

SISTEMA ERGONOMICO

Para poder hablar del sistema ergonómico, primero debemos definir que es un Sistema. Según Ludwig von Bertalanffy, un sistema es un complejo de elementos en interacción que tienen un fin común.

Teniendo en cuenta lo anterior podemos visualizar la Ergonomía como un sistema Integral compuesto, en principio, por dos subsistemas o elementos: el ser humano y el ambiente construido, entre los cuales se dan una serie de interacciones. Expresando esto mediante el siguiente diagrama:

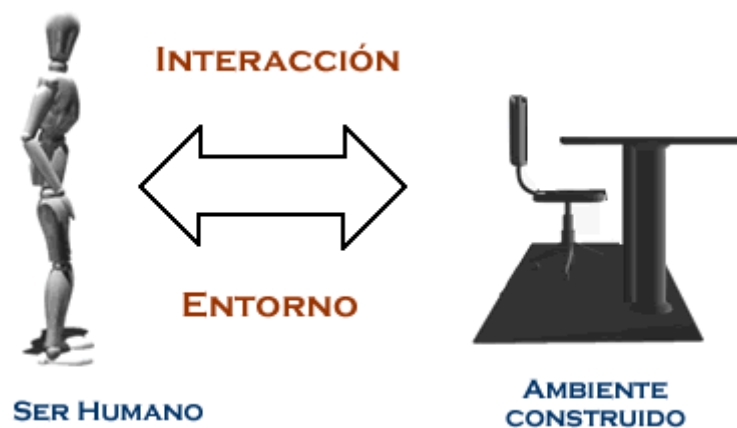


Diagrama 1. Sistema Ergonómico

Es importante definir el Ambiente Construido; este es el conjunto de componentes materiales, físicos, concretos, productos del ser humano (sillas, calles, estaciones de trabajo, edificaciones, etc.). Al hablar del entorno, otro componente del sistema nos referimos a los factores que condicionan o enmarcan el sistema (factores ecológicos, geográficos, socio-culturales, económicos y políticos entre otros).

1. SISTEMA HOMBRE MAQUINA AMBIENTE

La Ergonomía desde el punto de vista sistémico esta conformada en principio por tres elementos básicos: el hombre o ser humano, el ambiente o entorno, relacionado a su vez con el ambiente construido y objeto o maquina de trabajo.

Los elementos anteriormente mencionados tienen una relación directa con los niveles de productividad, satisfacción e incidencia de riesgos; factores que están determinados por el adecuado funcionamiento de cada uno y la interacción (interfaz) entre ellos.

Para que el sistema ergonómico funcione adecuadamente debe mirarse en primer lugar en forma global y además se debe analizar cada uno de los elementos que lo constituyen; es decir las interacciones entre el ser humano, el espacio físico y el objeto/máquina; para facilitar la comprensión de estas interacciones entre los tres elementos del sistema ergonómico se retoma el siguiente cuadro.

DE / A:	MAQUINA	ESPACIO FISICO	SER HUMANO
OBJETO/MAQUINA	X	1	2
ESPACIO FISICO	3	X	4
SER HUMANO	5	6	X

Cuadro 1. Posibles Niveles de Interacción¹

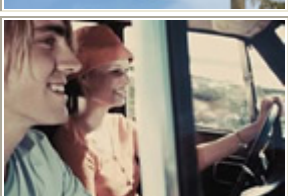
- La relación objeto maquina en el espacio de trabajo, la podríamos explicar de la siguiente manera: una maquina X ocupa un lugar en el espacio, esta maquina puede aumentar o disminuir la temperatura ambiental, generar ruido, vibración, radiación, emitir humos, polvos, gases y vapores o algún olor.
- Relación maquina - ser humano: las maquinas poseen ciertas características que le permiten comunicarse con el hombre, sus dispositivos informativos como tableros, colores y texturas entre otros le permiten al hombre controlar su funcionamiento
- Relación espacio físico a la maquina/objeto: las características dimensionales del espacio físico, la temperatura y niveles de humedad, las instalaciones eléctricas el ambiente cromático y otros son elementos que condicionan la localización de las máquinas/objetos.
- Relación espacio físico - ser humano: El espacio físico (los niveles de iluminación, ruido, humedad del aire, temperatura, polvos, gases, humos, vapores, microorganismos, entre otros), facilita o entorpece el desempeño del individuo en las diferentes estaciones de trabajo.
- Relación ser humano a la maquina/objeto: en el sistema ergonómico el principal actor es el ser humano de el depende el adecuado

funcionamiento del sistema, la relación con el objeto se basa principalmente en el control, manipulación, guía y programación.

- Relación ser humano al espacio físico: Así como el espacio físico interfiere en el hombre, este a su vez genera cambios en el entorno como: aumento de temperatura, ruido y transmite agentes biológicos entre otros.

A continuación en el Cuadro 2. se visualizan ocho tipos de sistemas ergonómicos, uno básico y siete derivados del mismo, estos tipos de sistemas los podemos encontrar en el ámbito laboral y ocupacional.

TIPO DE SISTEMA	SER HUMANO	MAQUINA / OBJETO	ESPACIO FISICO	EJEMPLO
1	UNO	UNO	UNO	
2	VARIOS	UNO	UNO	
3	VARIOS	VARIOS	UNO	
4	UNO	UNO	VARIOS	

5	UNO	VARIOS	UNO	
6	VARIOS	VARIOS	VARIOS	
7	UNO	VARIOS	VARIOS	
8	VARIOS	UNO	VARIOS	

Cuadro 2. Tipos de sistemas del espacio físico al ser humano

Es de gran importancia resaltar que lo anteriormente descrito es un tipo de clasificación de sistemas, pero que existen otras como la que propuso McCormick donde plantea tres tipos de sistema hombre-maquina:

Manual: en donde el ser humano provee fuerza y el control de la actividad, por ejemplo un hombre pañetando.



Semiautomático: en donde la maquina proporciona la fuerza para que el sistema se mueva, y el hombre controla a través de dispositivos de salida. se propone dentro de este tipo el control ejercido por un conductor sobre el tanque de gasolina y la velocidad a través del tablero de señales y de las palancas.



Automático: la maquina proporciona la fuerza del sistema, detectar y controlar la operación normal, y el ser humano funciona supervisa. Como ejemplo se menciona a los pilotos, quienes establecen y luego modifican sus pilotos automáticos.



1.1 CANALES Y DISPOSITIVOS INFORMATIVOS (DI)

A la hora de diseñar o seleccionar un dispositivo informativo, así como el mando o dispositivo de control correspondiente, hay que tener en cuenta el tipo de información que se ha de recibir, los niveles de distinción y comparación, la valoración de la información recibida, la importancia de los posibles errores y sus consecuencias, el análisis de los estímulos definido por la carga, la frecuencia y el tiempo disponible de reacción, el tiempo compartido entre persona y máquina para dar respuesta, las posibles interferencias, la compatibilidad entre persona y máquina, el sistema organizativo, el control exterior, el entorno social y cultural, etc.

Los dispositivos informativos comúnmente utilizados en el diseño de puestos de trabajo, se pueden clasificar según el canal utilizado en dispositivos visuales (DIV), audibles (DIA) y táctiles (DIT).

El canal visual es el más apropiado para recibir información compleja y larga y requiere de su memorización, pues general mente se recuerda mejor lo que se ve que lo que se oye o percibe a través del tacto, salvo excepciones importantes. También es recomendable el canal visual cuando la información se refiere a espacios, distancias y volúmenes.

EL canal auditivo posee características que hace aconsejable su utilización cuando la información que queremos transmitir exige una rápida atención, es breve, simple y exige una respuesta rápida, ya que el tiempo de reacción es menor ante estímulos auditivos que visuales no requieren memorización posterior ni una posición fija del trabajador y resiste más la fatiga que el visual.

El canal táctil es especialmente útil cuando el operador debe identificar, por ejemplo, varios dispositivos de control y debido a la existencia de poca o mucha iluminación y/o debe concentrar su atención en una parte muy importante. O cuando se actúa sobre un control y éste nos informa con su resistencia o suavidad que ha obedecido (o no) nuestra orden. Por lo tanto la utilización de dos o más canales simultáneos o secuenciados, para emitir y recibir la información y así asegurar su mejor recepción, la denomina redundancia, es sumamente útil en múltiples situaciones laborales. Por ejemplo: un display que debe ser leído cuando marque determinado valor

crítico, puede avisar al operario de que se acerca al régimen cambiando su color, su frecuencia de parpadeo, la resistencia del mando al desplazamiento, o incorporando una alarma sonora.

1.1.1 Dispositivos Informativos Visuales (DIV)*

La información visual es muy rica...., pero si no está bien seleccionado el canal, diseñada la información, seleccionado el dispositivo adecuado y bien ubicado, el ambiente no es favorable o nosotros no estamos preparados para la recepción no nos enteraremos de nada, o nos pondremos engañar muy fácilmente por que “la vista engaña” aunque lo hayamos visto “con nuestros propios ojos”. Su elección debe efectuarse teniendo en cuenta que la información debe ser la necesaria y suficiente, sin excesos ni defectos.

DISPOSITIVOS INFORMATIVOS VISUALES (D.I.V)	
1. ALARMAS	
2. INDICADORES	
3. CONTADORES	
4. DIALES Y CUADRANTES	
5. SÍMBOLOS	
6. LENGUAJE ESCRITO	
7. PANTALLAS	
8. GESTOS	

Dispositivos Informativos Visuales (DIV) básicos

DEFINICIONES DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS Y MÉTODO PARA EFECTUAR SUS MEDICIONES

La bibliografía aborda este tema con determinadas variantes, por lo que debe tenerse especial cuidado al tomar datos de la información de referencia. En este caso se encuentra, por ejemplo, la profundidad del abdomen, que algunos autores pueden definir como la distancia horizontal medida desde la espalda hasta el punto más adelantado del abdomen. Nosotros, a efectos prácticos, recomendamos la medición de la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del abdomen, pues consideramos que más que el espesor del cuerpo, lo que interesa realmente para diseñar un puesto de trabajo es determinar la limitación del sujeto para acceder con sus brazos a los puntos más alejados y más cercanos frente a él. Las definiciones de las siguientes dimensiones y su método de medición responden a este criterio.

Alarmas

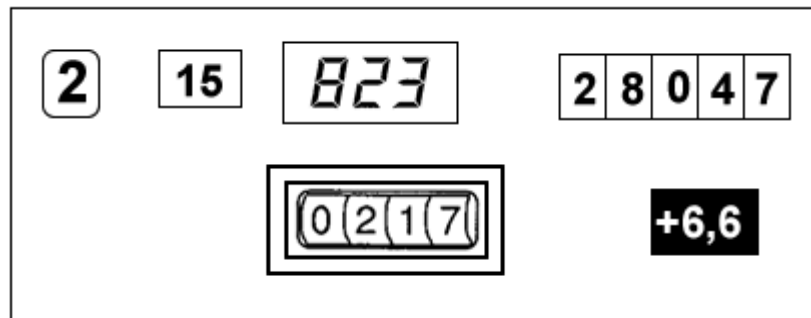
Las alarmas visuales pueden ser lámparas de diversas formas y tamaños que emiten luces de colores (rojo, naranja....), generalmente parpadeantes; pueden incluirse símbolos, flechas y letreros, pero siempre muy simples y muy fáciles de interpretar. Su mensaje es de emergencia, crisis y peligro y, por lo tanto para ser rápidamente y bien interpretado debe poseer un significado muy sencillo y claro, libre de cualquier ambigüedad que pueda dar lugar a dudas. Una señal de alarma debe poseer un significado único y la reacción de las personas ante su recepción también debe ser única.

Indicadores

Los indicadores poseen las mismas características de sencillez que las alarmas, pero sin el significado de emergencia, crisis o peligro. La información que ofrecen los indicadores debe ser de un bit: sí-no; conectado-desconectado; funcionando-detenido.

Contadores

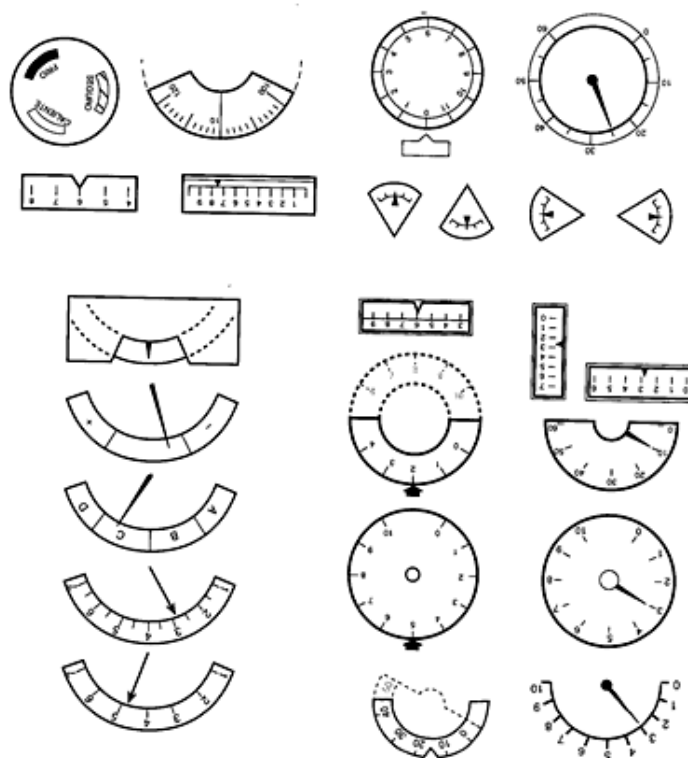
Se utilizan cuando es imprescindible informar el comportamiento de un parámetro a través de números. Son los más sencillos y con la menor probabilidad de error en la lectura de todos los DIV que informan mediante valores numéricos.



Contadores

Diales y Cuadrantes

En función de su forma pueden ser circulares, semicirculares, sectoriales, cuadrados, rectangulares (horizontales y verticales), etcétera. Por su funcionamiento pueden ser de indicador móvil y escala fija, y de indicador fijo y escala móvil. Los de indicador fijo provocan menos errores de lectura; sin embargo los de indicador móvil permiten percibir mejor el régimen de cambio de una variable.



Diales y Cuadrantes

Símbolos

Por su sencillez y fácil comprensión son elementos a incorporar. El peligro consiste en una mala utilización, ya sea por ambigüedad en el mensaje, por deficiencias en la normalización, o por no tener en cuenta las características culturales. El símbolo debe comunicar de una forma inequívoca e inmediata su mensaje.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
RIESGO DE INTOXICACIÓN SUSTANCIAS TÓXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO ELÉCTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	

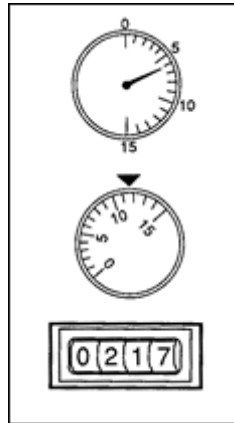
Símbolos de seguridad

Características generales de los DIV

Las principales características generales de los DIV se pueden resumir como sigue:

1. Su precisión debe ser la necesaria y suficiente
2. Su exactitud la mayor disponible
3. Deben ser lo más simple posibles
4. Las escalas numéricas deben ser directamente utilizables, evitando los cálculos. A lo sumo utilizar factores múltiplos de 10.
5. Las divisiones de las escalas deben ser 1,2 y/o 5.
6. En las escalas sólo deben aparecer números en las divisiones mayores.

7. La lectura de los números debe ser siempre en posición vertical y en el caso de los contadores con varios dígitos siempre deben estar ordenados horizontalmente.



DIV:Lectura de números

8. El Tamaño de las marcas debe de estar de acuerdo con la distancia visual a de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}\text{Altura de las marcas grandes} &= a/90 \\ \text{Altura de las marcas medianas} &= a/125 \\ \text{Altura de las marcas pequeñas} &= a/200 \\ \text{Grosor de las marcas} &= a/5000 \\ \text{Distancia entre dos marcas pequeñas} &= a/600 \\ \text{Distancia entre dos marcas grandes} &= a/50\end{aligned}$$

9. La distancia de la punta del indicador al número, o a la división, debe ser la mínima posible, evitando siempre el enmascaramiento.

10. La punta del indicador y de la escala deben estar lo más cercanos posible para evitar el error de paralaje

11. Siempre que se pueda se deben sustituir los números por zonas identificadas por colores o por letras.

12. Siempre que se pueda se deben sustituir los números por zonas identificadas por colores o por letras.

13. A veces resulta muy útil combinar estas lecturas con dispositivos sonoros de advertencia previa.

14. Las dimensiones de las letras y números se deben adecuar a la distancia de visión y a la agudeza visual de los destinatarios.

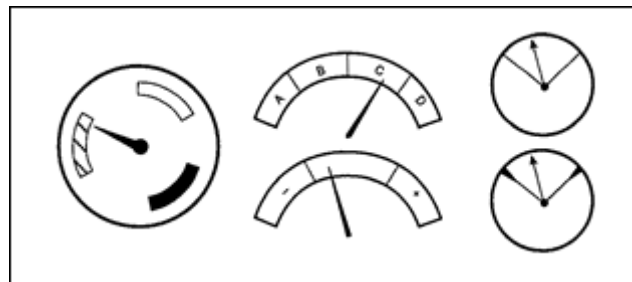
15. En códigos alfanuméricos las combinaciones que se pueden efectuar con los números y las letras son prácticamente infinitas. Se utilizan para valoraciones, descripciones e identificaciones, y el contraste debe ser superior al 75-80%. En ocasiones puede ser útil su combinación con colores, luces y sonidos para acentuar su capacidad de información cualitativa.

16. El conjunto de colores incluidos tonos, matices, textura, etc., son prácticamente ilimitados. Se recomienda, sin embargo, utilizar los colores normalizados para la seguridad e higiene en el trabajo, y si se puede simplificar: rojo, amarillo, verde, azul, blanco, y negro. Se aconseja su utilización en indicadores cualitativos y para tareas de emergencia y búsqueda.

17. Aunque se pueden emplear diez colores diferentes en las luces, se recomienda limitar su utilización a cuatro: rojo, verde, “amarillo” y blanco de flash. Se utilizan en displays cualitativos, como apoyo a los cuantitativos y en señales de alarma.

18. Respecto a las formas geométricas, aunque se ha comprobado que se pueden utilizar hasta veinte, se recomienda utilizar: triángulo, círculo, estrella, rombo, y semicírculo. Se utilizan en representaciones simbólicas: identificación. Si se quieren figuras descriptivas se recomienda que sean: definidas, cerradas, simples y unificadas.

19. Su agrupamiento, la secuencia de lectura y la correspondencia espacial con los procesos a controlar debe ser planificada para que los operarios tengan que realizar el mínimo de operaciones e inferencias.



Display marcado por zonas o letras

Selección y ubicación de los DIV

Los dispositivos visuales requieren de una atención especial a la hora de ser ubicados, ya que deben situarse dentro del campo visual de la persona y tener en cuenta los desplazamientos a que esta pueda estar obligada por su actividad en el puesto.

Para la ubicación de los DIV es preciso considerar al menos:

1. Tipo de DIV a ubicar
2. Su importancia
3. Frecuencia y uso
4. Densidad y características de otros DIVs existentes en el puesto
5. Carga visual del operario
6. Características personales del operario
7. Posible agrupamiento con otros DIVs según su función, o según sus controles correspondientes.
8. Secuencia de las lecturas
9. Dimensiones y geometría del puesto de trabajo
10. Carga de trabajo mental
11. Carga de trabajo físico
12. Movilidad del usuario en el puesto
13. Nivel de atención y concentración de la persona en su tarea
14. Ambientes visual y acústico existentes
15. Posibles interferencias con los puestos de trabajo vecinos.

PANTALLAS

Existen recomendaciones exhaustivas para el uso de pantallas de ordenador personal y monitores, pero de todas formas rescatamos de la bibliografía al uso las siguientes:

1. El borde superior de la pantalla debe coincidir con la altura de los ojos del operador y este no debe estar a menos de 50-60 cms de distancia de ella.
2. Las pantallas y demás elementos del puesto deben poderse inclinar vertical y horizontalmente con las fuentes de luz para evitar deslumbramiento por las reflexiones que dificultan la lectura de la pantalla, teclado, papeles, etc., ya que provocan molestias, demoras y errores de la interpretación o comprensión de la información. Estas reflexiones se producen tanto por la luz del sistema de iluminación artificial del local como por la luz natural que entra por las ventanas. Los deslumbramientos por luz natural directos o por reflexión se evitan no situándonos ni de frente ni de espaldas a ventanas o utilizando cortinas regulables según la hora del día; debemos recordar que los

efectos de la luz diurna varían durante el día por el desplazamiento del sol.

3. Es imprescindible que el operador pueda controlar la luminosidad y el contraste de la pantalla
4. El local debe estar siempre iluminado
5. El tamaño de los caracteres debe estar entre 3,5 y 4,5 mm.
6. La mejor relación de contrastes compatible con la mayoría de los documentos impresos en papel, esta en los caracteres negros con fondo blanco, aunque algunos especialistas recomiendan caracteres amarillos con fondo marrón-ambar.
7. Son recomendables las siguientes condiciones de luminancias y nivel de iluminación:

- Luminancia media de la pantalla con texto: 15 cd/m²
- Luminancia media de los caracteres: 48 cd/m²
- Luminancia media del fondo de la pantalla: 11cd/m²
- Nivel de iluminación sobre los documentos en papel: 300 lux
- Relación de luminancias caracteres/fondo de la pantalla: 6:1
- Relación de luminancias alrededores/pantalla: 1



Versatilidad necesaria para un puesto de trabajo



Iluminación y puesto de trabajo

En el caso de los monitores de televisión para controlar procesos industriales o de investigaciones científicas, o de vigilancia (archivos, bancos, metro, tránsito) o para informar datos numéricos o transmitir textos (como es el caso de los monitores de información en los aeropuertos, terminales de ferrocarriles, etc.) hay que decidir su orientación teniendo en cuenta las reflexiones, la posición respecto a los usuarios, los colores y contrastes, el lenguaje escrito utilizado y el tamaño de los caracteres.

Otros aspectos a considerar al instalar pantallas, sobre todo de computadora, son los campos eléctrico y magnético, cuyos efectos sobre las personas aun no están del todo claros. Aunque no parecen peligrosos, es conveniente mantener una distancia de visión (ojos-pantalla) al menos de 50-60 cm y mayores aun (180-200 cm) entre las partes posterior y laterales del monitor y las personas mas cercanas si no estamos seguros del blindaje. A partir del uso de las pantallas LCD este riesgo desaparece.

1.1.2 Dispositivos informativos audibles (DIA)

El sonido es la transmisión de las ondas mecánicas producidas por una fuente sonora (cuerdas vocales, timbre, motor, tambor, cuerda de piano, sirena, trino de aves, ladridos...) a través de las vibraciones de las moléculas de un medio (aire, agua, vidrio, ladrillo, madera...) Mientras que ruido es el sonido. Así pues, el ruido es el sonido; pero el sonido no siempre es ruido. Incluso un sonido en ocasiones puede no ser ruido y en otras serlo; tal es el caso del Himno de la Alegría de Beethoven: es sonido cuando estamos en el teatro o en casa apaciblemente sentados disfrutando de la música; pero es ruido cuando estamos haciendo la declaración de la renta el mismo día que vence y no nos cuadran los números.

El sonido se caracteriza por su frecuencia y su presión sonora. Las vibraciones mecánicas audibles poseen una frecuencia desde aproximadamente los 16 Hz (bajas frecuencias) hasta los 16.000 Hz (altas frecuencias). Fuera de este rango de frecuencias el sonido es inaudible y pasa a denominarse infrasonido y ultrasonido respectivamente. El ruido de fondo provoca en el operador distintas molestias, como son fatiga temprana, pérdida de la concentración y errores. Aunque no existe unanimidad de criterios, consideramos que para tareas de gran concentración en general (y esto es válido para todo tipo de tareas con carga mental importante y no sólo con ordenador) el ruido no debe rebasar los 60 dB(a), mientras que para las de menos concentración este límite pudiera extenderse hasta un máximo entre 65 y 70 dB(A). El criterio ISO, para este tipo de tareas, con ruidos de fondo constantes, propone que para el espectro audible el máximo no debe sobrepasar los 40 dB, mientras que para el ultrasonido el máximo lo sitúa en los 80 dB (recordemos que las pantallas de computador emiten ultrasonidos de 15 – 16 kHz).

Por otra parte, con el sonido se informa al operario de cuándo su máquina funciona correctamente o cuándo algo funciona mal; ésta, sin duda, es una magnífica fuente de información muchas veces única e insustituible, que para una persona ajena a la máquina podría ser un molesto ruido y no significar nada.

Timbres, campanas, sirenas

Los dispositivos informativos sonoros pueden ser timbres, campanas, chicharras, sirenas, etc..., y el lenguaje hablado.

Cuando son señales de alarma que transmiten la información urgente de forma rápida y clara, se manejan con un bit de información (sí – no) sin otras alternativas. Su significado debe ser conocido, al menos, por todos los operarios del lugar de trabajo. Acostumbra a estar relacionados con alarmas visuales para llamar más la atención por redundancia.

Las señales audibles de peligro son tratadas por la norma UNE EN 457. Está especialmente pensada para aquellos lugares en que existe un alto nivel de ruido ambiente, y pretendemos llamar la atención del operario de forma fiable sobre un peligro. Normalmente, se recomiendan unos niveles sonoros ponderados (A) superiores en 15 dB al ruido ambiente, cuando el lugar supera los 65 dB.

La sirena, el timbre y la campana, pueden ser alarmas, pero no siempre. La diferencia fundamental entre las alarmas e indicadores estriba en que éstos no llevan añadido el componente de urgencia, el resto de las características es el mismo. La información audible se puede resumir de la siguiente forma:

1. Es temporal
2. No requiere de una posición fija del trabajador
3. Resiste más la fatiga
4. Llama más la atención
5. Sólo se utiliza para alarmas o indicativos de un máximo de dos o tres situaciones con excepción de lenguaje hablado, que se utiliza para impartir instrucciones, etc.
6. Se puede utilizar en combinación con dispositivos visuales.
7. Su nivel de presión sonora debe estar 10 dB por encima del ruido de fondo.

El lenguaje hablado

La enorme riqueza del lenguaje hablado con frecuencia no está bien reconocida en el ámbito laboral. Sin embargo el habla ofrece posibilidades inalcanzables por otros medios en la comunicación personas: conversaciones, órdenes, instrucciones, alarmas, advertencias, orientaciones, explicaciones, conferencias, clases, informaciones. En el lenguaje hablado tienen una gran importancia el vocabulario utilizado, la pronunciación, la entonación, la modulación e la voz, la cadencia (velocidad), el nivel de presión sonora, el ruido de fondo del lugar y los gestos, las expresiones, los ademanes y los movimientos corporales que son acompañamiento redundante muy útil, cuando la persona que habla es visible por las personas que escuchan. Esto es: no puede ser el mismo lenguaje hablado cuando estamos “cara a cara”, que cuando hablamos por radio o amplificación o teléfono. En estos últimos casos la expresión hablada tiene que ser más enfática, clara y detallada por sí misma, al carecer de la rica ayuda de la expresión visual.

1.1.3 Dispositivos informativos táctiles (DIT)

La información táctil se origina en el estímulo generado por la textura, la forma y los contornos de la superficie de los objetos que entran en contacto con la piel. Desde el punto de vista laboral, la comunicación se efectúa

particularmente a través de las manos, los dedos y los pies, para comunicar al operario determinada información. La señal debe estar configurada de tal forma que permita detectar la presencia de un objeto, una pieza, o un dispositivo de mando (teclas, botones, palancas, pedales, volantes...), y de identificarlo por su forma, peso, posición en el espacio y resistencia, y a comprobar si responde a nuestra actuación correctamente.

Pero, además, el tacto interviene en las relaciones ambientales entre la persona y su entorno, produciéndole sensaciones agradables o desagradables en el contacto con sillas, mesas, cubiertos, vajillas, vasos, ropas, pomos de puertas y ventanas, llaves, y objetos en general.

A veces se pasa por alto la importancia y la calidad de los estímulos táctiles en las relaciones informativas que se establecen entre la persona y su puesto de trabajo, las cuales, pueden ser decisivas. Una superficie puede resultar agradable o desagradable al tacto y el individuo tendrá esto en cuenta, aunque generalmente de forma inconsciente, según el grado de importancia del estímulo táctil dentro del conjunto de tipos de estímulos que en tal situación recibe, la frecuencia, etc.

Como es sabido, en muchas ocasiones el rechazo será inconsciente, pero se manifestará sin duda alguna, aunque de diferentes maneras, según la actividad. Está claro que, cuando la actividad es de esparcimiento, y por lo tanto abandonable o sustituible por otra a voluntad, la posibilidad de marcharse cuando hay insatisfacción es mayor, pero el que sea soportable o tenga que ser “soportable” debido a que se trata de una tarea laboral, no se quiere decir que no disminuya la calidad y/o cantidad de la misma, o sea, la satisfacción de la persona con su puesto de trabajo.

La palma de la mano y la yema de los dedos son áreas del cuerpo altamente sensible y frecuente al tacto, y que los receptores de diversos tipos corpúsculos táctiles de Pacini, Meissner, Krause son muy abundantes en la yema de los dedos. El tacto permite reconocer la forma, la textura, la resistencia a la presión..., de una superficie, que el sistema nervioso evalúa como agradable o desagradable, con más o menos presión..., de una superficie, que el sistema nervioso evalúa como agradable o desagradable, con más o menos precisión, en función de los intervalos de sensaciones complejas que provocan el estímulo al contacto con la superficie de los dedos.

Los dispositivos informativos táctiles (DIT) generalmente se utilizan para identificar controles en lugares con baja iluminación, cuando hay gran densidad de controles, o como estímulos redundantes en controles muy importantes para incrementar la fiabilidad del sistema, o para trabajadores ciegos.

Naturalmente que los estímulos táctiles no solo son utilizados en mandos o controles; un buen ejemplo es la escritura Braille para ciegos, que en un uso inicial estrictamente limitado o algunos pocos textos ya han comenzado a extenderse en productos de mercado cuyas etiquetas los identifican también mediante éste lenguaje táctil, gracias al cual se crea un plus de información que permite una identificación más fiable a videntes e invidentes.

2. RELACIONES DIMENSIONALES

La información táctil se origina en el estímulo generado por la textura, la forma y los contornos de la superficie de los objetos que entran en contacto con la piel. Desde el punto de vista laboral, la comunicación se efectúa particularmente a través de las manos, los dedos y los pies, para comunicar al operario determinada información. La señal debe estar configurada de tal forma que permita detectar la presencia de un objeto, una pieza, o un dispositivo de mando (teclas, botones, palancas, pedales, volantes...), y de identificarlo por su forma, peso, posición en el espacio y resistencia, y a comprobar si responde a nuestra actuación correctamente.

Pero, además, el tacto interviene en las relaciones ambientales entre la persona y su entorno, produciéndole sensaciones agradables o desagradables en el contacto con sillas, mesas, cubiertos, vajillas, vasos, ropas, pomos de puertas y ventanas, llaves, y objetos en general.

A veces se pasa por alto la importancia y la calidad de los estímulos táctiles en las relaciones informativas que se establecen entre la persona y su puesto de trabajo, las cuales, pueden ser decisivas. Una superficie puede resultar agradable o desagradable al tacto y el individuo tendrá esto en cuenta, aunque generalmente de forma inconsciente, según el grado de importancia del estímulo táctil dentro del conjunto de tipos de estímulos que en tal situación recibe, la frecuencia, etc.

Como es sabido, en muchas ocasiones el rechazo será inconsciente, pero se manifestará sin duda alguna, aunque de diferentes maneras, según la actividad. Está claro que, cuando la actividad es de esparcimiento, y por lo tanto abandonable o sustituible por otra a voluntad, la posibilidad de marcharse cuando hay insatisfacción es mayor, pero el que sea soportable o tenga que ser “soportable” debido a que se trata de una tarea laboral, no se quiere decir que no disminuya la calidad y/o cantidad de la misma, o sea, la satisfacción de la persona con su puesto de trabajo.

La palma de la mano y la yema de los dedos son áreas del cuerpo altamente sensible y frecuente al tacto, y que los receptores de diversos tipos corpúsculos táctiles de Pacini, Meissner, Krause son muy abundantes en la yema de los dedos. El tacto permite reconocer la forma, la textura, la resistencia a la presión..., de una superficie, que el sistema nervioso evalúa

como agradable o desagradable, con más o menos presión..., de una superficie, que el sistema nervioso evalúa como agradable o desagradable, con más o menos precisión, en función de los intervalos de sensaciones complejas que provocan el estímulo al contacto con la superficie de los dedos.

Los dispositivos informativos táctiles (DIT) generalmente se utilizan para identificar controles en lugares con baja iluminación, cuando hay gran densidad de controles, o como estímulos redundantes en controles muy importantes para incrementar la fiabilidad del sistema, o para trabajadores ciegos.

Naturalmente que los estímulos táctiles no solo son utilizados en mandos o controles; un buen ejemplo es la escritura Braille para ciegos, que en un uso inicial estrictamente limitado o algunos pocos textos ya han comenzado a extenderse en productos de mercado cuyas etiquetas los identifican también mediante éste lenguaje táctil, gracias al cual se crea un plus de información que permite una identificación más fiable a videntes e invidentes.

2.1 ANTROPOMETRÍA

El principio ergonómico fundamental y que debe regir en todas nuestras intervenciones es el adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa; Para lograr esto se deben cumplir con las leyes del trabajo y una de ellas establece que las relaciones dimensionales entre los espacios, los accesorios, la ropa y los objetos en general se deben ajustar a las necesidades antropométricas, por que si esto no es así estamos en riesgo, un ejemplo típico:

Un niño de aproximadamente 4 años se sienta en un silla del Transmilenio, Ustedes creen que él se puede mantener en equilibrio y esta confortable? O sencillamente sus pies quedan colgando y su pequeño cuerpo se pierde en la inmensa silla.

Muchos podrían ser los ejemplos en los cuales se establecer que las relaciones dimensionales no se ajustan a nuestras necesidades, pero el objetivo no es solamente ese, el verdadero objetivo es que identifiquemos los factores que intervienen en forma positiva en el sistema ergonómico y así en un futuro planteemos soluciones que nos lleven a cumplir el principio ergonómico.

La antropometría debe estar en función de las necesidades, y buscar el confort en los contextos, según Mondelo existen muchas máquinas en que sólo se tienen en cuenta las funciones que ésta debe desempeñar y se olvidan del factor Humano es así que se diseña para cortar, taladrar, moler,

pulir, comprimir, golpear, trasladar, mientras el hombre está absolutamente “esclavo” de la tarea.

De forma tal que los trabajadores a veces tienen que moverse como pueden, en espacios totalmente agresivos para sus cuerpos y mentes, adoptando posturas aberrantes, ajustándose a la máquina, golpeándose, rozándose, retorciéndose y realizando esfuerzos excesivos. ver foto1.



Foto 1

Según Modelo* hay tres principios ergonómicos que se deben tener en cuenta en el sistema Ergonómico:

- El primer principio es la Persona como el elemento más importante de cualquier proyecto de concepción o rediseño, y la obligación de mantener el referente humano en todas y cada una de las etapas del proyecto, o sea, desde la conceptualización hasta la retirada.
- El segundo principio es diseñar correctamente el puesto y el trabajo, es decir, adaptarlo a los segmentos corporales relevantes del grupo de operarios que debe intervenir, considerando alcances, tiempos de reacción, esfuerzos, momentos, cadencias, etc., admitiendo que la variable persona es flexible pero frágil.
- El tercer principio la persona nunca debe ser dañada por su actividad dentro de un sistema, ni siquiera con molestias psicológicas.

Los seres humanos necesitamos de estímulos y cambios, muchas veces no estamos confortables en un lugar específico, estamos diseñados para el movimiento, por lo que es imprescindible que cambie continuamente de postura, incluso cuando descansamos. No hay posturas buenas durante mucho tiempo. Sin duda, el mejor diseño de puesto de trabajo es aquel que le da mayor libertad a la persona para modificar su postura cada vez que lo desee sin abandonar ni perjudicar la tarea que esté realizando y si la abandona que sea para descansar y recuperarse.

Pero que tiene que ver la antropometría con lo anteriormente descrito; pues mucho ya que la antropometría es a ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, y estas son las que deben primar en los diseños de puestos de trabajo, junto con los movimientos y tiempos, para así proporcionar espacios confortables.

INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA

Las diferencias antropométricas se hacen más evidentes entre etnias, países y hasta entre regiones. Por razones genéticas, de alimentación, climáticas..., que no entraremos a analizar, el ser humano posee características diferenciales que se manifiestan de formas más o menos acentuadas. De ahí que cuando pretendamos utilizar tablas de información antropométrica ajenas a la población para la cuál necesitamos diseñar un puesto de trabajo, haya que tener en cuenta que su aplicación no garantiza en modo alguno el éxito de nuestro diseño. Un esquimal no puede representar físicamente a un senegalés, a un español o a un sueco. Por supuesto no vamos a dedicar ni una línea a explicar que es una montería lo que en ocasiones se ha escrito que es posible determinar las dimensiones del cuerpo humano a partir de la estatura; al menos en ergonomía eso no vale, ya que para el correcto diseño de PP.TT. siempre nos apoyaremos en los segmentos corporales relevantes para el caso.

Así pues la utilización de información antropométrica no autóctona, ante la ausencia de información de la población para la cual se diseña, constituye un elevado riesgo si no se tienen en cuenta importantes aspectos (desgraciadamente los resultados negativos de esta aplicación equivocada abundan). Sólo citaremos dos ejemplos: los bancos de muchos parques, donde un elevado número de personas pueden apoyar sus espaldas porque los respaldos están muy distantes, y los asientos de algunos vagones de metro y autobuses, en los que a muchas personas, generalmente mujeres, no se les llegan los pies al suelo y tienen que “bailar ballet en puntas” para no ser proyectadas frontalmente cuando el vehículo frena o inicia la marcha.

Por lo mismo, y con más motivo, debemos estar alertas sobre la aplicación de valores contenidos en manuales en los que se sugiere, por ejemplo, que la altura del asiento debe ser de 43.5 cm; entre 36 – 45 cm; 41-46 cm; 36 – 46

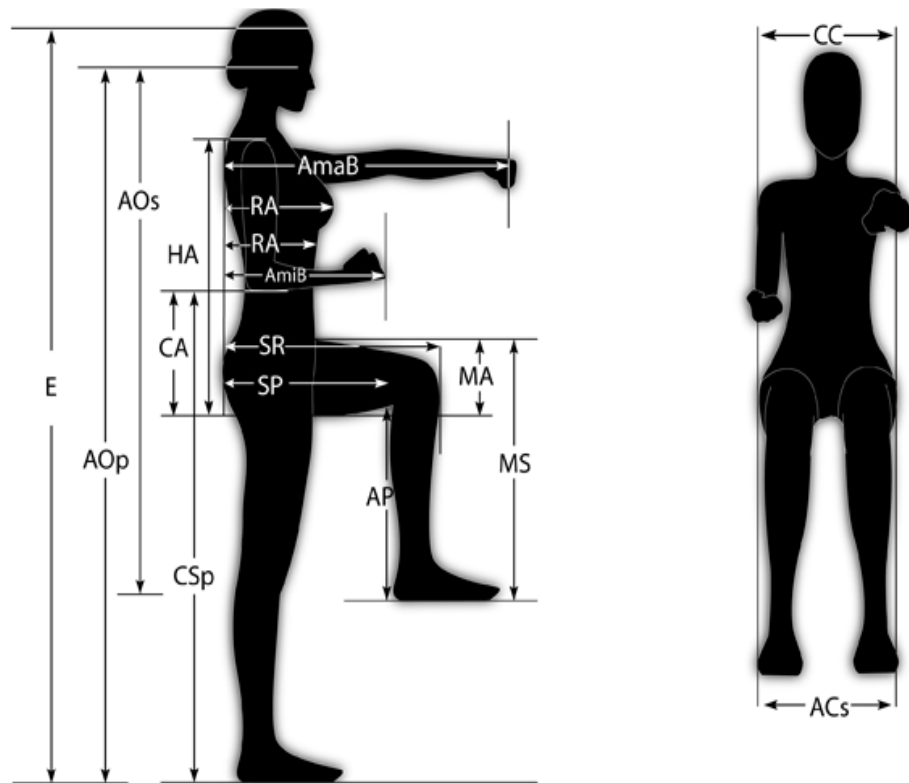
cm; 40 – 41cm; etc. Estos valores que hemos citado son ejemplos reales tomados de diferentes fuentes. ¿Por qué no debemos creer, por ejemplo, que el asiento debe estar a una altura del suelo de 40 – 41cm?. Sencillamente porque no es cierto, ni la explicación que nos da el autor tiene credibilidad. Él dice que es el valor que propone teniendo en cuenta la bibliografía internacional. Cuidado, porque el hombre internacional no existe.

Si hubiésemos aceptado este valor recomendado habríamos cometido un importante error, al menos en dos fábricas barcelonesas donde trabajan un total de 120 mujeres, ya que, después de haber efectuado un gran número de mediciones y calculado estadísticamente los valores para sillas de altura ajustable, la altura mínima del asiento que propusimos para ambas fábricas fue de 34 cm y la máxima 40,5 cm (redondeado a 41). Es decir, el asiento debía desplazarse al menos 6,5 cm a partir del 34 cm del suelo. Dicho de una manera más clara: si hubiésemos aplicado los consejos de algunas citas bibliográficas (108 mujeres) les colgarían las piernas y no podrían apoyar los pies en el suelo, lo cual, al cabo de unos pocos años, habría provocado al menos, serios trastornos circulatorios. Quizás puede parecer un ejemplo irreal sacado de la manga, pero es un caso absolutamente verídico y desafortunadamente verídico y desafortunadamente cotidiano y muy fácil de comprobar.

De manera que si carecemos de información antropométrica de la población para la cual necesitamos diseñar puestos de trabajo, debemos ser muy cautelosos con la información ajena y con las recomendaciones bibliográficas, vengan de donde vengan, por que quienes recomiendan no poseen información de la población específica para la cuál queremos diseñar, o en el caso más común provienen de una traducción de un manual. Seguramente el autor del original se quedará atónito si viera la utilización mimética de sus datos en otra población ajena al estudio.

DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS

Las dimensiones del cuerpo humano son numerosas, pero para diseñar un puesto de trabajo específico sólo se deben tener en cuenta las necesarias para el mismo. Por ejemplo, para diseñar un puesto sentado de video determinante no se utiliza en ningún momento la estatura, por lo que sería absurdo tenerla en cuenta y perder tiempo y dinero midiéndola. Esta dimensión no es relevante para ese puesto de actividad, aunque sí para otros, como es la altura de la puerta de un vagón de metro: mientras que para el diseño del puesto de video terminales son imprescindibles entre otras, la altura ojos – suelo, sentado el trabajador, y la altura de codos – suelo, sentado el trabajador, que se denominarían dimensiones relevantes, relacionadas siempre, además, con el tipo de tarea que se deban desarrollar en esos puestos de actividad.



Dimensiones Antropométricas

ALGUNAS DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS MÁS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO:

1. Sentado y de pie, de perfil
2. Sentado de frente

Es por ello que antes de comenzar a efectuar las mediciones se deben analizar con rigor las medidas antropométricas que se quieran tomar, pues su cantidad guarda relación con la viabilidad económica del estudio, mientras que si obvia una medida relevante para un diseño, su carencia hará imposible una solución satisfactoria.

En la figura anterior se ofrece una relación de algunas de las medidas antropométricas más utilizadas para el diseño de puestos de trabajo y las posiciones y posturas para sus tomas de perfil se recomienda tomar el lado derecho del sujeto.

Una relación de medidas antropométricas más completa, y de gran ayuda en el diseño de PP.TT., es la siguiente:

1. Altura poplítea (AP)
2. Distancia sacro – poplítea (SP)
3. Distancia sacro – rótula (SR)
4. Altura muslo – asiento (MA)
5. Altura muslo – suelo (MS)
6. Altura rodillas – suelo (RS)
7. Altura codo – asiento (CA)
8. Alcance mínimo del brazo hacia delante con agarre (AmínBa)
9. Alcance mínimo el brazo hacia delante sin agarre (AmínB)
10. Distancia codo. Mano (CM)
11. Alcance máximo del brazo hacia delante con agarre (AmáxBa)
12. Alcance máximo del brazo hacia delante sin agarre (AmáxB)
13. Altura ojos – suelo, sentado (OSs)
14. Altura hombros – asiento (HA)
15. Anchura de caderas (muslos), sentado (CdCd)
16. Ancho de rodillas, sentado (RRs)
17. Altura subescapular (AS)
18. Altura iliocrestal (AI)
19. Ancho codo – codo (CC)
20. Profundidad del pecho (PP)
21. Profundidad del abdomen (PA)
22. Anchura de hombros (HH)
23. Altura hombros – suelo, de pies (HSp)
24. Altura codo – suelo, pie (CSp)
25. Altura ojos – suelo, de pie (OSp)
26. Ancho de tórax (AT)
27. Estura (E)

Otras dimensiones:

28. Largo del pie (LP)
29. Ancho del pie (AP)
30. Longitud de la mano (LM)
31. Ancho de la mano desde el metacarpio (AMm)
32. Ancho de la mano desde el pulgar (AMp)
33. Espesor de la mano desde el tercer metacarpio (EMm)
34. Profundidad de la cabeza (PC)
35. Ancho de la cabeza (AC)

Además: sexo, peso, superficie corporal, fuerzas a desarrollar, etc.

MÉTODOS DE MEDICIÓN E INSTRUMENTOS

Los estudios antropométricos a partir de imágenes fotográficas y de video generalmente habían tropezado con la inexactitud y la poca precisión de los resultados, actualmente con las nuevas tecnologías esos errores se han subsanado, y además, los tiempos de las tomas y posteriores mediciones con imágenes son considerados menores que los tiempos de las mediciones a mano, más cómodos y permiten acumular grandes volúmenes de información en tiempos razonablemente breves.

Esta inexactitud se debe a las diferentes aberraciones que introducen las lentes en las imágenes y a la poca precisión que permiten las pequeñas imágenes en las pantallas y fotografías (los equipos más precisos y exactos son muy caros). Sin embargo, como ventaja, se necesitan menos personas en las tareas de tomas y mediciones (una persona para las tomas y otra para efectuar las mediciones sobre las fotografías o sobre las pantallas del ordenador, que puede ser la misma). Las mediciones a mano continúan siendo las más fiables (los resultados son más exactos y la precisión mucho mayor), a pesar de que exigen más trabajo, tiempo y un equipo de varias personas.

Instrumentos para medir a mano

Los instrumentos para efectuar las mediciones a mano son varios:

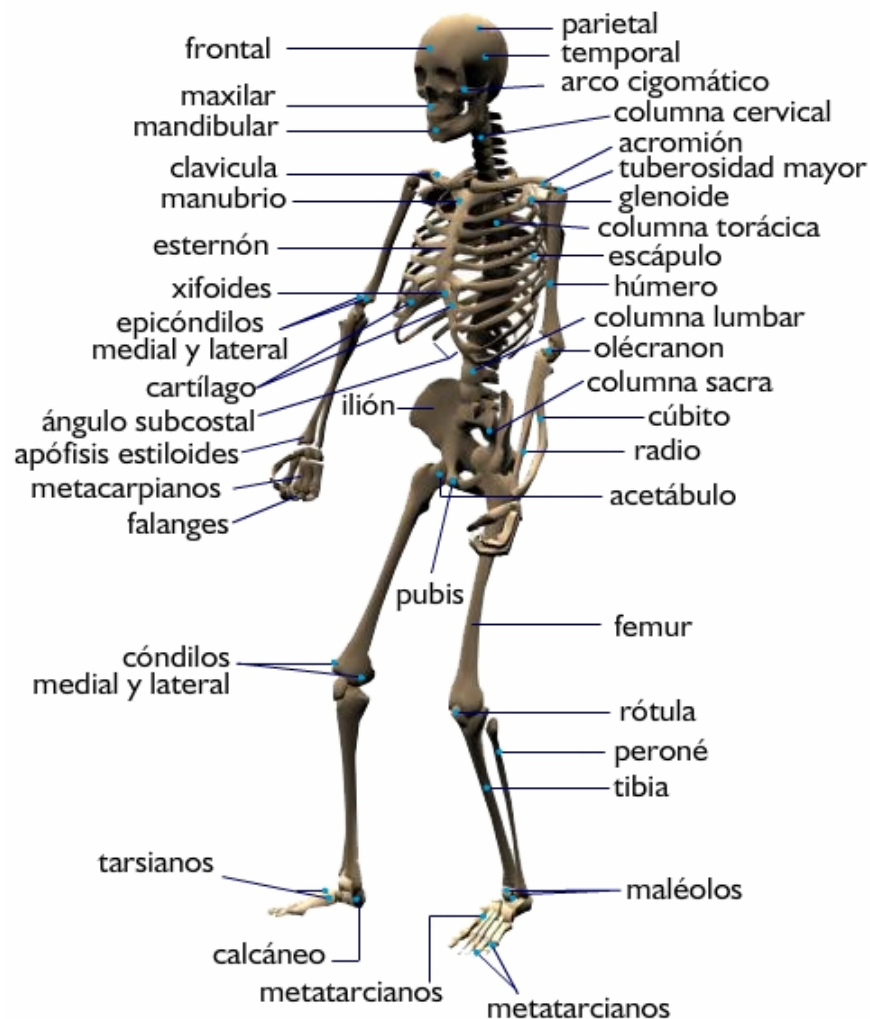
1. **Antropómetro:** es un pie de rey gigante, de tamaño proporcional al cuerpo humano.
2. **Estadiómetro:** se utiliza para medir la estatura.
3. **Cinta métrica convencional y cartabones:** son buenos instrumentos y fiables si son bien utilizados cuando se carece de antropómetro.
4. **Plano vertical:** se utiliza como fondo y respaldo del sujeto que permite establecer una referencia en mediciones tanto de pie como sentado.
5. **Balanza clínica:** se utiliza para obtener el peso del sujeto.
6. **Silla antropométrica:** se utiliza para la toma de medidas del sujeto sentado. Consiste en una silla, nada cómoda, con asiento perfectamente paralelo al suelo y respaldo en plano perpendicular que forme un ángulo recto con el asiento, con una altura desde el asiento hasta sobrepasar algo la cabeza del sujeto sentado más alto. Las superficies del asiento y del respaldo deben ser planas, duras, rígidas. Fáciles de limpiar y desplazarse mediante algún mecanismo, como se explica a continuación:
 - El asiento podrá desplazarse verticalmente para variar su altura del suelo, desde un mínimo hasta un máximo, dentro de un intervalo determinado durante su diseño a partir de las características antropométricas de la población que se quiera medir.

- El respaldo se podrá desplazar horizontalmente dentro de un intervalo determinado que permita modificar su profundidad en relación con el borde del asiento.
- Se puede disponer un apoyabrazos de altura variable al lado derecho de la silla.
- La silla debe ser instalada sobre un suelo totalmente a nivel.

PUNTOS ANTROPOMÉTRICOS

Los puntos antropométricos son necesarios como referencias para la toma de mediciones. Son muy útiles cuando son localizables visualmente y/o al tacto. A continuación se relacionan los que generalmente son más importantes:

1. **Depresión poplítea:** es la superficie triangular del poplíteo limitada por la línea oblicua de la tibia.
2. Protuberancia superior del códilo exterior del fémur: es la extremidad inferior del fémur, códilo exterior en la cara lateral externa.
3. **Protuberancia mayor del muslo:** es el punto más alto del muslo a nivel inguinal, si se toma como referencia al pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica.
4. **Ángulo inferior de la escápula:** es el ángulo inferior formado por los bordes externo e interno del omóplato.
5. **Espina ilíaca superior:** es la extremidad anterior de la cresta ilíaca.
6. **Vértex:** es el punto más alto en la línea sagital cuando la cabeza está orientada en el plano de Frankfort.
7. **Apófisis acromial:** es el punto más lateral y superior de la apófisis acromial del omoplato.
8. **Cresta ilíaca:** es el bode superior sinuoso del hueso ilíaco; su extremidad anterior recibe el nombre de espina ilíaca anterior y posterior, y la extremidad posterior se denomina espina ilíaca posterior superior.



Puntos antropométricos

DEFINICIONES DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS Y MÉTODO PARA EFECTUAR SUS MEDICIONES

La bibliografía aborda este tema con determinadas variantes, por lo que debe tenerse especial cuidado al tomar datos de la información de referencia. En este caso se encuentra, por ejemplo, la profundidad del abdomen, que algunos autores pueden definir como la distancia horizontal medida desde la espalda hasta el punto más adelantado del abdomen. Nosotros, a efectos prácticos, recomendamos la medición de la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del abdomen, pues consideramos que más que el espesor del cuerpo, lo que interesa realmente para diseñar un puesto de trabajo es determinar la limitación del sujeto para acceder con sus brazos a los puntos

mas alejados y más cercanos frente a él. Las definiciones de las siguientes dimensiones y su método de medición responden a este criterio.

1. **Altura poplítea (AP):** es la distancia vertical medida desde el suelo hasta el punto más alto de la depresión poplítea, estando el individuo sentado con ambos pies apoyados de forma plana sobre el suelo y el borde anterior del asiento no ejerciendo presión en la cara posterior del muslo (los muslos tienen que estar en posición horizontal formando un ángulo de 90°). Se sitúa el antropómetro haciendo contacto con el plano del suelo y el extremo de la rama móvil, en contacto con el punto más alto de la depresión poplítea, cuidado de mantener el instrumento vertical y paralelo al plano medio sagital del cuerpo.
2. **Distancia sacro – poplítea (SP):** es la distancia horizontal medida desde el punto correspondiente a la depresión poplítea de la pierna, hasta el plano vertical situando en la espalda del individuo, cuando tiene el muslo en posición horizontal y formando un ángulo de 90° con las piernas y el tronco. Se sitúa el extremo del antropómetro haciendo contacto con el plano vertical y se coloca la rama móvil e la depresión poplítea, y se verifica que la rama esté en contacto con la cara posterior del muslo.
3. **Distancia sacro-rótula (SR):** es la distancia horizontal medida desde el punto correspondiente al vértice de la rótula hasta el plano vertical situado en la espalda del individuo, cuando éste tenga su muslo en posición horizontal y formando un ángulo de 90° con las piernas y el tronco. La técnica para su medición es la misma que para la distancia sacro – poplítea, pero alargando la rama móvil hasta la rótula del individuo.
4. **Altura muslo – asiento (MA):** es la distancia vertical desde el punto más alto del muslo a nivel inguinal, tomando como referencia el pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica, y el plano horizontal del asiento al estar el individuo sentado, con un ángulo de 90° entre el tórax y el muslo. Se coloca la rama móvil del antropómetro sobre el muslo, sin presionar, en el punto identificado; la parte fija del antropómetro se situará en el plano del asiento.
5. **Altura muslo – suelo (MS), sentado:** es la distancia vertical medida desde el punto más alto del muslo a nivel inguinal, tomando como referencia el pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica, y el plano horizontal del suelo al estar el individuo sentado, con un ángulo de 90° entre el tórax y el muslo. Se sigue el mismo proceso que la medida anterior, cambiando la posición del extremo fijo

del instrumento, que ahora se situará en el plano del suelo; la rama móvil continuará en el punto identificativo sobre el muslo.

6. **Altura rodillas – suelo (RS), sentado:** es la distancia vertical medida desde el punto más alto de la rodilla y el plano horizontal del suelo al estar el individuo sentado, con un ángulo de 90° entre el tórax y el muslo. Se sitúa el antropómetro haciendo contacto con el plano de la superficie del suelo en posición vertical y la rama móvil haciendo contacto con el punto más alto de la rodilla.
7. **Altura codo – asiento (CA):** es la distancia medida desde el plano del asiento hasta la depresión del codo, cuando el sujeto tiene su brazo paralelo a la línea del tronco y el antebrazo formando un ángulo aproximadamente de 90° . Se sitúa el antropómetro haciendo contacto con el plan de la superficie del asiento en posición vertical y la rama móvil haciendo contacto con al depresión del codo.
8. **Alcance mínimo del brazo hacia delante con agarre (AmínBa):** es la distancia horizontal medida desde el respaldo del asiento hasta el eje vertical que se produce en la mano con el puño cerrado u sosteniendo un eje, cuando el individuo tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formado un ángulo igual o un poco menor de 90° con el brazo, posición cómoda. En posición PAA, agarrando un eje con el antebrazo sin modificar la posición vertical, y verificando la perpendicularidad con el brazo y el paralelismo con el suelo.
9. **Alcance mínimo del brazo hacia delante sin agarre (AmínB):** igual que con agarre, pero con los dedos unidos extendidos hacia delante. La distancia se mide hasta la punta de los dedos.
10. **Distancia codo – mano (CM):** es la distancia horizontal medida desde el codo hasta la punta de los dedos con la mano abierta, cuando el individuo tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo igual o un poco menor de 90° con el brazo; en posición cómoda.
11. **Alcance máximo del brazo hacia delante con agarre (AmáxBa):** es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos, hasta el eje vertical que se produce en la mano con el puño cerrado, cuando el individuo tiene su brazo extendido. La medición se realiza con la misma preparación que para la medida del alcance mínimo; por ello pediremos al individuo que extienda todo el brazo, y verificaremos los 90° en los sentidos vertical

y horizontal. La distancia entre el plano vertical y el eje sujeto será el alcance máximo.

12. **Alcance máximo del brazo hacia delante sin agarre (AmáxB):** es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos, hasta la punta de los dedos unidos con la mano abierta y el brazo hacia delante.
13. **Altura ojo – suelo, sentado (OSs):** se coloca un cartabón sobre el plano vertical de tal forma que la rama del cartabón esté a la altura de la pupila del ojo. La rama fija del antropómetro se sitúa en el plano del suelo, y se alarga la móvil hasta la superficie inferior del cartabón.
14. **Altura hombros – asiento (HA):** es la distancia vertical medida desde la superficie del asiento hasta el punto equidistante del cuello y el acromión, cuando el individuo se encuentra sentado con el tórax perpendicular al plano del asiento. Se mide con la rama fijo del antropómetro situada perpendicularmente sobre el plano del asiento y la móvil sobre la superficie del hombro, vigilado que tenga los hombros en contacto con el plano vertical.
15. **Anchura de caderas (muslos), sentado (CdCd):** es la distancia horizontal que existe entre los músculos, encontrándose el sujeto sentado con el tórax perpendicular al plano de trabajo. Una vez localizado con los dedos los huecos de las caderas, se colocan las ramas del antropómetro sobre las crestas ilíacas, sin presionar, y se suben y bajan hasta encontrar el valor máximo del diámetro, manteniendo el instrumento en posición horizontal.
16. **Ancho de rodillas, sentado (RRs):** es la distancia horizontal que existe entre los puntos más exteriores de las rodillas, encontrándose la persona sentada con el tórax perpendicular al plano de trabajo. Se mide localizado con los dedos las protuberancias externas de las rodillas, se colocan las ramas de antropómetro sobre las mismas, sin presionar, y se suben y bajan hasta encontrar el valor máximo de la distancia, manteniendo el instrumento en posición horizontal.
17. **Altura subescapular, sentado (AS):** es la distancia vertical medida desde el ángulo inferior de la escápula hasta el plano del asiento, cuando el sujeto está en PAA modificada. Para su medición se coloca el extremo del antropómetro verticalmente en contacto con el plano del asiento y paralelo al plano medio sagital del cuerpo, y la rama móvil en contacto con el borde inferior de la escápula.
18. **Altura iliocrestal, sentado (AI):** es la distancia vertical desde la espina ilíaca anterior y superior hasta el plano del asiento, cuando la

persona está en PAA modificada. Para su medición se coloca el extremo de antropómetro verticalmente en contacto con el plano del asiento y paralelo al plano medio sagital del cuerpo y la rama móvil en contacto con la espina ilíaca anterior y superior.

19. **Ancho codo – codo: (CC):** es la distancia horizontal medida entre los codos, encontrándose el individuo sentado con los brazos colgando libremente y los antebrazos doblados sobre los muslos. El medidor se situará por detrás del individuo colocando las ramas del antropómetro en la superficie exterior de los codos y, sin ejercer presión, lo subirá y lo bajará horizontalmente hasta detectar el valor máximo.
20. **Profundidad del pecho (PP):** es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del pecho. Se mide con la espalda del individuo apoyada sobre el respaldo o el plano vertical, en una posición relajada, y tomando la distancia desde el plano más alejado por el pecho.
21. **Profundidad del abdomen (PA):** es la distancia horizontal medida desde el punto vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del abdomen. Se mide con la espalda del individuo apoyada sobre el plano vertical, en una posición relajada, y tomando la distancia desde el punto vertical hasta el plano más alejado por el abdomen.
22. **Anchura de hombros (HH):** distancia horizontal máxima que separa a los músculos deltoides. El medidor se situará por detrás del individuo colocando las ramas del antropómetro en la superficie exterior de los hombros y, sin ejercer presión, lo subirá y lo bajará horizontalmente hasta detectar el valor máximo.
23. **Altura hombro – suelo, de pie (HSp):** distancia vertical medida desde la superficie del suelo hasta un punto equidistante del cuello y el acromiión, cuando el individuo se encuentra en posición PAA. Se mide con la rama fija del antropómetro situada perpendicularmente al plano del suelo y la móvil sobre la superficie del hombro, vigilando que mantenga los hombros en contacto con el plano vertical.
24. **Altura codo – suelo de pie (CSp):** es la distancia medida desde el suelo hasta la depresión del codo cuando el sujeto, de pie y en posición PAA, tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo aproximado de 90°. Al igual que la altura del codo sentado, se extiende la rama móvil hasta la depresión del codo, manteniéndola fija y perpendicular sobre el plano del suelo.

25. **Altura ojos – suelo, de pie (Osp):** es la distancia vertical desde el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila del ojo hasta la superficie del suelo, cuando la persona está en posición PAA. En posición PAA se coloca un cartabón sobre el plano vertical para señalar la altura de la pupila. La rama fija del antropómetro se situará perpendicular sobre el plano del suelo y la móvil en la superficie inferior del cartabón.
26. **Ancho de tórax (AT):** Es la distancia horizontal del ancho del tórax medido en la zona más externa de los pechos donde se encuentran con los brazos, con el sujeto en PAA, los brazos descansando normalmente a ambos lados del cuerpo y respirando con normalidad. Se mide situando en los puntos señalados los brazos del antropómetro dispuesto horizontalmente.
27. **Estatura (E):** es la altura máxima desde la cabeza hasta el plano horizontal de la base del estadiómetro o del suelo, con la persona en posición de atención antropométrica (PAA). Su medición se realiza haciendo coincidir la línea media sagital con la del instrumento, bajando la pieza móvil hasta colocarla en contacto con la cabeza y presionando ligeramente.

2.2 BIOMECÁNICA

Mecánica y biomecánica

Para el estudio y análisis del movimiento humano se aplica los principios de mecánica y la biomecánica en el cuerpo humano. La mecánica se utiliza en el estudio de fuerzas y sus efectos, mientras que la biomecánica se aplica en la aplicación de los principios de la mecánica, la anatomía, la antropometría, y la fisiología, para analizar a la persona tanto en movimiento como en reposo.

En otras palabras, podríamos adelantar una definición de la biomecánica como la ciencia que aplica las leyes del movimiento mecánico en los sistemas vivos, especialmente en el aparato locomotor, que intenta unir en los estudios humanos la mecánica en el estudio de la anatomía y de la fisiología, y que un gran abanico de sectores a analizar desde estudios teóricos del comportamiento de segmentos corporales a aplicaciones prácticas en el transporte de cargas. Al analizar el movimiento en la persona, la biomecánica trata de evaluar la efectividad en la aplicación de las fuerzas para asumir os objetivos con el menor coste para las personas y la máxima eficacia para el sistema productivo.

Ahora bien, un estudio completo de las fuerzas presentes en un cuerpo en movimiento es un problema complejo que no puede quedarse solo en el aspecto biomecánico lato, ya que el movimiento del cuerpo se realiza con la

participación (con una alta implicación) de los sistemas nervioso y cardiovascular, y una colaboración, en mayor o menor medida, del resto de los sistemas del organismo.

Un examen elemental del sistema muscular permite comprobar que las fibras musculares no están dispuestas de la misma forma. La estructura interna de los músculos determina la fuerza que pueden producir, así como la distancia sobre la que pueden contraerse. El resultado de una contracción muscular depende además de los puntos de unión de un músculo sobre el segmento óseo del esqueleto, ya sea en el ángulo con el que el músculo ejerce una tracción sobre una palanca ósea sirve para establecer sus componentes de rotación y tracción.

Por otro lado, debemos considerar el punto de aplicación, o sea, la distancia entre el punto donde un músculo está unido a un hueso y el eje articular, lo cual determina el valor del momento de la fuerza que puede producirse. Cuando dos o más músculos actúan sobre un mismo hueso, el resultado final de la fuerza desarrollada por cada músculo depende de sus ángulos de tracción y de sus posiciones con respecto al eje articular.

TERMINOLOGÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS

La mecánica se puede dividir en dos partes: la estática y la dinámica. La estática estudia los cuerpos en equilibrio, en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme (este estado resulta de la anulación de las fuerzas y momentos que actúan sobre los cuerpos), mientras que la dinámica se interesa por los cuerpos en movimiento y comprende la cinética y la cinemática.

La cinética tiene como objeto de estudio los cuerpos en movimiento, y las fuerzas que lo producen, mientras que la cinemática estudia las relaciones entre desplazamientos, velocidades y aceleraciones en los movimientos de traslación y rotación; por tanto, describe los movimientos por ellos mismos sin tener en cuenta las fuerzas que los causan. Podríamos tipificarla como a la ciencia del movimiento.

Uno de los conceptos básicos en mecánica es la fuerza. Esta puede representar como el resultado de interacción entre dos cuerpos. Existen interacciones a distancia y otras por contacto. El peso de un cuerpo, interacción entre la tierra y el cuerpo, representa interacción a distancia. Por el contrario, la fuerza ejercida en una mesa por un destornillador que se deposita en ella representa una interacción por contacto.

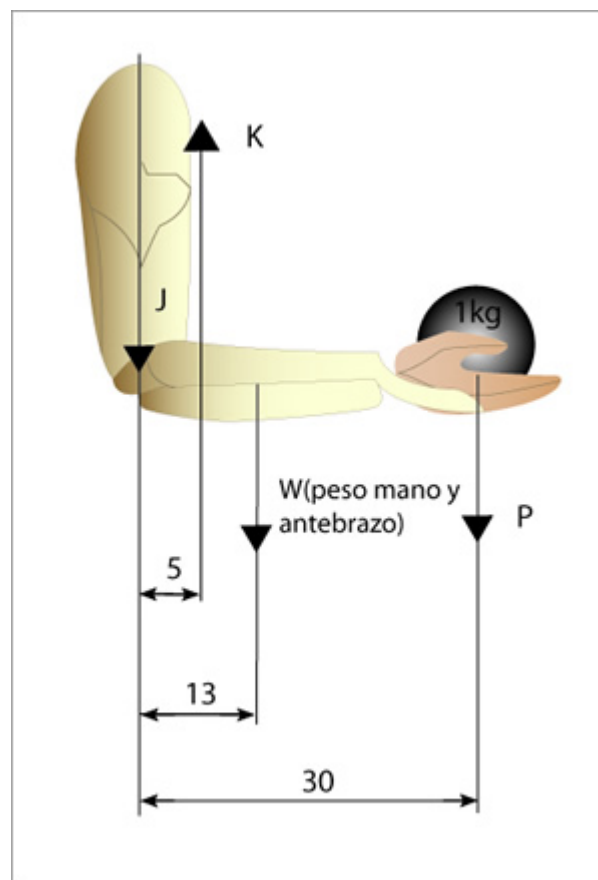
Para obtener la descripción completa de una fuerza, independientemente de la cual sea la naturaleza que origina, se debe conocer, además, la línea de

acción. Como el efecto es diferente, según se empuje o se tire, el sentido de la acción se convierte en un parámetro esencial en el análisis.

Finalmente, el último factor significativo que se debe determinar es el punto de aplicación de la fuerza.

Las cuatro características de una fuerza son, pues, magnitud, línea de acción o dirección, sentido y punto de aplicación. Describir una fuerza completamente es conocer estas cuatro variables.

Por lo tanto, si se quiere obtener una representación completa de la aplicación de una fuerza en una parte del cuerpo humano, por ejemplo en el antebrazo, se deberá precisar su magnitud, su punto de aplicación, su línea de acción y su sentido, ya que toda variación de uno de estos elementos produce efectos diferentes sobre el antebrazo.



Cálculo de fuerzas.

CÁLCULO DE FUERZAS

- EJEMPLIFICADO SIN SUJETAR NADA EN LA MANO
- SOSTENIENDO UNA BOLA DE 1KG.

TIPOS DE MOVIMIENTOS DE LOS MIEMBROS DEL CUERPO

Algunos de los movimientos que hacemos con los brazos, las piernas y otros miembros se consideran básicos. Enumeremos parte de estos movimientos con su denominación en biomecánica:

- **Posición de referencia anatómica:** es aquella a partir de la cual se miden los movimientos articulares.
- **Flexión:** consiste en doblarse o disminuir el ángulo entre las partes del cuerpo, movimiento en el que un segmento corporal se desplaza en un plano sagital respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento corporal adyacente.
- **Extensión:** consiste en enderezarse o aumentar el ángulo entre las partes del cuerpo, movimiento sagital respecto a un eje transversal tal que desde una posición de flexión, se vuelve a la posición de referencia anatómica o se sobrepasa.
- **Aducción:** consiste en acercarse a la línea media del cuerpo, movimiento que se realiza en un plano frontal, en derredor de un eje antero – posterior, que aleja el segmento de la línea media.
- **Pronación:** consiste en girar el antebrazo de modo que la palma de la mano quede hacia abajo.
- **Supinación:** consiste en girar el antebrazo de modo que la palma de la mano quede hacia arriba.
- **Circundicción:** movimiento en el 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 requiere rotación.

Esencialmente, estos movimientos de los miembros del cuerpo están descritos en términos del funcionamiento de los músculos (ej. Flexión y extensión), y de la dirección de los movimientos respecto al cuerpo (ej. adducción y abducción).



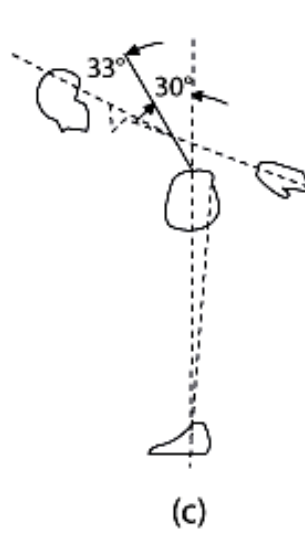
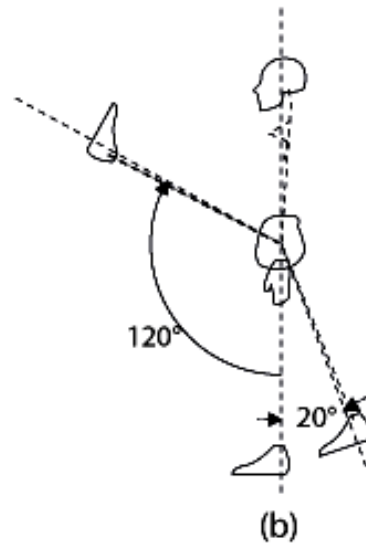
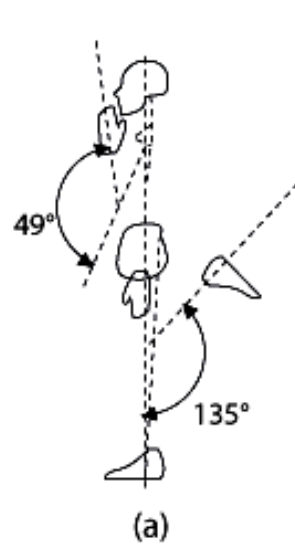
Muestras de diferentes posturas de la mano y muñeca

Tanto los movimientos como en otros aspectos que estudia la biomecánica, hay que tener siempre presentes las diferencias individuales, incluidos los efectos de la condición física, sexo, edad, peso, estatura, las limitaciones funcionales subyacentes a una tarea, etc.

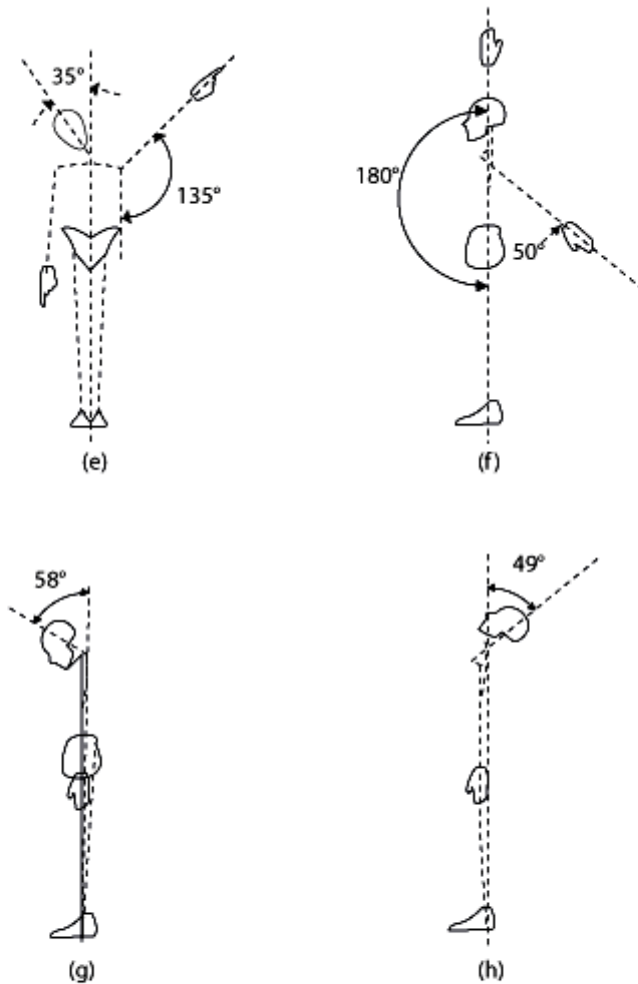
ÁNGULOS LÍMITES

Los movimientos que podemos realizar con las diversas articulaciones de las personas tienen unos ángulos límites, fuera de los cuales no se puede llevar ningún miembro, si bien es cierto que también aquí existen diferencias en función de los individuos, podemos caracterizar los ángulos con unos valores de referencia que agrupan a la mayoría de la población, excepción hecha de algunas patologías específicas que puede aumentar la elasticidad de contorsionistas, de torturas de huesos mal soldadas.

Seguidamente presentamos una serie de gráficos con éstos ángulos límites en posición de pie que pueden servir como referencia inicial en el análisis de algunas tareas, o en el uso de ciertos artefactos.



Figuras de algunos ángulos límites relevantes

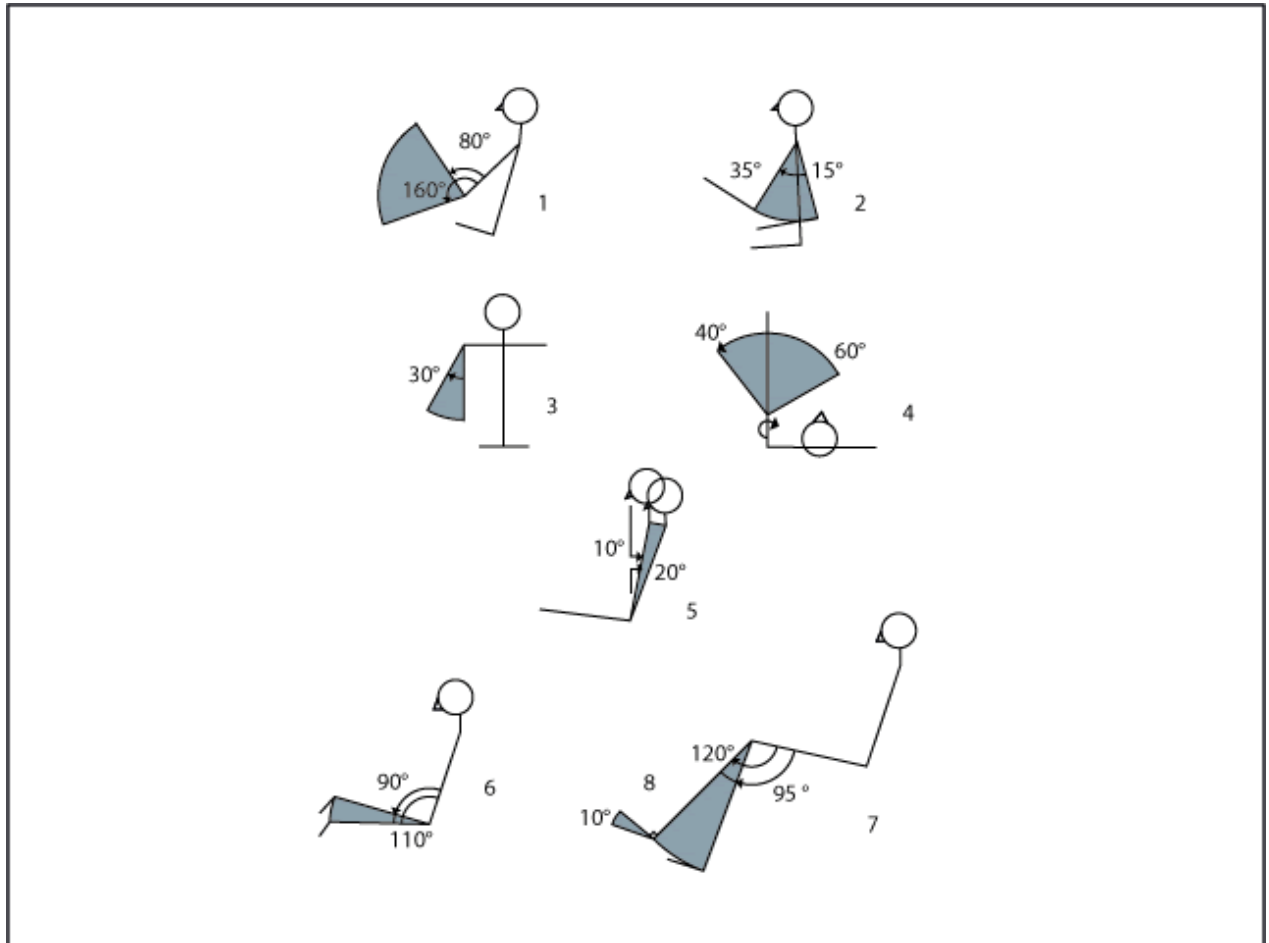


Figuras de algunos ángulos límites en posición de pie

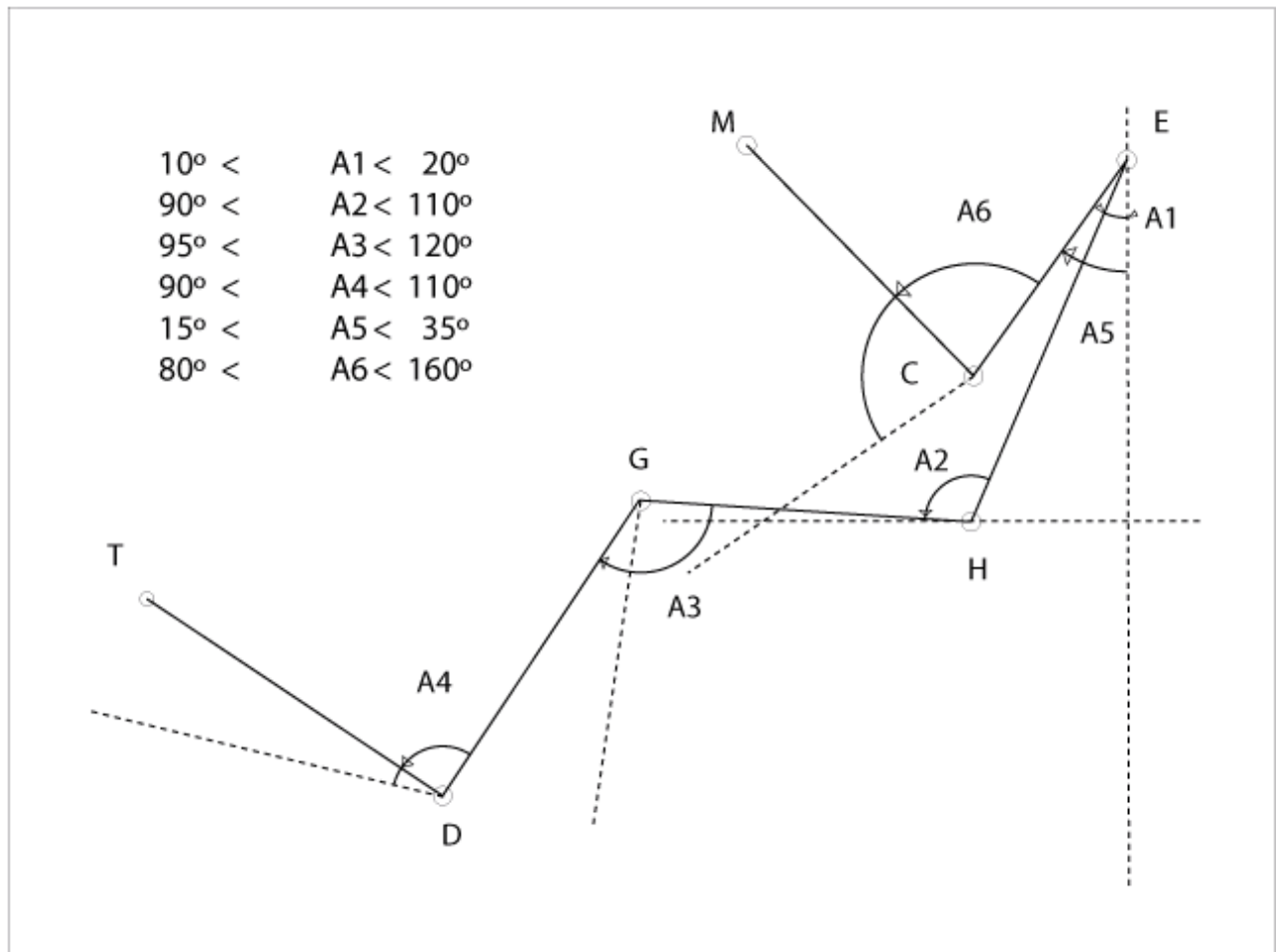
ÁNGULOS DE CONFORT

Cuando analizamos movimientos, hemos de tener presente que la mayoría de las veces no nos interesa el rango máximo de la articulación, sino los valores de confort de los ángulos que tienen las diversas articulaciones, fuera de los cuales el trabajo a realizar es más difícil, penoso o incluso peligroso para las

personas. Cabe descartar que la orquilla de ajuste de los ángulos de confort dependerá también de la edad, en el entrenamiento físico, las diferencias anatómico – funcionales, etc.



Principales ángulos de Confort



Rangos de confort de algunos ángulos del puesto de trabajo de conducción

2.3 PROXÉMICA AMBIENTAL

La proxémica es un apartado de la antropología social que estudia el uso y percepción del espacio social y personal, poniendo especial atención en la forma en que las personas responden a las relaciones espaciales en el establecimiento de grupos formales informales, al liderazgo, flujo de comunicación y actividades, en base al espacio y la densidad ocupados.

También estudia la orientación espacial personal en el contexto de la distancia conversacional y como ésta varía de acuerdo con el sexo, el status, los roles, la orientación cultural y otros factores. (MARTINEZ De La Teja Guillermo, Proxemica).

El término proxémica fue introducido por el antropólogo Edward T. Hall en 1963 para describir las distancias medibles entre la gente mientras estas interactúan entre sí.

Edward T. Hall, nació en Missouri en 1914 y comenzó su investigación sobre las percepciones culturales en relación con el espacio durante la Segunda Guerra Mundial, mientras se encontraba en Europa y Filipinas, como parte de la armada de los Estados Unidos, y posteriormente en diferentes puestos que desempeñó en diversos países, situación que le permitió observar las múltiples barreras y dificultades de comunicación que se presentan entre las diferentes culturas.

En 1966 expone su teoría acerca de la proxémica al publicar su libro “La dimensión desconocida”, donde establece que la percepción del espacio se deriva de los órganos sensores comunes en todos los humanos, pero se ve modelada e influida por los patrones de cada cultura. Hall argumenta que los diferentes modelos culturales para definir y organizar el espacio son adoptados por cada persona en un nivel subconsciente, lo que provoca fallas de comunicación y entendimiento entre las diferentes culturas, aspectos que se ven reflejados tanto en los espacios próximos o cercanos al ser humano, como en espacios comunes a todo un grupo social, reflejándose en la organización que se presenta en la disposición de calles, unidades habitacionales e incluso ciudades enteras.

Hall hacía notar que diferentes culturas mantienen estándares de espacio interpersonal. En las culturas latinas, por ejemplo, esas distancias relativas son más pequeñas, y la gente tiende a estar más cómoda cerca de los demás. En las culturas nórdicas es lo contrario.

Darse cuenta y reconocer estas diferencias culturales mejora el entendimiento intercultural, y ayuda a eliminar la incomodidad que la gente puede experimentar, si siente que la distancia interpersonal es muy grande o muy pequeña.

Las distancias personales cómodas también dependen de la situación social, el género y la preferencia individual.

La hipótesis que sustenta el sistema de clasificación proxémica se basa en conductas propias de los animales, incluyendo al ser humano, cuando se interfiere o invade su territorialidad, entendida como el área que el individuo defiende contra los miembros de su propia especie. Entre las especies animales, la territorialidad asegura la propagación de las especies regulando la densidad, mantiene la distancia de comunicación suficiente para que la presencia de comida o enemigos pueda ser señalada entre los miembros de la especie, ofrece protección contra los depredadores y, posiblemente su función más importante es el proteger el espacio propio de una

sobreexplotación en términos alimenticios, necesarios para mantener la vida de cada individuo.

Hall diferenció tres espacios en el sentido del territorio propio:

- **Espacio fijo:** es el marcado por estructuras inamovibles, como las barreras de los países.
- **Espacio semifijo:** es el tipo de espacio que posee obstáculos posibles de mover o que se mueven.
- **Espacio personal o informal:** espacio alrededor del cuerpo. Varía en función de las culturas, ya que cada cultura estructura su espacio físico. Este espacio puede ser invadido. Si se utiliza un territorio ajeno con falta de respeto (mirar fijamente a alguien u ocupar dos asientos con bolsas cuando hay gente de pie) se da una violación del terreno.

Posiblemente la innovación y aportación más importante derivada de las investigaciones y observaciones de Hall al conocimiento sobre la proxémica, posteriormente complementado por el zoólogo suizo Heini Hediger, es la definición de los espacios y distancias para las diferentes situaciones:

Estas distancias serían subcategorías del espacio personal o informal.

- **Distancia íntima:** es la distancia que se da entre 15 y 45 centímetros (6 a 18 pulgadas). Es la más guardada por cada persona. Para que se de esta cercanía, las personas tienen que tener mucha confianza y en algunos casos estarán emocionalmente unidos, pues la comunicación se realizará a través de la mirada, el tacto y el sonido. Es la zona de los amigos, parejas, familia etc. Dentro de esta zona se encuentra la zona inferior a unos 15 centímetros del cuerpo, es la llamada zona íntima privada.
- **Distancia personal:** se da entre 46 y 120 centímetros (1,5 - 4 pies). Esta distancia se dan en la oficina, reuniones, asambleas, fiestas, conversaciones amistosas o de trabajo. Si estiramos el brazo, llegamos a tocar la persona con la que estamos manteniendo la conversación.
- **Distancia social:** se da entre 120 y 360 centímetros (4 - 12 pies). Es la distancia que nos separa de los extraños. Se utiliza con las personas con quienes no tenemos ninguna relación amistosa, la gente que no se conoce bien. Por ejemplo: la dependiente de un comercio, el albañil, los proveedores, los nuevos empleados, etc.
- **Distancia pública:** se da a más de 360 centímetros (12 pies) y no tiene límite. Es la distancia idónea para dirigirse a un grupo de personas. El tono de voz es alto y esta distancia es la que se utiliza en las conferencias, coloquios o charlas.

En el medio laboral es conveniente observar algunos indicadores proxémicos con el fin de evitar conflictos interpersonales o grupales, ya que a pesar de que nadie es el propietario de su puesto de trabajo, todo ser humano desarrolla ciertos sentimientos de pertenencia sobre su equipo y puesto de trabajo, ya que esto le puede dar una sensación de pertenencia e integración a la organización.

La distancia interpersonal constituye el parámetro proxémico más importante, ya que las invasiones de este territorio pueden dar lugar a reacciones emocionales intensas que son la fuente de muchos conflictos en el ámbito laboral y social en general.

Las invasión que se puede presentar a estos espacios no solamente es corporal, también pueden ser auditivas, olfativas, o sensorial de algún otro tipo, por lo que entre compañeros con los que no se mantienen relaciones personales, el mantener distancias inferiores a 1.25 o 1.5 metros pueden dar lugar a conflictos.

Dentro de espacios definidos la clasificación de las tres principales situaciones de efectos proxémicos que se pueden presentar es:

- **Hacinamiento:** situación que se considera como la percepción de insuficiencia de espacio personal, que está relacionado básicamente con las distancias personales mínimas que se presentan en el espacio disponible.
- **Aislamiento:** que se considera como la percepción de insuficiente contacto interpersonal o social. Esta situación no sólo se provoca por barreras físicas en el espacio, también puede deberse a barreras de comunicación, tales como el nivel de ruido o la falta de contacto visual.
- **Actividad en un espacio común:** cuando es necesaria la presencia e interactividad de otras personas para realizar el trabajo, en situaciones de colaboración, observación e incluso competición con otros.

En la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, de la OIT, edición de 1983, refiere como valores mínimos de espacio requerido los siguientes:

- **Para cualquier actividad:** 4.5 m²/ persona o 2.5 a 2.6 metros de altura para los techos o 7 a 12 m³/ persona.
- **Para oficinas:** en trabajos administrativos: 9 m²/ persona o en oficinas divididas: 6 m²/persona o en oficinas no divididas: 10 m²/ persona o en oficinas donde estén unas personas frente a las otras: 12 m²/ persona.

La densidad de ocupación, que es la relación entre la cantidad de personas que ocupan un espacio y la superficie ocupada, es un parámetro que resulta

fácil de medir, aunque no es el único a considerar, ya que hay otros cuya influencia también es importante, como la orientación corporal, el campo visual, o el de privacidad acústica y visual, ya que aun respetando las distancias personales no es la misma sensación el tener una persona a metro y medio enfrente, al lado o detrás de uno mismo.

Sentimientos de enfrentamiento y vulnerabilidad pueden producirse fácilmente bajo disposiciones poco cuidadas.

También hay factores culturales que afectan los espacios y distancias interpersonales, así como la distribución de áreas de trabajo e incluso de convivencia social; por ejemplo, entre las observaciones de Hall se menciona que los norteamericanos consideran una distancia adecuada para una conversación social entre 1.20 y 2.10 metros, mientras que en muchas partes de Europa esta distancia puede reducirse a la mitad, lo que provoca en algunos norteamericanos el sentimiento de ser invadidos en su espacio.

Así mismo, la organización de las áreas en las casas, entre edificios y ciudades presenta diferencias de orden cultural, ya que la disposición cuadriculada de las ciudades es preferida por los norteamericanos y los británicos, sin embargo en países como España y Francia el patrón preferido de las ciudades presenta forma de estrella.

PROXÉMICA A TRAVÉS DE LA HISTORIA

A continuación encontraremos, una relación de personajes, que a través de la historia han planteado la proxemica dentro de sus supuestos teóricos.

POLÍCLETO

Escultor griego del periodo clásico, el más famoso después de Fidias. Nació en Argos. Hizo una colosal estatua de la diosa Hera, esposa de Zeus y reina del Olimpo. Otras obras suyas son el Doriforo y el Diadumeno.

Realizó un cuidadoso estudio sobre las proporciones del cuerpo humano, un canon de la belleza ideal masculina basado en proporciones matemáticas, es el llamado canon de 7 cabezas.

Policleto es famoso por dar a las esculturas la necesaria vitalidad que otras culturas no lograban representar. Su forma de particionar el cuerpo humano no ha sido superada por un mejor método moderno.

Se toma la figura humana mirando su frente. Su método consiste en partir en cuatro la figura humana: una caída vertical que dividiera el cuerpo en dos mitades simétricas. Una transversal que dividiera el cuerpo a la altura de la

cadera. Los cuatro sectores se denominan 1,2,3,4 partiendo a la izquierda superior y rotando en el sentido horario. Los pares formados (1,3 y 2,4) debían ser desiguales: si el lado 1 estaba relajado (mano, brazo y hombro caído) el lado opuesto debe estar flexionado (3) y convenientemente repartido el peso: pierna y pie flexionado. Lo mismo ocurre con el otro par: si uno está flexionado, el otro está recto, y viceversa. Los dibujantes que se basan en un muñeco de madera articulado lo usan para las posturas de sus personajes. Si uno se fija bien en las esculturas griegas y romanas clásicas, siempre encontrará esta regla. (Wikipedia.org/wiki/policleto)

VITRUVIO MARCO

Arquitecto romano, nacido en el siglo I A.C, sostuvo que las dimensiones de los edificios debían fundamentarse en ciertos principios estéticos preestablecidos en el cuerpo humano.

Dice Vitruvio en su libro tercero cuando trata del origen de las medidas de los templos: “Es imposible que un templo posea una correcta disposición si carece de simetría y de proporción, como sucede con los miembros o partes del cuerpo de un hombre bien formado. El cuerpo humano lo formo la naturaleza de tal manera que el rostro, desde la barbilla hasta la parte mas alta de la frente, donde están las raíces del pelo, mida una décima parte de su altura total.

La palma de la mano, desde la muñeca hasta el extremo del dedo medio, mide exactamente lo mismo; la cabeza, desde la barbilla hasta su coronilla, mide una octava parte de todo el cuerpo; una sexta parte mide desde el esternón hasta las raíces del pelo y desde la parte media del pecho hasta la coronilla, una cuarta parte.

Desde el mentón hasta la base de la nariz, mide una tercera parte y desde las cejas hasta las raíces del pelo, la frente mide igualmente otra tercera parte. Si nos referimos al pie, equivale a una sexta parte de la altura del cuerpo; el codo, una cuarta parte, y el pecho equivale igualmente a una cuarta parte.

Los restantes miembros guardan también una proporción de simetría, de la que se sirvieron los antiguos pintores y escultores famosos, alcanzando una extraordinaria consideración y fama. Exactamente de igual manera, las partes de los templos deben guardar una proporción de simetría perfectamente apropiada de cada una de ellas respecto al conjunto total en su completa dimensión. El ombligo es el punto central natural del cuerpo humano.

En efecto, si se coloca un hombre boca arriba, con sus manos y sus pies estirados, situando el centro del compás en su ombligo y trazando una

circunferencia, esta tocaría la punta de ambas manos y los dedos de los pies. La figura circular trazada sobre el cuerpo humano nos posibilita el lograr también un cuadrado: si se mide desde la planta de los pies hasta la coronilla, la medida resultante será la misma que se da entre las puntas de los dedos con los brazos extendidos; exactamente su anchura mide lo mismo que su altura, como los cuadrados que trazamos con la escuadra. Por tanto, si la naturaleza ha formado el cuerpo humano de modo que sus miembros guardan una exacta proporción respecto a todo el cuerpo, los antiguos fijaron también esta relación en la realización completa de sus obras, donde cada una de sus partes guarda una exacta y puntual proporción respecto a la forma total de su obra. Dejaron constancia de la proporción de las medidas en todas sus obras, pero sobre todo las tuvieron en cuenta en la construcción de los templos de los dioses, que son un claro reflejo para la posteridad de sus aciertos y logros, como también de sus descuidos y negligencias". (Vitruvii De Architectura, Libro Tercero-Capítulo I). (SANCHEZ Montaña Carlos, Roma y Grecia en Celtiberia, El hombre de Vitruvio).

LEONARDO DA VINCI

"El hombre de Vitruvio es el dibujo realizado por Leonardo da Vinci alrededor del año 1492 en uno de sus diarios y que se acompaña de notas anatómicas. el dibujo está realizado en lápiz y tinta y mide 34,2 x 24,5 cm. en la actualidad forma parte de la colección de la galería de la academia de Venecia.

Se trata de un estudio de las proporciones del cuerpo humano, realizado a partir de los textos del arquitecto romano Vitruvio titulados –Vitruvii De Architectura-, y del que el dibujo toma su nombre. Leonardo se representa a sí mismo desnudo y en dos posiciones sobreimpresas de brazos y piernas e inscrito en un círculo y un cuadrado.

Las notas de Leonardo da Vinci que acompañan el dibujo determinan las proporciones del cuerpo humano de acuerdo con el texto antiguo de Vitruvio:

- Una palma es la anchura de cuatro dedos.
- Un pie es la anchura de cuatro palmas.
- Un antebrazo es la anchura de seis palmas.
- La altura de un hombre son cuatro antebrazos (24 palmas).
- Un paso es igual a cuatro antebrazos.
- La longitud de los brazos extendidos de un hombre es igual a su altura.
- La distancia entre el nacimiento del pelo y la barbilla es un décimo de la altura de un hombre.
- La altura de la cabeza hasta la barbilla es un octavo de la altura de un hombre.
- La distancia entre el nacimiento del pelo a la parte superior del pecho es un séptimo de la altura de un hombre.
- La altura de la cabeza hasta el final de las costillas es un cuarto de la altura de un hombre.
- La anchura máxima de los hombros es un cuarto de la altura de un hombre.
- La distancia del codo al extremo de la mano es un quinto de la altura de un hombre.
- La distancia del codo a la axila es un octavo de la altura de un hombre.
- La longitud de la mano es un décimo de la altura de un hombre.
- La

distancia de la barbilla a la nariz es un tercio de la longitud de la cara. -La distancia entre el nacimiento del pelo y las cejas es un tercio de la longitud de la cara. -La altura de la oreja es un tercio de la longitud de la cara.



Hombre Vitrubio de Da Vinci

2.4 DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO

Las características del diseño de los puestos de trabajo pueden determinar el aumento de la carga física y por ende, ser la causa de cualquiera de los factores de riesgo se deben analizar los siguientes aspectos:

1. **ESPACIO DE TRABAJO:** Área en la que se ubican los diferentes elementos y materiales y está definido por la distancia con respecto a otros puestos de trabajo, la ubicación de límites arquitectónicos (paredes, paneles, divisiones, etc.) y por la distribución de muebles y elementos dentro de ésta área.
 - Permitir la adopción de posturas adecuadas.
 - Suficiente espacio de circulación.
 - Permitir la organización funcional de elementos de trabajo
 - La distancia entre puestos debe ser suficiente, de modo que se evite la interferencia entre las personas y las labores.

2. **PLANO DE TRABAJO:** Se refiere a la altura de la superficie de trabajo con respecto al hombre, ya sean mesas, anaqueles, comandos, etc.; se debe graduar de acuerdo con el tipo de trabajo y teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - **Tipo de trabajo de Precisión:** Las tareas que requieren movimientos finos y de precisión como ensamblar objetos pequeños, escribir, digitar, leer, deben ser realizados con un plano de trabajo de 0 a 10 por encima de la altura de los codos. Esto evitará posturas incorrectas en busca de mayor proximidad visual.
 - **Tipo de trabajo Liviano:** Las actividades que impliquen la manipulación de objetos y herramientas de tamaño pequeño y liviano, es decir un trabajo manual general como empaque blister y clasificación de flores, deben ser realizados a una altura de plano de trabajo de 0 a 10 cm. Por debajo del nivel del codo.
 - **Tipo de trabajo Moderado:** en labores que impliquen manipulación de objetos de tamaño mayor, uso de herramientas o necesidad de movimientos libres de brazos, se recomienda una altura de 10-15 cm. Por debajo de los codos.
 - **Tipo de trabajo pesado:** Las actividades que requieran manipulación de objetos grandes o pesados y movimientos libres de brazos y tronco, manipulación de cargas como cajas, bultos, requieren una altura de 15 a 40 cm. por debajo del nivel de los codos (altura de la cadera).
3. **ZONA DE TRABAJO:** es la distancia con respecto al tronco en la cual se realiza una labor. Está determinada por el proceso de trabajo y el tipo y distribución de elementos necesarios para el desarrollo del mismo. El individuo debe situarse siempre de frente a la superficie de trabajo, con el fin de evitar movimientos innecesarios como flexiones, inclinaciones laterales, extensiones o rotaciones de la columna vertebral para alcanzar los elementos. Se distingue dos tipos de zonas:
 - **Zona máxima:** distancia desde el tronco hasta la punta de los dedos con los brazos extendidos hacia arriba, al frente o a los lados, sin realizar movimientos de la columna para alcanzar objetos. Allí se deben estar ubicadas las herramientas y elementos auxiliares de trabajo que no son de uso continuo pero si frecuente.
 - **Elementos de confort postural:** Son los que facilitan las posturas como sillas, apoyapiés y apoyabrazos; estos permiten el descanso muscular al dar sostén al cuerpo o algunos de sus segmentos; evitando esfuerzo adicional para el mantenimiento de una postura.

- **Sillas:** Las características de la silla se deben recomendar de acuerdo con las exigencias de la labor, el proceso y la antropometría del trabajador; así, si cumple con estos requisitos, una silla ergonómica puede ser desde un butaco hasta una silla gerencial.
- **Apoya pies:** Se indican para las posturas prolongadas y/o mantenidas de pie porque permiten reposo de los músculos de la espalda, cambios de apoyo de los miembros inferiores y facilitan los cambios de posición. En la postura sedente se indican cuando se están utilizando puestos de trabajo altos y la altura de la silla impide el apoyo correcto de los pies en el piso, caso en el cual el uso correcto de apoya pies corrige este defecto.

Elementos de trabajo: El diseño de máquinas y herramientas debe adecuarse a su función y a las características del trabajador; se contemplan aspectos como la ubicación de los mismos en cuanto a zona, plano y espacio, facilidad y precisión para la interpretación de las señales y manipulación de comandos, facilidad de acceso y uso, mantenimiento, entre otros.

CONDICIONES DE TRABAJO

Organización del trabajo: Se define como el aprovechamiento del tiempo y elementos de trabajo, mediante la disposición del lugar de trabajo y la aplicación de técnicas que faciliten el desempeño de la tarea, influyendo en la productividad y el confort. Algunos aspectos a tener en cuenta en la organización del trabajo son:

- Evitar las jornadas laborales de más de 8 horas ó la asignación de horas extras frecuentes.
- Promover descansos cada 2 horas, con duraciones variables dependiendo del nivel de carga física (entre 10 y 30 minutos).
- Los trabajadores no se deben exponer a trabajos con cargas físicas altas por más del 30% de la jornada laboral.
- En lo posible el individuo debe tener en algún control sobre el ritmo de trabajo de modo que se le permitan pausas.
- Los horarios debe ajustarse al ciclo circadiano.

Factores ambientales: Se deben estudiar y controlar de acuerdo con los parámetros de la Higiene y Seguridad Industrial; entre ellos tienen en particular relevancia:

- Iluminación
- Ruido continuo molesto
- Temperaturas extremas
- Vibración
- Factores psicosociales

Factores Individuales: Las condiciones que disminuyen la tolerancia a la carga física, son:

El manejo de los factores desencadenantes en el ámbito personal, familiar y social, las técnicas de relajación y la capacitación forman parte importante del control de estos aspectos.

3. CARGA DE TRABAJO*

3.1 Definición

La Carga de Trabajo es el conjunto de requerimientos psicofísicos a los que se somete un trabajador a lo largo de su jornada laboral. (Estrada, Jairo).

En todo trabajo, hay mecanismos tanto físicos como mentales, cuando la actividad es predominantemente física, se habla de carga física, pero si la actividad es de mayor esfuerzo mental, se habla de carga mental; la carga de trabajo, es la relación directa entre las exigencias del trabajo, determinados por el contenido del mismo, las condiciones ambientales, los aspectos psicolaborales y organizativos y el diseño del puesto de trabajo vs los factores personales, los cuales están determinados por: la edad, el estado de salud, el grado de fatiga y el nivel de motivación entre otros, estos dos componentes determinan la capacidad de respuesta del individuo.

Carga de Trabajo

Probablemente el término más polémico en las ciencias del trabajo. En un reciente estudio, logramos reunir doce definiciones de lo que diferentes autores reconocen como carga de trabajo (Almirall 1994).

Por carga se nombra: La exigencia al que está sometido el trabajador tanto como evaluación de la actividad laboral o incluso del ámbito de la experimentación fisiológica y psicológica. Por ejemplo la potencia que se impone a una bicicleta ergométrica, la cantidad de información debe procesar derivado de la anterior pero referido a las condiciones externas en que se

realiza la tarea así se habla de carga o sobrecarga térmica, carga mental o cognitiva, la carga se evalúa o reconoce como un efecto.

A nuestro juicio, por carga de trabajo se entiende el reflejo subjetivo de la realidad objetiva conformado por la resultante de las condiciones en que se desarrolla la tarea y las potencialidades, historia, capacidades, determinadas por la individualidad del que se desempeña.

Los efectos de la carga se expresan generalmente cuando sobrepasan la tolerancia y la reactividad del trabajador, como una disminución temporal de las premisas personales del rendimiento.

Como consecuencia de eso surge la fluctuación y reducción de los rendimientos, del nivel de cumplimiento de la tarea y expresándose en un cambio del estado emocional y su rendimiento cognitivo.

Así los efectos de la carga, en un sentido negativo, se hacen conscientes al hombre de forma mediata (inestabilidad de rendimiento, disminución de la productividad, errores, fallos) y de forma inmediata a partir de la percepción subjetiva imagen autoelaborada de su estado funcional.

Por consiguiente se puede concluir que la carga de trabajo se expresa en los llamados efectos negativos:

- Mediante la evaluación de la mediación fisiológica
- El análisis del desarrollo de parámetros de la actividad, por ejemplo los resultados de la misma y la estabilidad del rendimiento.
- La información acerca de las vivencias personales que se refieren al estado de ánimo y la capacidad reactiva

Otro aspecto a destacar en la definición y estudio de la carga se refiere a la génesis y clasificación de la misma.

3.2 CARGA FISICA

La Carga Física se refiere a los requerimientos de desempeño laboral como la expresión básica de la actividad física (Postura. Requerimientos de Fuerza y Movimiento); en respuesta a este requerimiento, el hombre realiza un “esfuerzo” así. Ni la Carga Física ni el Esfuerzo pueden ser considerados riesgosos por si mismos, la Carga Física se considerará Factor de Riesgo, cuando supere las capacidades de esfuerzo del individuo expuesto.

La Carga Física puede ser:

- **Carga Estática:** Actividad muscular sostenida que no genera movimiento de los segmentos o del cuerpo, pero supone un estado de desequilibrio permanente dado por la contracción y relajación de los músculos comprometidos en el esfuerzo. Este tipo de carga se observa en la adopción de las posturas, mantenimiento de cargas, etc.
- **Carga Dinámica:** La acción muscular se expresa en el desplazamiento de segmentos corporales o de la totalidad del cuerpo.
- **Carga Mixta:** Es la combinación de la Estática y Dinámica. Es la más frecuente en la actividad laboral, puesto que ésta combina la adopción de una postura, frecuentemente mantenida, asociada con movimientos de los miembros superiores, propios de la ejecución de las tareas.

De acuerdo con lo anterior, los Factores de Riesgo derivados de la Carga Física se clasifican en:

1. Postura Incorrecta

La postura se define como la puesta en posición de una o varias articulaciones, mantenida durante un tiempo más o menos prolongado por medios diversos, con la posibilidad de restablecer en el tiempo. La actitud fisiológica más perfecta. Las convencionales o básicas son la bipedestación (de pie), sedestación (sentado) y los decúbitos (acostado); en el ámbito laboral encontramos otras como las cuclillas ó de rodillas.

En general la normal de una postura correcta, en cualquiera que ella sea, es: alineación refinada del cuerpo en estado de equilibrio, que protege las estructuras de soporte contra lesiones ó deformidades progresivas, con un mínimo de consumo de energía. Cuando la postura no cumple con las premisas anteriores y altera la biomecánica del individuo requiriendo mayor esfuerzo para su adopción y mantenimiento, se constituye en un factor de riesgo, el cual se clasifica así:

- **Postura Mantenedida:**
 - Se refiere al mantenimiento de una misma postura sedente o bípeda durante periodos de 2 ó más horas.
 - Posiciones de rodillas o de cuclillas por 20 minutos o más.
- **Posturas Prolongadas:** Se definen como el mantenimiento de una misma postura principal a lo largo del 75% de la jornada laboral, aunque se realicen cambios de posición cortos impidiendo que sea mantenida
- **Posturas Forzadas o por Fuerza de los Ángulos de Confort:** Cuando se posicionan el cuerpo y las extremidades por fuera de los ángulos de confort articulado especificados en la tabla No. 2.

MODULO 2 SEGMENTO SISTEMA ERGONÓMICO		ANGULOS DE CONFORT PARA EL TRABAJO	
COLUMNA CERVICAL		DE NEUTRO A 20° DE FLEXION SIN DESVIACIONES DE LA LINEA MEDIA	
HOMBRO		ENTRE 0 Y 45° DE ABDUCCION Y/O FLEXION.	
CODO		ENTRE 80 Y 110° DE FLEXION	
MUÑECA O PUÑO		DE NEUTRO A 20° DE DORSIFLEXION SIN DESVIACIONES LATERALES.	
DEDOS		AGARRES CIRCULARES A MANO LLENA, EN TRABAJOS DE PRECISION, PINZAS TÉRMINO – TERMINALES O TRIPODE.	
En cuanto a la columna vertebral, se considera desfavorable cualquier postura caracterizada por desviación de la línea media, rotación o alteración de las curvas fisiológicas.			

Tabla No. 2. Ángulos de confort postural de los segmentos mas frecuentemente involucrados en la actividad laboral

- **Posturas Antigravitacionales** Posicionamiento del tronco ó de las extremidades en contra de la gravedad.

2. Requerimientos excesivos de fuerza

La fuerza se refiere a la tensión producida en los músculos por el esfuerzo requerido para el desempeño de una tarea, es así como dentro de este concepto se involucran manipulación de herramientas, levantamiento, sostenimiento y transporte de pesos, como las manifestaciones más frecuentes del uso de la fuerza en el trabajo. Se clasifica así:

- **Los requerimientos de fuerza que superan la capacidad del individuo.** En la manipulación de cargas, de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Resolución 2400 de 1979 de nuestra legislación, los pesos máximos permitidos para el levantamiento y transporte manual son:

SEXO	EDAD	LEVANTAMIENTO	TRANSPORTE
F	25-35	12.5 Kg.	20.0 Kg.
M	25-35	25.0 Kg.	50.0 Kg.

No se debe permitir el levantamiento de cargas pesadas a mujeres embarazadas, ancianos, niños y jóvenes entre los 18 años, personas con enfermedades cardiovasculares y respiratorias no controladas ó con lesiones articulares.

Se considera que los requerimientos de fuerza son excesivos, cuando superen los límites de la norma.

- **Fuerzas asociadas a cargas estáticas altas.** Cuando se realiza la fuerza sobre posturas incorrectas definidas anteriormente.
- **Utilización de métodos incorrectos.**
 - Utilización de músculos inapropiados (secundarios, pequeños).
 - Realiza el esfuerzo sobre una postura desequilibrada
 - Utilización de herramientas inapropiadas o en mal estado
 - No utilización de herramientas o ayudas cuando son necesarias.
 - Utilización de agarres incorrectos

Algunos ejemplos que ilustran estos puntos son:

- Se prefieren los agarres circulares al enganche con los dedos, puesto que al usar más músculos primarios, se aumenta el área muscular transversal y por ende, la capacidad de fuerza.
- No deben realizarse esfuerzos en condiciones que se altere la circulación, por el uso de herramientas con bordes, apoyos sobre superficies duras, vibración, frío excesivo, etc.
- En el levantamiento y transporte de cargas, la ubicación del objeto lejos del cuerpo, aleja el centro de gravedad, aumentando el esfuerzo muscular paravertebral y las fuerzas de compresión sobre los discos intervertebrales.
-
- **Requerimientos de fuerza asociados a cargas dinámicas altas.**
 - Cuando el esfuerzo se realiza en forma repetida.
 - Cuando no se cumplen los tiempos de recuperación (a mayor esfuerzo se requiere mayor frecuencia y duración de reposo estructural).

3. Requerimientos Excesivos de Movimiento

El movimiento es la esencia real del trabajo y se define por el desplazamiento de todo el cuerpo ó de uno de sus segmentos en el espacio. El aumento de la Carga dinámica en el trabajo, dependerá en gran parte de los dos factores mencionados anteriormente, y es un factor de riesgo, cuando se realiza en las siguientes condiciones.

- **El movimiento se realiza sobre una carga estática alta.**
 - Realización del movimiento sobre posturas incorrectas.
- **La Repetitividad:**
 - Dada por ciclos de trabajo cortos (< de 3 minutos).
 - Concentración de movimientos alta (> del 50% del ciclo de trabajo).
- **Asociación de Repetitividad y Fuerza**
 - Es la relación de un movimiento repetitivo con el levantamiento y transporte de cargas.

3.2 CARGA MENTAL

Todos los estudios se refieren a una cierta cantidad de recursos mentales que debe gastar el operario en el transcurso del cumplimiento de la tarea (de aquí la expresión a menudo utilizada de "costo" de la actividad). En esta perspectiva nos esforzamos entonces en poner a punto métodos de medición de esta cantidad, con el fin de determinar los umbrales más allá de los cuales la carga deviene excesiva y nos arriesgamos a que se traduzca en el operario en fatigas de diversos tipos, susceptibles de perjuicios más o menos durables en la salud; y en lo que concierne a la tarea a realizar, se refleja en los errores, en el tipo de incidentes, de accidentes y de desperfectos. (Cuenca, Gabriela Isabel, Ergonomía para empresas Buenos Aires argentina)

NTP 179: La carga mental del trabajo: definición y evaluación

Carga mental

El trabajo conlleva siempre exigencias físicas y mentales, pero a nivel teórico, para favorecer el análisis, diferenciamos trabajo físico de trabajo mental según el tipo de actividad que predomine.

Si el trabajo es predominantemente muscular se habla de "carga física", si, por el contrario, implica un mayor esfuerzo intelectual hablaremos de "carga mental". El desarrollo tecnológico conlleva, al mismo tiempo que una reducción paulatina de la actividad física en muchos puestos de trabajo, la creación de nuevos puestos en los que predomina la actividad mental (control de procesos automáticos, informatización...). La disminución del esfuerzo muscular va asociada en muchos casos a un aumento de la información que se maneja.

La carga mental está determinada por la cantidad y el tipo de información que debe tratarse en un puesto de trabajo. Dicho de otro modo, un trabajo intelectual implica que el cerebro recibe unos estímulos a los que debe dar respuesta, lo que supone una actividad cognitiva que podemos representar en el siguiente esquema:

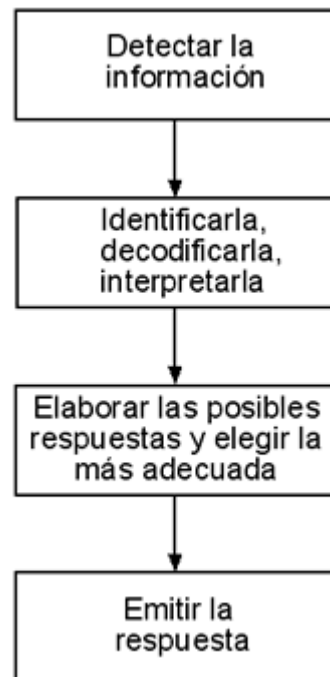


Diagrama mecanismo carga mental

Mulder (1980) define la carga mental en función del número de etapas de un proceso o en función del número de procesos requeridos para realizar correctamente una tarea y, más particularmente, en función del tiempo necesario para que el sujeto elabore, en su memoria, las respuestas a una información recibida. Esta definición incluye dos factores de la tarea que inciden en la carga mental:

- **La cantidad y la calidad de la información.** La mayor o menor complejidad de la información recibida condicionará, una vez superado el período de aprendizaje, la posibilidad de automatizar las respuestas.
- **El tiempo.** Si el proceso estímulo-respuesta es continuo, la capacidad de respuesta del individuo puede verse saturada; si por el contrario existen períodos de descanso o de menor respuesta, el individuo puede recuperar su capacidad y evitar una carga mental excesiva.

A estos factores, además, hay que añadir los relativos a las condiciones físicas (ruido, temperatura, iluminación), psico-sociales (relaciones jerárquicas, sistema de comunicación, etc.) en las que se desarrolla el trabajo, así como otros de origen extralaboral.

Por otra parte, hay que tener en cuenta al individuo que realiza el trabajo. Las personas tenemos una capacidad de respuesta limitada que está en función de:

- La edad.
- El nivel de aprendizaje.
- El estado de fatiga.
- Las características de personalidad.
- Las actitudes hacia la tarea: motivación, interés, satisfacción, etc.

Si la realización de una tarea implica el mantenimiento prolongado de un esfuerzo al límite de nuestras capacidades, es decir, si la cantidad de esfuerzo que se requiere excede la posibilidad de respuesta de un individuo, puede dar lugar a fatiga mental. Ésta se traduce en una serie de disfunciones físicas y psíquicas, acompañadas de una sensación subjetiva de fatiga y una disminución del rendimiento.

Podemos distinguir entre dos tipos de fatiga. En primer lugar la fatiga aparece como una reacción homeostática del organismo para adaptarse al medio.

El principal síntoma de este tipo de fatiga es una reducción de la actividad que se da como consecuencia de:

- Una disminución de la atención.
- Una lentitud del pensamiento.
- Una disminución de la motivación.

Por otra parte, cuando existe un desequilibrio prolongado entre la capacidad del organismo y el esfuerzo que debe realizar para dar respuesta a las necesidades del ambiente, puede aparecer la fatiga crónica. Se da, no por una sobrecarga de trabajo accidental, sino por una determinada carga que se va repitiendo. Sus síntomas, que no sólo se sienten durante o después del trabajo sino que pueden ser permanentes, son los siguientes:

- Inestabilidad emocional: irritabilidad, ansiedad, estados depresivos.
- Alteraciones del sueño.
- Alteraciones psicosomáticas: mareos, alteraciones cardíacas, problemas digestivos... (Cuadro II).



Cuadro II: Factores determinantes y consecuencias del trabajo mental

Evaluación de la carga mental

Para poder evaluar convenientemente la carga mental de un puesto de trabajo debemos tener presentes dos tipos de indicadores:

- A. Los factores de carga inherentes al trabajo que se realiza.
- B. Su incidencia sobre el individuo.

Factores de carga inherentes a la tarea

Existen diversos métodos objetivos para la evaluación de las condiciones de trabajo, que incluyen variables relativas a la carga mental. Señalamos a continuación tres métodos muy utilizados actualmente:

El método diseñado por el Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo (L.E.S.T.) del CNRS evalúa la carga mental a partir de cuatro indicadores:

- **Apremio de tiempo.** Determinado en trabajos repetitivos por la necesidad de seguir una cadencia impuesta y en los trabajos no repetitivos por la necesidad de cumplir un cierto rendimiento.
- **Complejidad-rapidez.** Esfuerzo de memorización, o número de elecciones a efectuar, relacionado con la velocidad con que debe emitirse la respuesta.
- **Atención.** Nivel de concentración requerido y continuidad de este esfuerzo.
- **Minuciosidad.** Se tiene en cuenta en trabajos de precisión como una forma especial de atención.

El método de Perfil del Puesto, de R.N.U.R., utiliza el término "carga nerviosa", que define como las exigencias del sistema nervioso central durante la realización de una tarea y que viene determinada por dos criterios:

- Operaciones mentales, entendidas como acciones no automatizadas en las que el trabajador elige conscientemente la respuesta.
- Nivel de atención, referido a tareas automatizadas, tiene en cuenta la duración de la atención, la precisión del trabajo y las incidencias (trabajo en cadena, ambiente, duración del ciclo).

El método elaborado por la Agencia Nacional para la Mejora de las Condiciones de Trabajo (ANACT) no define el concepto de carga mental o nerviosa de una manera específica, pero en el apartado "Puesto de trabajo", incluye entre otras las variables "Rapidez de ejecución" y "Nivel de atención". (Ver Cuadro III).

Además de la valoración de carga mental que incluyen estos métodos globales de evaluación de las condiciones de trabajo, en los que se considera como una variable más, actualmente existen unas escalas específicas para la valoración de la carga mental, validadas experimentalmente, con un alto grado de fiabilidad.

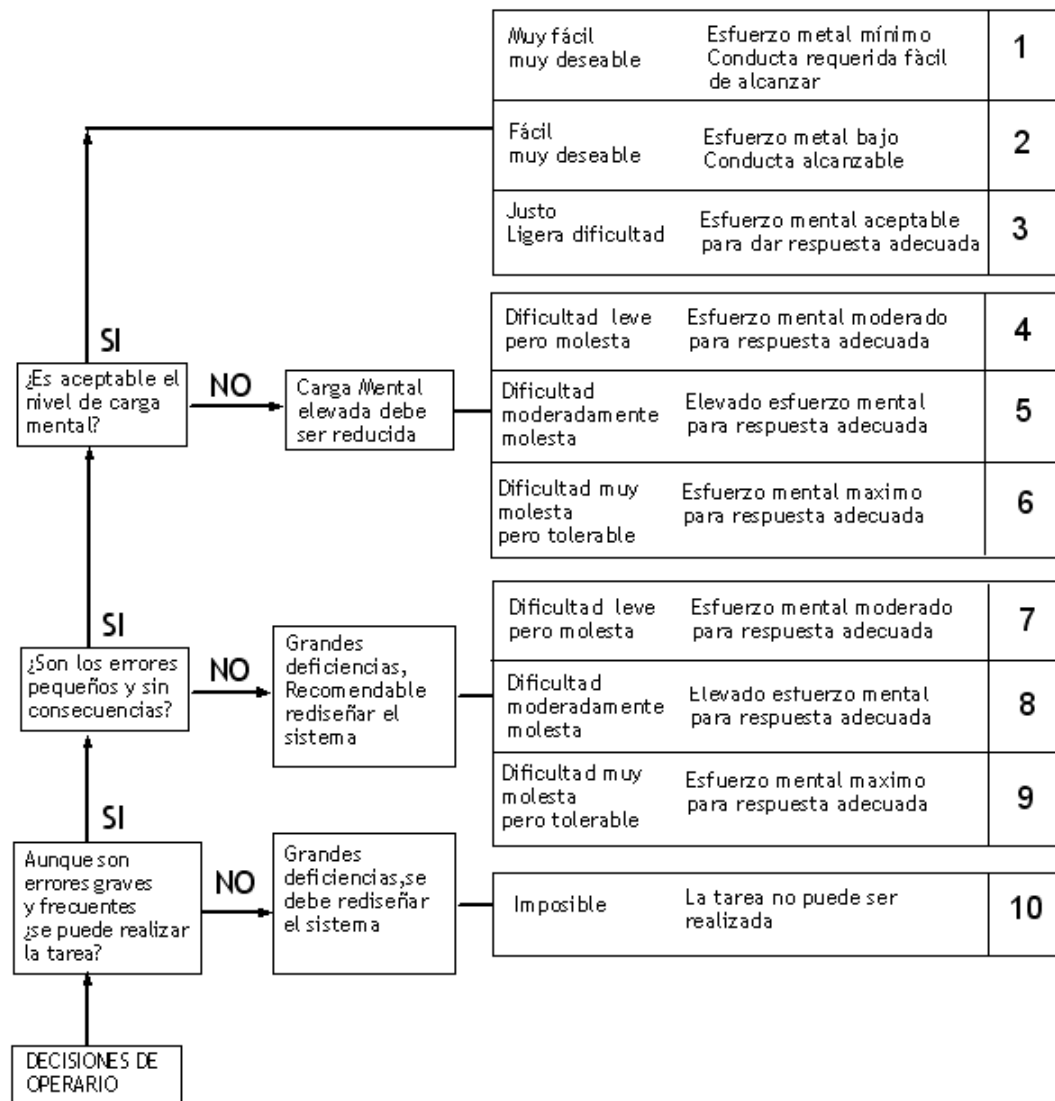
MÉTODO EVALUACIÓN CONDICIONES DE TRABAJO	ÍNDICES DE CARGA MENTAL	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
L.E.S.T	APREMIO DE TIEMPO	Modo de Remuneración Tiempo de entrar en ritmo Trabajo en Cadena o no Atrasos a Recuperar Pausas Posibilidad de Detener la Máquina Posibilidad de Ausentarse
	COMPLEJIDAD RÁPIDEZ	Duración del ciclo/Nº de operaciones Duración del ciclo/Nº de elecciones consientes
	ATENCIÓN	Nivel de Atención Continuidad de la atención Posibilidad desviar la vista Posibilidad de Hablar Riesgo accidentes Riesgo deterioro del producto o del material
	MINUCIOSIDAD	
PERFIL DEL PUESTO	OPERACIONES MENTALES	Densidad de las operaciones Presión del tiempo
	NIVEL DE ATENCIÓN	Densidad de la atención Presión del tiempo
ANACT	RÁPIDEZ DE EJECUCIÓN	
	NIVEL DE ATENCIÓN	

Cuadro III: Evaluación condiciones de trabajo

Estas escalas se basan en la presentación de unas preguntas-filtro al sujeto de tal manera que cada respuesta determina la siguiente pregunta. Suelen presentarse en forma de árbol lógico, señalándose en las instrucciones la necesidad de seguir ordenadamente la secuencia para que el resultado obtenido sea reflejo de la realidad.

A partir de una escala creada por Cooper y Harper (1969) para valorar la carga mental en sistemas de control manual, Skipper (1986) ha realizado un estudio experimental introduciendo modificaciones que permiten aplicar el método a distintas áreas de actividad (Cuadro IV).

ESCALA DE COOPER-HARPER MODIFICADA (DE SKIPPER, 1985)



Cuadro IV: Escala de Cooper-Harper modificada (De Skipper, 1986)

Los indicadores de carga mental que utilizan los distintos métodos de evaluación se han determinado experimentalmente en base a las reacciones del individuo frente a un exceso de carga, es decir, en base a las alteraciones fisiológicas, psicológicas y del comportamiento resultantes de la fatiga (Cuadro V).

	INDICADORES
EVALUACIÓN DE LAS ALTERACIONES FISIOLÓGICAS	Actividad: Cardíaca Ocular Cortical Respiratoria
EVALUACIÓN DE LAS ALTERACIONES PSICOLÓGICAS	Psico-motoras - Rápidez de reacción - Coordinación de movimientos
	Mentales - Atención - Memoria - Concentración
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO	Método de la doble tarea Consiste en presentar estímulos independientes de la tarea que se esta realizando. En la medida que la tarea principal exige un nivel mayor de atención se disminuye la respuesta a los estímulos secundarios
	Evaluación objetiva de la variación del comportamiento Al aumentar la fatiga, el individuo intenta variar de método operatorio para adaptarse a la situación. Por ello el análisis las variaciones de los métodos operacionales suele utilizarse como indicador para la evaluación de la fatiga mental.
	Evaluación subjetiva de la fatiga En cuanto a la sensación de fatiga condiciona el comportamiento humano es necesario también valorarla convenientemente a través de entrevistas o cuestionarios

Cuadro V: Indicadores de los distintos métodos de evaluación

Estos métodos de valoración son complementarios entre sí, dado que ninguna medida es válida por sí sola para evaluar la carga mental, por lo que la utilización de varios de ellos y la comparación de los resultados obtenidos es la mejor manera de aproximarnos a una evaluación satisfactoria.

Prevención de la fatiga mental

En la organización de un puesto de trabajo se deben tener en cuenta los siguientes factores con el fin de prevenir la aparición de la fatiga mental:

- Cantidad de información recibida.
- Ritmo de trabajo normal para una persona formada y adiestrada.
- Calidad de la información recibida: tipos de señales.
- Ritmo individual de trabajo.
- Distribución de pausas.
- Confort ambiental del puesto.

4. ERGONOMIA AMBIENTAL

La definición que le otorga la Real Academia Española a la palabra confort, está relacionada con la comodidad y el bienestar del cuerpo, por lo tanto éste se vincula en especial con las funciones del cuerpo que puedan verse afectadas, como la audición, la visión, el sistema nervioso o los problemas articulares generados por el exceso de vibraciones.

Hablar entonces de "confort " significa eliminar las posibles molestias e incomodidades generadas por distintos agentes que intervienen en el equilibrio de la persona. La sensación de molestia acústica es algo subjetivo y por lo tanto variable.

Existen personas que son más sensibles que otras, y por lo mismo que existen actividades que requieren de distintos niveles para estar dentro de los límites del confort. No obstante, es posible delimitar ciertos rangos o patrones de niveles de confort producto de estudios realizados por diversas Instituciones Internacionales a través de las estadísticas, que se aceptan en general como valores admisibles para las distintas actividades humanas.

A lo largo de la historia la idea del confort ha evolucionado, los primeros significados que se le otorgó tuvo relación con el confortar, consolar o reforzar.

En el Siglo XVII, la idea de confort estuvo vinculada con lo privado, con la intimidad, se relacionaba con la domesticidad. En el siglo siguiente, se le dió más relevancia al ocio a la comodidad, mientras que en el siglo XIX, se tradujo como la calidad y el comportamiento de los elementos en los que

intervenía lo mecánico (luz, calor y ventilación). Ya en el Siglo XX, se le asignó el concepto de eficiencia y comodidad en los años siguientes cuando se planteó el confort como algo que podía ser cuantificado, analizado y estudiado.

Hoy en día es concebido por muchos investigadores como una invención verbal, un artificio cultural, y también como una experiencia objetiva que se experimenta personalmente. Existen otros en cambio que expresan que el confort es una sensación óptima compleja, que depende de factores físicos, fisiológicos, sociológicos y psicológicos, en donde el cuerpo humano se siente satisfecho y no necesita luchar con agentes nocivos e incómodos, ya que se encuentra en equilibrio con el entorno.

Han sido muchos los especialistas, además de organismos internacionales que se han dedicado al estudio de este tema. La **Organización Mundial de la Salud (OMS)**, define el confort como "**Un estado de Bienestar Físico, Mental y Social**".

En resumen, se puede afirmar que el análisis del confort resulta de suma importancia al momento de generar soluciones concretas para los lugares de trabajo, ya que permite considerar los parámetros y factores que intervienen en el bienestar mediante el diseño adecuado.

Parámetros del Confort

Son aquellas condiciones de tipo ambiental, arquitectónico, personal y sociocultural, que pueden afectar la sensación de confort de un individuo. Se pueden clasificar en:

Ambientales	Temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire, temperatura radiante, radiación solar, niveles de ruido.	Todos tienen variabilidad temporal
Arquitectónicos	Adaptabilidad del espacio, Contacto visual y auditivo.	

Parámetros del Confort

Los parámetros ambientales, pueden ser cuantificados, ya que se ha estandarizado su análisis, con el fin de mantener el confort ambiental.

Los parámetros arquitectónicos están relacionados directamente con las características de las edificaciones y la adaptabilidad del espacio, el contacto visual y auditivo que le permiten sus ocupantes.

Factores de Confort

Son aquellas condiciones propias de los usuarios que determinan su respuesta al ambiente. Son independientes de las condiciones exteriores y se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de los individuos.

	Metabolismo	Base o Basal de trabajo o muscular
Factores personales	• Ropa (grado de aislamiento) • Tiempo de permanencia (aclimatación) • Salud y color de la piel • Historial lumínico, visual y acústico • Sexo, edad, peso (constitución corporal)	
Factores socio - culturales	• Manejo de Información • Expectativas para el momento y lugar considerados.	

Factores de Confort

4.1 CONFORT ACÚSTICO

Las consecuencias para la salud si no existe confort

La primera molestia que ocasiona el ruido es ese malestar que sentimos cuando interfiere con la actividad que estamos realizando o cuando interrumpe nuestro reposo.

Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Sin embargo, es importante dar a conocer la lista de afecciones que puede causar este contaminante, entre ellas están:

- **Interferencia en la comunicación:** Los ruidos muy fuertes impiden que nos comuniquemos normalmente, pues, para hacerlo, nos vemos obligados a alzar mucho la voz o a acercarnos al oído de la otra persona.
- **Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento:** Cuando la realización de una tarea necesita la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración. Tareas como la lectura, razonamiento lógico y algunas que requieren de respuesta psicomotriz, pueden verse limitadas por los ruidos

intensos. Algunos accidentes, tanto laborales como de circulación, pueden ser debidos a este efecto. En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura.

Trastornos del sueño: El ruido influye negativamente sobre el sueño , en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios.

Daños al oído: A veces pensamos que solo un ruido muy fuerte y repentino, como el de una explosión, puede dañarnos el oído o hacernos perder la audición. Sin embargo, la exposición frecuente a ruidos como motores e incluso música muy alta, pueden causar daños en nuestro aparato auditivo. Hay varios tipo de "sordera" según la lesión que se produzca en el oído

Niveles de confort acústico según las actividades: (valores aconsejables)

Talleres	60-70 dB (A)
Oficinas Mecanizadas	50-55 dB (A)
Gimnasios, salas de deporte, piscinas	40-50 dB (A)
Restaurantes, bares, cafeterías	35-45 dB (A)
Despachos, bibliotecas, salas de justicia	30-40 dB (A)
Cines, hospitales, iglesias pequeñas, salas de conferencias	25-35 dB (A)
Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias	20-30 dB (A)
Salas de concierto, teatro	20-25 dB (A)
Clínicas, recintos para audiometrías	10-20 dB (A)
Sistema de ventilación	30-35 db (A)

Fuente: ISO R-1996/ UNE 74-022

Niveles de confort para oficinas

Tipo de Oficina	Leq promedio dB (A)
Oficinas muy pequeñas y tranquilas	40-45
Oficinas grandes y tranquilas	45-52
Oficinas grandes y ruidosas	53-60
Ruido de fondo	60-65

Fuente: NTP 503. Confort Acústico

Niveles recomendados según el tipo de fuentes sonoras

Fuentes Sonoras	Distancia (m)	Nivel de presión sonora dB (A)
Máquina de coser	1	93-100
Taladros	1	96-103
Cepillo mecánico	1	98-110
Sierras, pulidoras	10	90
Colectores	1	101-105
Máquina de remachar		110
Martillo neumático		100-110
Ferrocarril Suburbano	6	90-100
Trituradora/extractor de humo		70
Tráfico intenso	3-5	88
Tráfico calle silenciosa	10	60
Agentes atmosféricos		80
Sirena de ambulancia	15	90
Hablar a gritos	5	70-80
Conversación normal	1	50-55
Conversación nivel medio	1	60-66
Conversación nivel fuerte	1	70-80
Sala de estar		30-40
Equipos de sonido		90-100
Reactancias y fluorescencias		60
Frigoríficos		35

Fuente: Cavanaugh y Wilkes,1999./ Organización Mundial de la Salud (OMS)

También es importante dar a conocer los niveles de presión sonora que generan daño fisiológico en el trabajador. En este caso no se consideran los niveles de confort para el trabajador.

Tipo de Oficina	Leq promedio dB (A)
Oficinas muy pequeñas y tranquilas	40-45
Oficinas grandes y tranquilas	45-52
Oficinas grandes y ruidosas	53-60
Ruido de fondo	60-65

Fuente: Apud, Elías. Guía para la evaluación de trabajo pesado

4.2 CONFORT TÉRMICO

Un ambiente térmicamente ideal es aquel en el que los ocupantes no expresan ninguna sensación de calor o frío. La condición es un estado neutro en el cual el cuerpo no necesita tomar ninguna acción en particular para mantener su propio balance térmico.

La temperatura neutra de la piel es alrededor de 33°C y las sensaciones de calor o frío son producidas cuando la temperatura ambiente está arriba o abajo de ésta. Los principales factores que afectan la sensación de confort son: temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire, humedad relativa, nivel de ropa y grado de actividad. Cualquier cambio en ellos nos provoca las diferentes sensaciones de confort.

Temperaturas de confort

Han de evitarse las temperaturas y velocidades extremas, la temperatura de confort es recomendable que se mantenga entre los siguientes rangos:

Época del año	Temperatura °C
Invierno	20-24
Verano	23-26
Época del año	Velocidad del viento (m /seg)
Invierno	0.14
Verano	0.25
Epoca del año	Humedad Relativa (%)
Invierno	45
Verano	65

Fuente:ISO 7730 y EN-27730

Cada autor aconseja la temperatura de acorde a su origen, (medio ambiente de su lugar de trabajo), la mayoría de los datos que se cuentan en el país provienen del hemisferio norte, donde por ejemplo se da como recomendación para tareas en oficina o trabajos sedentarios la temperatura debe variar entre 16 y 20 °C, mientras que en la actividad fabril entre 12 y 15 °C.

Además la temperatura se mide de acuerdo al tipo de tarea que realiza la persona. De esa manera se consideran los siguientes niveles de confort.

Tipo de tarea	Temperatura del aire °C
Sentado efectuando una tarea intelectual	21
Sentado haciendo trabajo liviano	19
De pie haciendo trabajo liviano	18
De pie haciendo trabajo corporal pesado	17
Haciendo trabajo corporal muy pesado	15-16

Fuente: Schmidke/ R.D. 486/97

Aclimatación

El problema de la aclimatación en los lugares de trabajo se resuelve con la implementación de equipos de aire acondicionado o de calefacción central, pero lamentablemente no todas las personas tienen la misma sensación térmica, además ésta se ve afectada por el tipo de actividad (sedentaria, dinámica).

Sensación	Primavera	Invierno	Otoño	Verano
Tórrido	35	28	35	40
Calor	24	22	26	27
Tibio	19	18	22	23
Confortable	15	14	18	20
Fresco	12	11	14	16
Muy fresco	10	8	11	14
Frío	8	6	8	11
Muy frío	5	3	5	8
Helado	2	0	2	4

Fuente: Puppo, 1980

4.3 CONFORT LUMÍNICO

La mayor parte de la información la recibimos por la vista. Para que nuestra actividad laboral se desarrolle de una forma eficaz, necesita que la luz (entendida como característica ambiental) y la visión (característica personal), se complementen para conseguir una mayor productividad, seguridad y confort.

La luz se define como una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal. La visión es el proceso por medio del cual la luz se transforma en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones, siendo el ojo el órgano encargado de hacerlo.

En la visión se han de tener en cuenta los aspectos personales del individuo, su agudeza visual (facultad que tiene el ojo para distinguir objetos que estén

próximos), la sensibilidad del ojo (capacidad para ajustar automáticamente las diferentes iluminaciones de los objetos) y el campo visual (acomodación del ojo para formar la imagen nítida del objeto que está a una determinada distancia). En todos ellos influye la edad del individuo de forma negativa.

En la iluminación se utilizan una serie de magnitudes que son esenciales para una comprensión adecuada. Estas magnitudes son:

- El flujo luminoso, es la potencia luminosa que emite una fuente de luz.
- La intensidad luminosa es la forma en que se distribuye la luz en una dirección.
- El nivel de iluminación es el nivel de luz que incide sobre un objeto.
- La luminancia es la cantidad de luz que emite una superficie, es decir, el brillo o reflejo.

Una iluminación correcta permite distinguir las formas, colores, objetos, y que todo ello, se realice fácilmente sin ocasionar fatiga visual. A la hora de diseñar un ambiente luminoso adecuado para la visión, es necesario atender a la luz proporcionada y a que ésta sea la más adecuada. Una distribución inadecuada de la luz puede conducir a situaciones que provoquen dolores de cabeza, incomodidad visual, errores, fatiga visual, confusiones, accidentes y sobre todo la pérdida de visión. Por este motivo se ha de tener en cuenta la tarea a realizar en ese puesto de trabajo, las características del local y las del trabajador.

Para asegurar el confort visual hay que tener en cuenta tres condiciones básicas:

Nivel de iluminación, deslumbramientos y contrastes

Un buen sistema de iluminación debe asegurar suficientes niveles de iluminación en los puestos de trabajo y en sus entornos.

Los lugares de trabajo han de estar iluminados preferentemente con luz natural, pero de no ser suficiente o no existir, deberá ser complementada con luz artificial. Será una iluminación general, complementada a su vez por luz localizada cuando la tarea así lo requiera.

Lugar de trabajo niveles mínimos de iluminación (lux)

Zonas donde se ejecutan tareas con:

Tareas	Niveles de iluminación (lux)
Bajas exigencias visuales	100
Exigencias visuales moderadas	200
Exigencias visuales altas	500
Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Fuente: RD 486/1997

La distribución de las fuentes de luz es un factor que debe ser atendido particularmente, ya que, la mala distribución de los niveles de luz puede ocasionar brillos o deslumbramientos. **Los deslumbramientos** se producen al incidir un haz de luz sobre el ojo, ocasionado por el reflejo del haz sobre una superficie o directamente sobre el campo de visión del trabajador. Los deslumbramientos motivan incomodidad y disminuyen la percepción visual.

La distribución de la luz será lo más uniforme posible, evitando que incidan sobre el campo visual del trabajador directamente. La forma de disminuir los deslumbramientos es cubrir las lámparas con difusores, paralúmenes u otros sistemas que permitan regular la luz evitando la visión directa del foco luminoso.

Otro factor a tener en cuenta son los contrastes, entendiendo por contraste el equilibrio entre la luminancia del objeto y las superficies que el trabajador tiene en su campo visual. Deben evitarse los fuertes contrastes, así como, los espacios con contrastes débiles. El objetivo es conseguir un equilibrio en todo el espacio de trabajo, tanto entre las distintas fuentes de luz (general y localizada), como entre el plano de trabajo y las paredes, así como, en los desplazamientos por el lugar de trabajo.

Color:

El color percibido por las personas está relacionado directamente con sus emociones , su estado anímico y sus respuestas fisiológicas, y por lo tanto , con las condiciones de confort psicológico, las que afectan en su eficiencia , productividad, pudiendo afectar la salud.

Colores	Asociaciones o influencias
Rojo	Asociado a la calidez, excitación, y pasión.
Café	Asociado al sentido de la protección el arraigo.
Naranja	Estimulante, excitante, y produce entusiasmo. Se asocia a ardor, pasión, aunque puede resultar agresivo y violento.
Amarillo	Tranquilizante, es un color asociado a la adaptabilidad, es motivante, y generalmente se asocia con la esperanza.
Azul	Emociones profundas, la reflexión y el juicio. Propicia la relajación y la concentración. Se asocia con virtudes como la bondad, espiritualidad, humildad, lealtad, tolerancia y la concentración.
Violeta	Se asocia con virtudes como la bondad, espiritualidad, humildad, lealtad, tolerancia y la paciencia.
Gris	Asociado a la imparcialidad y la neutralidad.
Blanco	Representa la pureza, la pulcritud y la perfección.

Fuente: Rodríguez, 2001

El color de la luz como parámetro de confort visual es analizado de acuerdo a dos factores:

a) Temperatura del color. Puede tener efectos positivos o negativos sobre las personas, conforme al tipo de actividad, ya que ésta define la apariencia de color de la luz emitida por la lámpara y del ambiente en sí. El color de la iluminación va a estar dado por la presencia o ausencia de luz natural, de las condiciones climáticas y de las preferencias personales.

b) Índice de rendimiento. Se refiere a la capacidad cromática de una fuente luminosa, se considera para la selección del tipo de lámparas a utilizar al interior del recinto. Es necesario considerar la calidad de la luz que se emite en función de facilitar al ojo humano la diferenciación y reconocimiento de los diferentes objetos que se están iluminando.

5. METODOS EVALUATIVOS

5.1 NTP 451: Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales

En esta Nota Técnica de Prevención se exponen brevemente algunos métodos de evaluación de las condiciones de trabajo que pueden ser de interés. Así mismo se presentan cuadros comparativos de las características de los distintos métodos.

Evaluation des conditions de travail: Méthodes Générales
Work condition assessment methods: General Methods

Introducción

Uno de los aspectos que contempla la Ley de Prevención de Riesgos Laborales consiste en optimizar las condiciones de trabajo; para ello no sólo se deben tener los medios, métodos y/o técnicas que permiten identificar cuáles son estas condiciones de trabajo, sino que además se tiene que poder valorar su grado de adecuación: desde identificar situaciones muy desfavorables que se tienen que modificar con urgencia, a situaciones donde las condiciones de trabajo, en principio, son adecuadas.

Ya desde los inicios de la Ergonomía se realizaron, y siguen realizándose, continuos esfuerzos para la elaboración de herramientas que sirvan para conocer y valorar estas condiciones de trabajo, lo que ha dado lugar a un gran número de métodos de evaluación. Existe una gran variedad de métodos que se pueden clasificar de la siguiente forma: por su nivel de especificidad, en métodos específicos y generales; por su nivel de subjetividad, en objetivos y subjetivos; y según su facilidad de uso, en simples o rápidos y laboriosos.

De entre todos los métodos de evaluación objetiva que realizan una valoración de las condiciones de trabajo, podemos destacar por ser los más tradicional y ampliamente utilizados, los siguientes: Método LEST, Método Los perfiles de puestos (RENAULT), Método FAGOR, Método Ergonomic Workplace Analysis y Método ANACT (ver bibliografía).

Objetivo

Los métodos que se describen en esta NTP permiten analizar las condiciones de trabajo de un puesto de trabajo determinado, por lo que es útil en la evaluación de riesgos. Tal como dice el artículo 4 del Reglamento de los Servicios de Prevención: “se tendrán en cuenta las condiciones de trabajo existentes o previstas, tal como quedan definidas en el apartado 7 del artículo 4 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales”.

Para disponer de más información sobre algunos de los métodos que existen actualmente en el mercado, se describen, en forma de tablas, unos cuadros comparativos con las principales características de los mismos. En la Tabla 4 se comparan cinco de los principales métodos generales de condiciones de trabajo, en cuanto a: el tipo de valoración que hacen, los instrumentos que utilizan, el tiempo aproximado que requieren, cuáles son sus aplicaciones, en qué nivel participan los trabajadores y otros comentarios generales. En la Tabla 5 se citan los factores que analizan estos métodos.

Metodo / parametro	LEST	RENAULT	FAGOR	ANACT	EWA
Persona e instrumentos de recogida de datos	Técnico experto con los instrumentos: luxómetro, anemómetro, sonómetro, cronómetro, cinta métrica	Técnico con los instrumentos: cinta métrica, luxómetro, sonómetro, anemómetro y /o ejemplos orientativos de valoración	Técnico con termómetro, sonómetro y luxómetro	No requiere formación específica. Se pueden seguir las puntuaciones orientativas o para mayor precisión utilizar instrumentos: sonómetro, luxómetro, ...	Observación y entrevista y/o aparatos simples de medición
Tiempo aproximado de observación	3-4 h.	2-3 h.	30 min-1 h.	2-3 h.	15 min- 30 min
Valoración (puntuaciones altas corresponden a peores condiciones de trabajo)	Se valoran los aspectos de 0 a 10 puntos, que se recategorizan en 5 niveles de gravedad	Valoración en 5 niveles	Valoración en 5 niveles, excepto los apartados abiertos	La evaluación da como resultado 3 niveles. La encuesta pondera el	Para todos los factores: Valoración del analista con 5 niveles. Valoración

				peso de los factores entre 0 y 3	del trabajador con 4 niveles
Aplicaciones	Preferentemente puestos fijos del sector industrial, poco o nada cualificados	Puestos de cadena de: montaje, trabajos repetitivos y de ciclo corto	En su origen, análisis a nivel individual o de conjunto de las plantas de la propia empresa. Adecuado a puestos similares en el sector industrial	Análisis de las condiciones de trabajo en la empresa para promover la acción. No específica aplicaciones concretas, en general relacionado con el sector industrial	No está orientado a trabajos en cadena
Participación de los trabajadores	En la discusión de resultados	Pueden realizar la evaluación los trabajadores , después de un período breve de	Se incluye un apartado de "opinión del operario"	"Los trabajadores , sea cual sea su función, son los mejores expertos de sus	Se entrevista a los trabajadores, mientras se realiza la evaluación

		formación		condiciones de trabajo". Participan en todos los niveles	
Comentarios	• Referencia básica para los otros métodos • Justifica teóricamente los elementos evaluados en el método • Herramienta de mejora de las condiciones de trabajo • No incluye factores de salario, o seguridad en el empleo	• Referencia para muchos otros métodos • Es susceptible de ser adaptado y modificado para analizar otras características	• Método sencillo, gráfico, con posibilidad de fácil manejo y una fácil comprensión • Es una aplicación elaborada por una empresa en concreto	• Aproximación pluridisciplinar y participativa • Es una guía de análisis que debe ser adaptada a cada situación • En la recogida de datos se parte de una visión global del conjunto de la empresa, hasta la visión detallada de un puesto concreto	• Elaboración desde el punto de vista ergonómico • Las escalas de los ítems no son comparables.

TABLA 4. Descripción de las características más importantes.

LEST	RENAULT	FAGOR	ANACT	EWA
Descripción de la tarea A. Entorno físico ambiente térmico ruido iluminación vibraciones B. Carga física, carga estática, carga dinámica C. Carga mental apremio de tiempo complejidad- rapidez atención minuciosidad D. Aspectos psicosociales iniciativa status social comunicaciones cooperación identificación con el producto E. Tiempo de trabajo tiempo de trabajo Cuestionario de empresa	Criterios de evaluación Concepción del puesto altura- alejamiento alimentación- evacuación aglomeración- accesibilidad mandos- señales A. Seguridad B. Entorno físico ambiente térmico ambiente sonoro iluminación artificial vibraciones higiene industrial aspecto del puesto C. Carga física postura principal postura más desfavorable esfuerzo de trabajo postura de trabajo esfuerzo de manutención postura de manutención D. Carga mental operaciones mentales nivel de	Datos de identificación Factores de riesgo: A. Ambiente físico iluminación ruido ambiente térmico ambiente atmosférico carga física postura habitual habilidad manual B. Organización horario de trabajo tiempo de ciclo tiempo de autonomía espacios y grupos. Descripción y observaciones Definición del puesto material que utiliza prendas de seguridad del puesto riesgo de accidente opinión del operador	Conocer la empresa Análisis global de la situación Encuesta sobre el terreno: A. Contenido del trabajo B. Puesto de trabajo C. Entorno del puesto D. Distribución del trabajo E. Ejecución de las tareas F. Evaluación- promoción del personal G. Relaciones sociales H.	Contenidos 1. Puesto de trabajo 2. Actividad física general 3. Levantamiento o de cargas 4. Postura de trabajo y movimientos 5. Riesgo de accidente 6. Contenido del trabajo 7. Autonomía 8. Comunicación del trabajo y contactos personales 9. Toma de decisiones 10. Repetitividad del trabajo 11. Atención 12. Iluminación 13. Ambiente

	atención E. Autonomía autonomía individual autonomía de grupo F. Relaciones independientes del trabajo dependientes del trabajo G. Repetitividad repetitividad del ciclo H. Contenido del trabajo potencial responsabilidad interés del trabajo		Individuo y grupos I. Estilo de mando Asignar peso balance del estado de las condiciones de trabajo Discusión de los resultados obtenidos y propuesta de un programa de mejora concreto.	térmico 14. Ruido
--	--	--	---	---------------------------------

TABLA 5. Listado de los factores en los distintos métodos

Guía de observación

Para el análisis de las condiciones de trabajo son muchos los métodos que se pueden utilizar, aunque no todos son aplicables a todas las situaciones, ni aportan los mismos resultados. A continuación se describen y comparan brevemente algunos de los métodos más importantes y más utilizados en la evaluación de las condiciones de trabajo (ver Tablas 4 y 5).

Todos estos métodos tienen en común ser de aplicación externa, es decir, se trata de métodos en los que, aunque el trabajador puede participar más o menos en la obtención de los resultados, no es el que aplica el método.

5.1.1 Método LEST

[LABORATOIRE DE ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE DU TRAVAIL, 1978]

El método LEST consiste básicamente en una guía de observación de uso relativamente simple y rápido, que permite recoger algunos datos de manera tan objetiva como sea posible sobre los diversos elementos de las condiciones de un puesto de trabajo, para establecer un diagnóstico.

Los objetivos del método LEST son los siguientes:

- Describir las condiciones de trabajo de manera tan objetiva como sea posible para tener una visión de conjunto del puesto de trabajo.
- Servir de base a la discusión entre directivos de empresa, representantes de los trabajadores y técnicos, para definir un programa de mejora de las condiciones de trabajo.

Por condiciones de trabajo se entiende el contenido de trabajo y las repercusiones que pueden tener en la salud y sobre la vida personal y social de los asalariados. Se excluye el nivel de remuneración, los beneficios sociales y la seguridad en el empleo, ya que responden a otros campos de estudio.

Este método no puede ser adaptado a todos los puestos de trabajo sin distinción. En general se dice que es aplicable a puestos del sector industrial, poco o nada cualificados y trabajos en cadena; aunque algunas partes de la guía de observación, como son los apartados referentes a el ambiente, la postura y el consumo físico, son aplicables a un mayor tipo de puestos de trabajo, todo tipo de puestos del sector industrial, puestos donde estos factores sean más o menos constantes. En cualquier caso, no se debería aplicar en los trabajos en los que el ambiente físico varíe, o en aquellos puestos que no tienen un ciclo de trabajo bien determinado.

El método LEST es uno de los primeros métodos de análisis de las condiciones de trabajo, algunas de sus aportaciones más importantes son las que se describen a continuación:

- La difusión de los conocimientos necesarios en el estudio de las condiciones de trabajo (se recogen los conocimientos existentes hasta el momento de su elaboración, se justifican las preguntas formuladas y cómo valorarlas para llegar a una puntuación de 0 a 10).
- El servir de base a programas de formación sobre las condiciones de trabajo.
- El proporcionar un lenguaje común para aquellos a quienes les interesa la mejora de las condiciones de trabajo.
- El establecer indicadores de las condiciones de trabajo de la empresa.
- La consideración de los diversos elementos de las condiciones de trabajo.
- El modificar la definición de los puestos de trabajo en la empresa (no sólo puede servir para describir las condiciones existentes, sino para prever cuáles podrían ser las condiciones en los nuevos talleres).

5.1.2 Método de los perfiles de los puestos RÉGIE NATIONALE DES USINES RENAULT, 1979

A grandes rasgos se puede decir que este método pretende optimizar el puesto, permite comparar diversas soluciones y elegir una de ellas, permite mejorar los puestos priorizando sus aspectos más inadecuados y, por último permite actuar sobre la concepción de las instalaciones y del producto. En concreto, los objetivos prioritarios del método RENAULT son los siguientes: mejorar la seguridad y el entorno, disminuir la carga de trabajo física y nerviosa, reducir la presión de trabajo repetitivo o en cadena y crear una proporción creciente de puestos de trabajo de contenido elevado.

Este método de evaluación ha sido diseñado atendiendo a estos objetivos, con la intención de facilitar la apreciación de las condiciones de trabajo. Permite a los técnicos y especialistas de las condiciones de trabajo evaluar los principales problemas de las situaciones existentes, así como de los proyectos en vías de elaboración. A partir de estas evaluaciones se puede llegar a realizar las correcciones necesarias o a elegir entre diversas soluciones técnicas posibles, las que correspondan mejor a los objetivos de las condiciones de trabajo, teniendo en cuenta los condicionantes técnicos y económicos.

Los criterios de evaluación están deliberadamente elegidos de forma simple y precisa, con el fin de que sea posible llegar a un método operativo fácilmente utilizable por todo técnico dotado de una formación adecuada. En este caso, la documentación técnica que se adjunta de cada uno de los factores es menos extensa que la del método LEST, aunque también es importante. Por

otro lado, es interesante apreciar que estos dos métodos tienen un desarrollo paralelo en el tiempo, apareciendo prácticamente en el mismo momento y siendo los padres de la gran mayoría de desarrollos posteriores.

5.1.3 Método perfil del puesto

FAGOR, 1987

La idea de desarrollar un método como el FAGOR surgió después del conocimiento de otros métodos como el LEST o el RENAULT. Se inició por parte del servicio médico de empresa, el diseño de un instrumento válido de objetivación, que sirviera para dar a conocer, de forma simple y ordenada, la situación de sus plantas industriales, tanto a nivel individual como de conjunto. Se orientó hacia el conocimiento del ambiente laboral concreto que pudiera originar cambios en la salud. Igualmente, se descartaron los reconocimientos rutinarios, exhaustivos y sin fiabilidad concreta, quedando únicamente unos mínimos indispensables y obligatorios.

El objetivo era conseguir un método sencillo, gráfico, con posibilidad de un fácil manejo y una fácil comprensión y con miras a un posible tratamiento informático. En su elaboración se evitaron los grandes planteamientos y las investigaciones teóricas que en este caso no se podían abordar.

Este método es un buen ejemplo de cómo adaptar las aportaciones de otros métodos o técnicas a unas necesidades específicas en un contexto espaciotemporal determinado.

Método Ergonomic workplace analysis (EWA) Análisis ergonómico del puesto de trabajo.

[FINNISH INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH, 1989]

El método EWA es un instrumento que permite tener una visión de cuál es la situación de un puesto de trabajo. En concreto su objetivo es diseñar puestos de trabajo y tareas seguros, saludables y productivos; para ello se basa en: la fisiología de trabajo, la biomecánica ocupacional, la psicología de la información, la higiene industrial y el modelo sociotécnico de la organización de trabajo. Parte de las recomendaciones y objetivos generales para trabajar con seguridad y salud (por ejemplo, de las convenciones de la Organización Internacional del Trabajo - OIT).

La aplicación del método puede ser útil en las siguientes ocasiones:

- Hacer un seguimiento de las mejoras implantadas en un centro de trabajo.
- Hacer una comparación de distintos puestos de trabajo.
- Para el mantenimiento formal de los datos de las condiciones del puesto de trabajo.
- Transferir información ergonómica de un usuario al diseñador.
- Para la recolección de fuentes materiales básicas.
- Ubicación de personal, etc.

Su contenido y estructura lo hacen más apropiado para actividades manuales de la industria y para la manipulación de materiales. Pero el análisis también puede utilizarse para otros tipos de tareas o puestos de trabajo más o menos independientes, que no son de trabajo en cadena como por ejemplo, un puesto de control del proceso, un puesto en un torno, etc. En estos casos debería evaluarse cuidadosamente la importancia de cada uno de los ítems y cuáles pueden ser irrelevantes para la tarea. Si el analista decide que la mayoría de los ítems no son relevantes para la tarea que va a analizar, se deberían utilizar otros métodos más específicos. Por otro lado, en los casos en los que la tarea es variable y el contenido de trabajo amplio, es preferible una descripción verbal.

5.1.4 Método ANACT

[AGENCE NATIONALE POUR L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL, 1984]

El método ANACT, a diferencia de otros métodos, se elaboró con la intención de que sirva en cada caso de base para la elaboración de la herramienta que parezca más apropiada. Se trata de un instrumento para el análisis y para la acción sobre las condiciones de trabajo, con el objetivo de comprender y actuar sobre ellas, permite evaluar una situación e identificar las causas que han conducido a esta situación.

Este método de análisis permite reunir en etapas sucesivas las informaciones necesarias para el diagnóstico. Las informaciones que se han de recoger son de naturaleza diversa; algunas son datos objetivos, otras se refieren a opiniones; en ocasiones estas fuentes son dispares lo que obliga a su confrontación. En algunos casos se requiere la intervención de un experto.

Éste es uno de los únicos métodos en que primero se realiza un análisis global, de toda la empresa, y entonces se pasa al análisis de un puesto de trabajo concreto.

El método ANACT se compone de dos instrumentos distintos pero complementarios. El primer instrumento titulado método de análisis y diagnóstico ofrece a la vez un procedimiento para analizar las situaciones de trabajo y varias fichas técnicas de cuadros o cuestionarios que permitirán

proceder a este análisis. En esta parte el material, para ser realmente eficaz, debe ser adaptado. Por ejemplo, ciertas cuestiones relativas al trabajo en un taller de fabricación deberán ser ligeramente adaptadas para el análisis de una oficina, ya que las informaciones que deben recogerse no tienen la misma importancia para todas las empresas.

El segundo es una especie de pequeña biblioteca que proporciona una visión rápida sobre los principales problemas encontrados en el trabajo diario, así como la información elemental que permite entrar rápidamente en vías de solución. Son conocimientos sobre la organización del trabajo y sobre los principales inconvenientes encontrados en los lugares de trabajo, así como referencias en materia de normas, legislación y direcciones útiles que cada uno podrá completar a su voluntad.

Estos dos instrumentos pueden ser utilizados conjunta o separadamente, según los problemas que se tengan que resolver o el detalle del análisis al cual se desee llegar.

Este documento proporciona paso a paso los medios necesarios para un análisis profundo del trabajo, conduce a la elaboración de un diagnóstico y a construir las bases de un plan de acción. Como método orientado para la acción permite clasificar y jerarquizar mejor los problemas, así como permite negociar las prioridades, para proponer un plan de acción y asegurar la continuidad del mismo.

Otros métodos

A parte de los métodos anteriormente expuestos existe un amplio grupo de métodos que analizan las condiciones de trabajo, aunque gran parte de ellos derivan unos de otros. Existe una gran variedad: algunos de ellos son específicos para determinados sectores de actividad (condiciones de trabajo en centros hospitalarios, etc.), otros según el tipo de actividad (test de auto evaluación para usuarios de pantallas de visualización de datos, etc.), algunos según el tipo o tamaño de la organización (Método PYMES), etc. En cada situación se debe valorar cuál de ellos es el más adecuado.

Entre los distintos métodos cabe destacar los que figuran en el siguiente listado, aunque no es una relación exhaustiva de todos los métodos comercializados y existentes en el mercado.

- Método PYMES. Método de Evaluación de las Condiciones de Trabajo en Pequeñas y Medianas Empresas. (CNCT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, 1997, 2º ed.).
- Método FREMAP. Criterios de evaluación para el análisis ergonómico de los puestos de trabajo. Centro de prevención y rehabilitación.
- Método A.E.T. (Arbeitswissenschaftliches Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse) (RohmertLandau, también llamado Método Ergonómico de Análisis de Tareas).
- Método de la S.A.V.I.E.M. (Sociedad Anónima de Vehículos Industriales y Equipamientos Mecánicos, 1973) (Van Deyver).
- Análisis ergonómico elemental. (Bois, 1977).
- Evaluación de puestos de trabajo PAQ. (McCormick).
- Condiciones de trabajo en Centros Hospitalarios. Metodología de Auto evaluación. INSHT (1992).
- Test de auto evaluación para usuarios de pantallas de visualización de datos. Encuesta de auto evaluación de las condiciones de trabajo. NTP 182. INSHT.
- Cuestionario de control para el análisis de los puestos de trabajo. Grandjean (1983).

Conclusiones

En esta Nota Técnica de Prevención se han tenido en cuenta métodos de evaluación de las condiciones de trabajo que proporcionan una valoración global del puesto. No se han tenido en cuenta aquellos métodos o técnicas que inciden sólo en la detección de los riesgos o las consecuencias que éstos pueden tener, ni aquellos que son simplemente guías o checklist de los factores y que no realizan valoraciones del nivel de gravedad de las condiciones.

Como se ha expuesto anteriormente, se debe destacar que el método LEST, a pesar de ser un método antiguo, se continúa aplicando y utilizando para la evaluación de las condiciones de trabajo y, en cualquier caso, es un referente en el que se basan muchos de los otros métodos desarrollados.

A modo de resumen, hay que destacar que todos los métodos expuestos anteriormente tienen su utilidad y son apropiados para determinados tipos de puestos de trabajo. Unos son más exhaustivos que otros, con ámbitos de aplicación más restringidos o más extensos, y más o menos fáciles y rápidos de aplicar. Es muy importante escoger el método más adecuado en cada caso, e incluso, en algunas ocasiones, se debe adaptar alguno de los existentes a cada situación en concreto. (NTP 451: Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales).

5.2 ANÁLISIS DE RIESGO POR OFICIO (ARO)

El análisis de riesgo por oficio (ARO), es un método cualitativo que permite identificar los pasos básicos de una tarea, determinar los factores de riesgo asociados con cada uno de los pasos y por ultimo establecer las medidas preventivas para eliminar o controlar dichos factores. Por que aparece aquí como una metodología ergonómica? Simplemente por que la ergonomía es sistémica y el ARO aborda sistemicamente al puesto de trabajo y cada uno de los elementos del sistema ergonómico.

El ARO tiene como propósito el servir de guía para enseñar hacer un trabajo, asegurando, en forma consistente, que todos los aspectos importantes de un oficio serán considerados y evaluados a fin de determinar un procedimiento unificado con el máximo de eficiencia y seguridad. Por lo anterior el ARO se puede decir que no es solamente evaluativo, sino también es una estrategia de intervención.

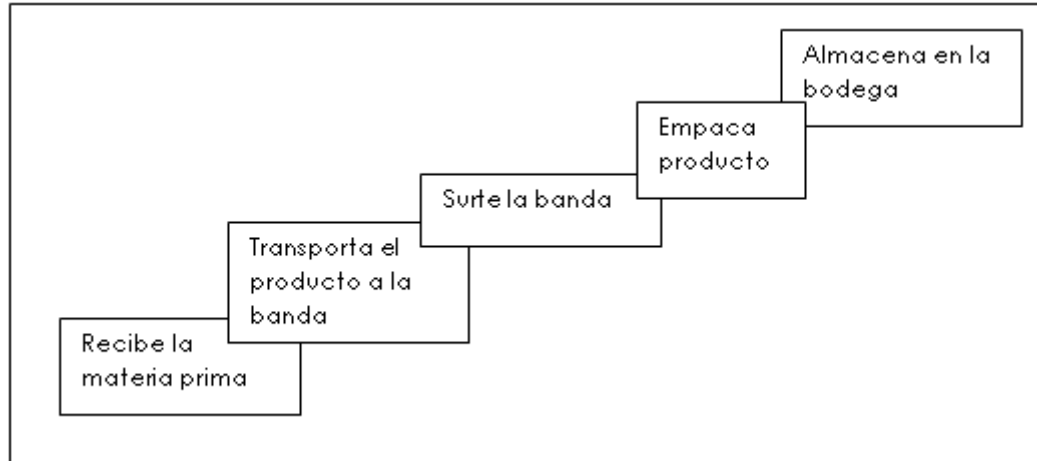
Los principales objetivos del ARO son: identificar factores de riesgos que alteren el adecuado desempeño ocupacional, definir o actualizar los estándares de seguridad, actualizar panoramas o inventarios de riesgo, evaluar el desempeño del trabajador, y determinar estrategias de intervención para mejorar el sistema ergonómico.

El ARO tiene una característica importante lo cual lo hace aun más especial y es que para su elaboración debe ser realizado por un equipo que generalmente incluye al trabajador o trabajadores que están mas familiarizados con la tarea, el supervisor, los ingenieros, terapeutas ocupacionales y otros especialistas en mantenimiento, ergonomía o salud ocupacional.

El secreto para realizar un ARO va en el principio de visita al puesto de trabajo y observación directa, se pueden utilizar diferente técnicas como la grabación; es necesario observar completamente el desarrollo de la actividad y a veces repetir la observación.

Básicamente un análisis de riesgo por oficio es un proceso que comprende tres etapas: identificación de pasos o tareas básicas del oficio, determinación de riesgo y recomendaciones.

1. Identificación de los pasos básicos: Aquí se consiga el que se hace a continuación usted encontrara un grafico donde se consignan los pasos básicos de una ocupación.



Pasos básicos ARO

2. Análisis de los posibles riesgos estos se debe redactar en forma breve en la plantilla, describiendo el tipo de incidente, accidente (lesiones o daños) que potencialmente se puede presentar. A continuación usted encontrara un grafico donde se relacionan algunos riesgos.



Relación de riesgos

3. Medidas recomendaciones: esta es la última etapa de un proceso de Análisis de Riesgos por Oficios, es recomendar las formas para eliminar o controlar los factores de riesgo asociados con cada uno de los pasos de la tarea.

Es de gran importancia resaltar que un Aro no tiene sentido si solo se queda en la identificación de pasos y riesgos, Según la división de capacitación de la Administradora de riesgos Suratep se recomienda que el equipo comience a formular las medidas de prevención y control en secuencia, es decir, comenzando con el primer paso de la tarea hasta agotar cada uno de los riesgos enumerados; ya que ello permite estudiar los efectos que podrían tener sus recomendaciones en los pasos subsiguientes.

A continuación les presento la Plantilla para la realización del Análisis de Riesgo Por Oficio.

ANALISIS DE RIESGO POR OFICIO	Nombre del oficio:
--------------------------------------	---------------------------

Departamento	sección	Responsable
Fecha de ejecución	Equipo de trabajo para el ARO	

Tipos de accidentes especiales	Elementos de protección personal
---------------------------------------	---

Pasos básicos del oficio	Tipo de riesgo	Medidas correctivas recomendadas

Plantilla 1. Análisis de Riesgo Por oficio

Tomado de: BETANCOUR G, Fabiola. Procedimientos administrativos para el mejoramiento continuo de las condiciones de trabajo y los comportamientos. Administradora de riesgos Profesionales SURATEP.1999. Pág. 6

Es de gran importancia resaltar que el Análisis de riesgo por oficio como metodología ergonómica permite identificar cual es la tarea o pasó más riesgoso, a su vez podemos visualizar cual de los elementos del sistema esta fallando el hombre, la maquina o el ambiente o en su defecto los tres. A continuación presento a modo de ejemplo un Análisis de Riesgo por Oficio.

PASOS BASICOS DEL OFICIO	TIPO DE RIESGO	MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS
1. Retirar la mercancía de la estantería	1.1 Caída de la escalerilla 1.2 Sobreesfuerzos al hiperextenderse 1.3 Caída de materiale	1.1.1 colocar material antideslizante en los escalones 1.1.2 Subir la escalerilla en el lugar preciso 1.2.1 ubicar la escalerilla en el lugar preciso 1.2.2 Retirar el producto con las manos flexionadas 1.3.1 Elaborar y divulgar las normas de almacenamiento
2. transportar el producto hasta el sitio de empaque	2.1 sobreesfuerzo al empujar 2.2 manos golpeadas contra los estantes u otros obstáculos 2.3 colisión con otros vehículos y obstáculos 2.4 caídas o derrames del producto	2.1.1 colocar sobre la carretilla una carga moderada 2.2.1 usar guantes de cuero 2.3.1 quitar diariamente los obstáculos 2.3.2 empujar los carros sin correr 2.4.1 colocar barandas a los carros
3. empacar varios productos en una caja de cartón	3.1 sobreesfuerzo al empacar 3.2 fricciones y golpes con el alambre	3.1.1 instalar un equipo neumático o hidráulico para levantar 3.2.1 Usar guantes de cuero y gafas de seguridad
4. Colocar la caja sobre la banda transportadora	4.1 sobreesfuerzo al retirar la caja 4.2 dedos atrapados entre la caja y la banda 4.3 caíd a del material de la banda	4.1.1 instalar equipo neumático o hidráulico 4.2.1 ubicar el equipo anterior a nivel de la banda y arrastrar la caja 4.3.1 Disminuir velocidad de la banda

Ejemplo. Análisis de Riesgo Por oficio

Tomado de: BETANCOUR G, Fabiola. Procedimientos administrativos para el mejoramiento continuo de las condiciones de trabajo y los comportamientos. Administradora de riesgos Profesionales SURATEP.1999. Pág. 14

En la anterior plantilla usted visualizo en las recomendaciones unas de **color azul** y otras de **color rojo**, si analizamos detenidamente esta información usted se dará cuenta que las de **color azul** me dan una orientación de fallas generadas por el factor humano y las de **color rojo** nos pueden orientar a fallas en el factor maquina y ambiente.
¿Cuándo puede usted aplicar un ARO?

- Cuando quiera mejorar un proceso
- Cuando quiera identificar y/o disminuir riesgos
- Cuando quiera identificar los elementos que están fallando en el sistema ergonómico
- Cuando quiera adaptar o rediseñar
- Cuando quiera estandarizar procesos
- Cuando quiera mayor seguridad

En fin, el aro es una herramienta integral y flexible, que usted puede implementar antes de motar un proceso productivo, durante la ejecución o marcha de los procesos o como estrategia de prevención o intervención.