrario para movimientos rápidos (por encima del pendular) debe utilizar más energía para aumentar la velocidad o para disminuirla al frenar
- Y como causa fisiológica en movimientos rápidos aumenta el rozamiento interno de los músculos (hecho desfavorable, y en cambio para movimientos lentos tiene un aumento de suministro sanguíneo que resulta también desfavorable (esto se realiza en la contracción y relajación muscular), como se produce una disminución de suministro sanguíneo se produce una falta de oxigenación y nutrientes que lleva al agotamiento (cansancio)

Cada segmento corporal tiene una frecuencia propia esta está dada por su longitud y peso

Para que los movimientos se realicen en forma óptima G. Lehmann establece que para los distintos segmentos corporales:

- Mano aproximadamente 3,0 a 3,5 Hz (oscilaciones /segundo)
- Antebrazo aproximadamente 2,0 Hz (oscilaciones /segundo)
- Brazo completo) aproximadamente 1,0 Hz (oscilaciones /segundo)
- Piernas aproximadamente 0,9 Hz (oscilaciones /segundo)
- Tronco aproximadamente 0,5 a 0,7 Hz (oscilaciones /segundo)

En resumen el ritmo de trabajo lo marca la longitud del segmento corporal comprometido y su masa.

## BIBLIOGRAFIA

Benz, Leibig Roll, Gestalten der Sehbedingungen am Arbeitsplatz, Verlag TÜV Rheinland (1981)

Benz, Gross, Haubner. Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen, Verlag TÜV Rheinland (1981)

Berger, Jenner. Arbeitsplatz-gestaltung und Körpermasse. Verlag TÜV Rhrinland (1986)

Dupuis, H. Gestaltung von Schleppern und Landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen Verlag TUV Rheinland-Köll (1981)

Grandjean E. Physiologische Arbeitsgestaltung (1991)

Prof Dr. Med. Hettfinger, Theodor. Schwere Lasten-leicht gehoben. Bayerisches Staatsministeriun für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München 1991

Holway, Francis, MSc.\* Datos de Referencia Antropométricos para el Trabajo en Ciencias de la Salud: Tablas "Argo-Ref" \*Club Atlético River Plate, Buenos Aires, Argentina.

Ing. Kellermann, F., Dr van Wely, P., Dr Willems, P. Manual de Ergonomía. ACME Agency SACIF Buenos Aires (1967)

Dr. Ing. Johannes Henrich Kirchner und Dr. Ing. Eckart Baum. Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter

Lange, W. Kleine Ergonomische Datensammlung. Verlag TÜV Rheinland

Laurig, Wolfgang. Grundzüge der Ergonomie. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln (1992)

Ley de Talles, La norma establece la aplicación obligatoria en todo el país del Sistema Único Normalizado de Talles de Indumentaria (SUNITI)

Mc Kornick, Ernest J.: "Elementos de Ergonomía". , Editorial Gustavo Gil S.A. Barcelona (1980).

MAPFRE Fundación. Manual de Ergonomial, Madrid España

MAPFRE Fundación. Manual de Higiene Industial, Madrid España

Melo, José Luis, Ergonomía Editorial Journal Bs As 2005

Melo, José Luis, Apunte Curso de Ergonomía Dictado en la Sociedad de Medicina del Trabajo y Curso a empresarios en Salta 2007

Mondelo, Pedro R. Torada, Enrique G. Barrau, Pedro, Ergonomía 1, pág 26. Editorial Alfaomega, 2003 Barcelona, España

OIT, Introducción al Estudio del Trabajo (Publicado con la dirección de Kanawaty, G.). Ginebra Oficina Internacional del Trabajo Suiza. 1998

REFA, (*Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. Darmstadt*), Ingeniería Industrial. Estudio del trabajo, planificación, Conducción Operativa Fundación REFA de Argentina Buenos Aires 1985

REFA: "Módulo 1" Tema 4, (Ergonomía), Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 1985-90

REFA, (*Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. Darmstadt*), Seminario de determinación de tiempos Darmstadt 1997

REFA: "Lexicón" 2º Edición, Fundación REFA de Argentina, Buenos Aires 19865

REFA Fundación de Argentina: "Modulo 1", Tema 4 (Ergonomía), 1988.

REFA Fundación de Argentina: Seminario de determinación de tiempos (José Luis Melo) Buenos Aires (1990)

Rohmert, W.. Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung."(1981)

Schmisdke, H.: "Lehrbuch der Ergonomie 2. Auflage, Carl Hanser Verlag", München-Vien, (1981).

Schultetus, W. Montagegestaltung. Verlag TÜV Rheinland. Dortmund/Darmstadt im 1987

Thompson, P.; Marino, P. ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DE LA POBLACIÓN ARGENTINA Jung, S.: INTI Textiles sandra@inti.gob.ar