

## NTP 366: Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad



Viellissement et travail; audition et motricité  
The ageing process; hearing and musculoskeletal capacity

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactores:

Jesús Pérez Bilbao  
Ldo. en Psicología

Eduardo Salvador Peracaula  
Ldo. en Sociología

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

### Introducción

El envejecimiento hace referencia al conjunto de procesos desfavorables, con causas biológicas que se van originando en el devenir del tiempo y que suelen dar como resultado una disminución de las capacidades psicosomáticas que, en los últimos años, limita la adaptación del organismo al medio y su capacidad de respuesta a las distintas exigencias de éste.

El envejecimiento da lugar a resultados finales distintos y está sometido a la variabilidad individual, manifestándose como un proceso insidioso, con distintas partes del cuerpo envejeciendo a distintas velocidades.

Junto con la visión, las capacidades auditivas y motrices son las que presentan modificaciones ligadas al envejecimiento suficientemente importantes como para estudiar su influencia en el entorno de trabajo.

### La audición

Al igual que en la capacidad de percepción visual, el envejecimiento normal produce cambios en la capacidad auditiva que pueden verse magnificados por la existencia de enfermedades o por los efectos de la exposición a ambientes sonoros elevados.

La pérdida de audición puede clasificarse no sólo por ser de transmisión, sensorial o neurológica sino también atendiendo a la causa que la origina. Según este criterio, las pérdidas auditivas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Pérdida auditiva inducida por ruido. A su vez, ésta puede ser:
  - Pérdida auditiva industrial; debida a exposición a ambientes laborales ruidosos.
  - Socioacusia; debida a los ruidos de la vida cotidiana.
- Nosoacusia; atribuída a causas como sorderas progresivas hereditarias, ciertas enfermedades, fármacos ototóxicos, etc.
- Presbyacusia; pérdida causada por el proceso de envejecimiento.

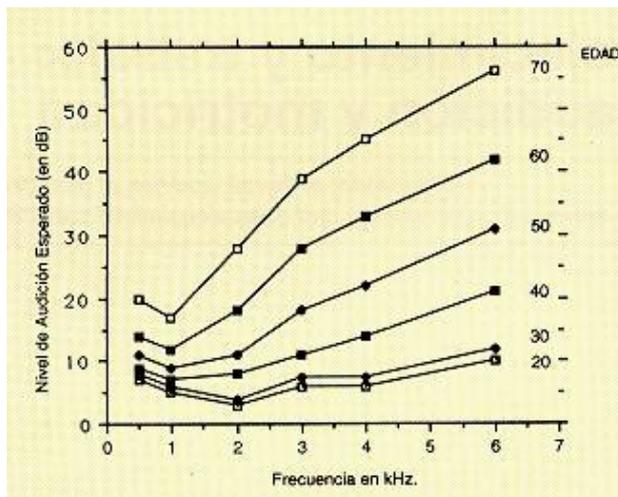
La presbyacusia se caracteriza por una pérdida de audición gradual pero significativa que afecta a todas las frecuencias, con pérdidas mayores por encima de los 1000 Hz.

La capacidad auditiva comienza a sufrir el declive en la segunda década de la vida, pronunciándose cada vez más a medida que se avanza en edad. Debido a la importancia de otros factores (influencias genéticas, exposición al ruido, ingestión de fármacos, etc.) resulta complicado establecer dónde comienza el deterioro normal por envejecimiento.

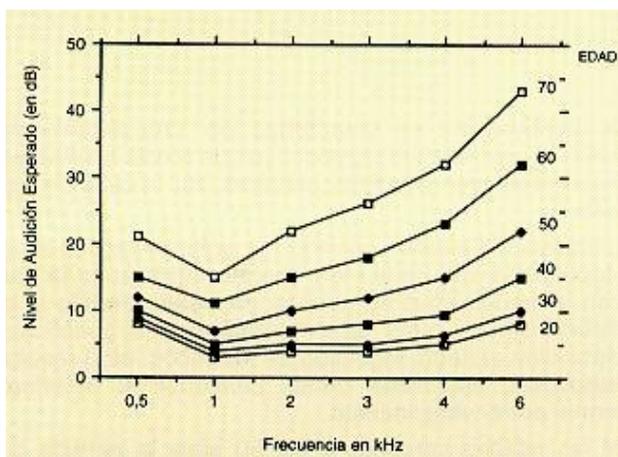
En las edades cercanas a los 50 años la pérdida de audición puede llegar a ser lo suficientemente importante como para ocasionar problemas en algunas situaciones que demandan escuchar, como en casos de sonidos débiles o situaciones en las que el sonido proviene de múltiples fuentes o existe ruido de fondo que puede originar enmascaramiento. En estas situaciones la persona se ve obligada a desplegar un esfuerzo más intenso, que puede generar fatiga y puede ser fuente de errores. Con la edad se ve también afectada la capacidad de interpretar y responder a informaciones auditivas complejas.

Spoor estableció unas curvas de corrección de edad, para hombres y mujeres separadamente, a las que se han denominado "correcciones presbyacústicas", si bien implican también socioacusis y nosoacusis.

Las figuras 1 y 2 muestran los niveles de audición esperados (Expected Hearing Levels). Aquí se han combinado las correcciones de edad de Spoor con las medias de umbrales audición. Las curvas indican los valores más probables de los niveles de audición esperados, a una edad determinada, para hombres y mujeres que no han estado expuestos a situaciones laborales ruidosas y que son otológicamente normales y no presentan historia de problemas severos de oído ligados con alguna causa concreta.



**Fig. 1: Niveles de audición esperados, en hombres, en función de la edad. Promedio para oído derecho e izquierdo**



**Fig. 2: Niveles de audición esperados, en mujeres, en función de la edad. Promedio para oído derecho e izquierdo**

En situaciones de exposición al ruido las pérdidas de audición están relacionadas con los tiempos de exposición, en especial si los niveles son elevados, y con la edad.

El proceso de envejecimiento afecta en primera instancia a los tonos altos, siendo las pérdidas de audición mayores para las frecuencias de 4000 Hz que en las de 1000 y 2000 Hz.

Los problemas de audición no siempre pueden mejorarse mediante la amplificación ya que en ocasiones estos daños están caracterizados por la incapacidad para discriminar los sonidos hablados incluso cuando existe amplificación.

### Nivel de escucha de máximo confort

Un concepto relacionado con el envejecimiento y la audición es el denominado Nivel de Escucha de Máximo Confort (Most Comfortable Listening Level; MCLL). Como consecuencia del deterioro de la audición con la edad, la intensidad que se precisa para que una señal auditiva sea oída y procesada con comodidad va cambiando. Lógicamente, el MCLL está ligado a las deficiencias auditivas pero incorpora un nuevo matiz; el MCLL tiene que ver más con aspectos subjetivos definidos como "nivel de audición confortable" que con la inteligibilidad de la señal sonora en sí misma o el nivel mínimo para ser audible. El nivel de intensidad del sonido lo establece el receptor a partir de sus preferencias y a este nivel se denomina Nivel de Escucha de Máximo Confort o Nivel de Audición Confortable (Hearing Comfort Level). El MCLL suele referirse fundamentalmente a la escucha de conversaciones y de sonidos hablados.

El MCLL se define operacionalmente como el nivel que un individuo prefiere para escuchar una señal sonora hablada. Definido de esta manera es claramente un juicio o preferencia subjetiva de cada persona.

Los estudios sobre el MCLL en función de la edad indican el incremento del MCLL a medida que aumenta la edad cronológica. La relación no es lineal. El mejor ajuste encontrado es la ecuación exponencial;

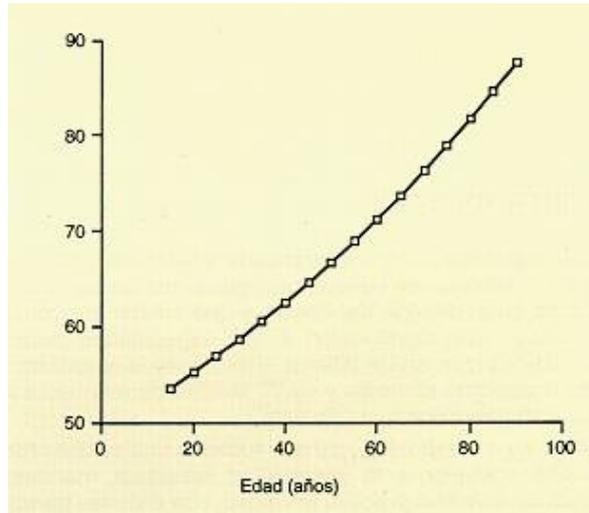
$$C = 48,16 e^{0,007A}$$

donde:

C = nivel de audición de confort en dB SPL

A = edad en años

La figura 3 muestra esta ecuación y la figura 4 muestra los niveles que cabe esperar para distintas edades.



**Fig. 3: Relación entre el nivel de confort de audición y la edad**

EDAD (años)	NIVEL DE AUDICIÓN CONFORTABLE (dB SPL)
15	53,5
20	55,2
25	56,9
30	58,6
35	60,5
40	62,5
45	64,5
50	66,6
55	68,9
60	71,2
65	73,6
70	76,2
75	78,9
80	81,7
85	84,6
90	87,6

**Fig. 4: Nivel de Audición Confortable (en dB SPL) para cada edad. (Coren, 1994)**

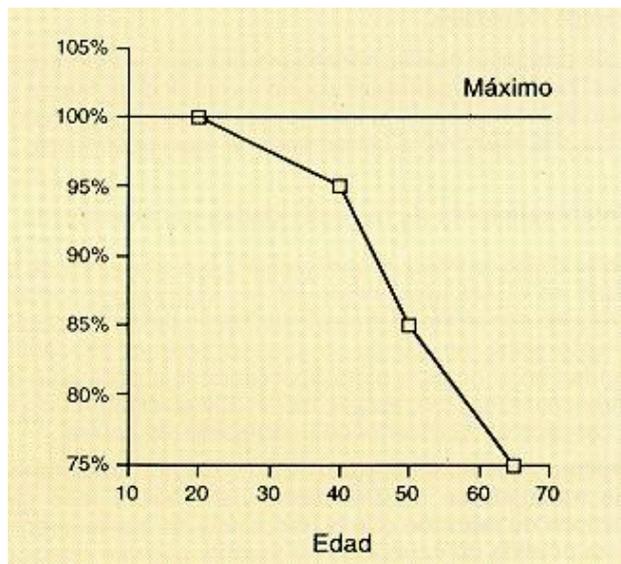
A medida que la edad del receptor se incrementa, también lo hace lentamente la intensidad del sonido que se precisa para lograr un nivel de audición confortable. Entre las edades de 15 y 39 años, el incremento anual del MCLL es de 0,335 dB anuales, es decir, de 1,8 dB cada cinco años. La tasa de incremento del MCLL aumenta de manera uniforme; a partir de 65 años el incremento medio anual es de 0,56 dB por año (de 2,8 dB cada cinco años).

Estos datos son de interés para el diseño y determinación de la intensidad de sonidos generados por entornos de comunicación o dispositivos de amplificación de la audición con el fin de lograr que ésta sea lo más cómoda posible.

## Capacidades motrices

La capacidad musculoesquelética muestra importantes cambios durante el transcurso de los años. Se considera que la fuerza

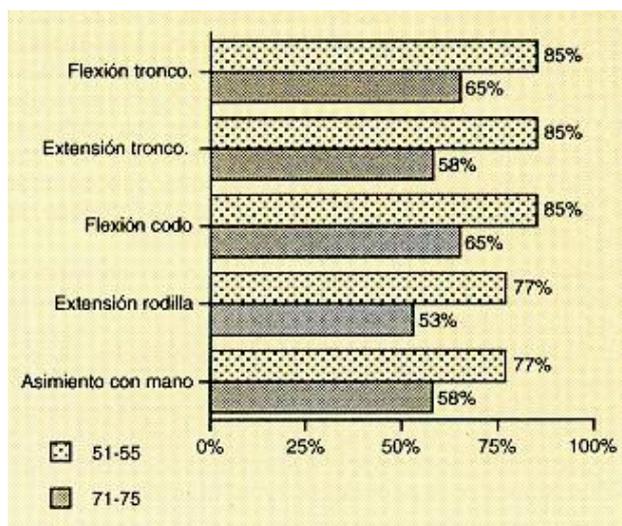
muscular alcanza sus máximos valores a finales de la veintena, comenzando, a partir de aquí, a reducirse paulatinamente, pudiendo llegar a significar el decremento de la fuerza muscular un 25% a los 60 años respecto a los 20 años. Como muestra la figura 5, se estima que su valor es del 95% del máximo a los 40 años, de un 85% a los 50 años y de un 75% a los 65 años.



**Fig. 5: Decremento de la fuerza muscular, en porcentaje, en función de la edad**

Viitasalo et al. estudiaron, en un estudio transversal de tres cohortes (31-35 años, 51-55 años y 71-75 años), el declive en función de la edad de la fuerza de distintos músculos relacionándola con el grupo más joven (fuerza=100) como criterio de comparación, fundamentándolo en la asunción ya mencionada de que la fuerza muscular es máxima a la edad de 25-35 años.

Los resultados de Viitasalo (figura 6) son congruentes con los ofrecidos por Harris, teniendo en cuenta los diferentes grupos de edad a que se refieren.



**Fig. 6: Diferencias de fuerza, en porcentajes, de cinco músculos entre los más jóvenes (fuerza = 100%) y otros grupos de edad. Reelaborado a partir de datos de Viitasalo et al**

Se ha discutido si los decrementos de la fuerza muscular son lineales o no, existiendo autores con posiciones diversas (Nygard). Incluso dentro de cada posición se han encontrado resultados diferentes según el tipo de estudio con el que se ha abordado este aspecto. Así, por ejemplo, dentro de la posición de declive lineal se han encontrado decrementos anuales para la extensión del tronco que oscilan del 0'6% al 12% y entre un 0'3 y 0'9% para la flexión del tronco a partir de la edad de 30 años. Nygard encontró tasas de decremento más elevadas; para mujeres un 2'9% para la fortaleza de la extensión del tronco y 2'6% para la de la flexión del mismo. Para hombres, estos decrementos se situaban en el 4'4% v 6'1% respectivamente.

La fortaleza de asimiento de la mano muestra decrementos anuales, según estudios, que oscilan del 0'5% al 11%, habiendo confirmado esta última tasa distintos estudios (Viitasalo y Nygard).

Resultados diferentes se aprecian también en distintos tipos de estudios. Los decrementos encontrados en la fuerza muscular en función de la edad son mayores en los estudios longitudinales que en los transversales. Y las diferencias entre ellos son importantes; en la fortaleza de asimiento del puño el declive era de un 60% entre edades de 30 y 80 años en un estudio longitudinal y sólo del 40% en estudios transversales (Clement, F. en Nygard). Una posible explicación de por qué los estudios transversales tienden a la infraestimación de la pérdida de fuerza muscular con la edades que se debería aun efecto de la selección natural que favorece a los individuos más fuertes en las cohortes de más edad.

Pero lo que es evidente y común a todos los estudios es que la capacidad funcional de las personas declina con la edad y que, por término medio y haciendo una aproximación, se sitúa alrededor de un 1 % anual a partir de los 30 años.

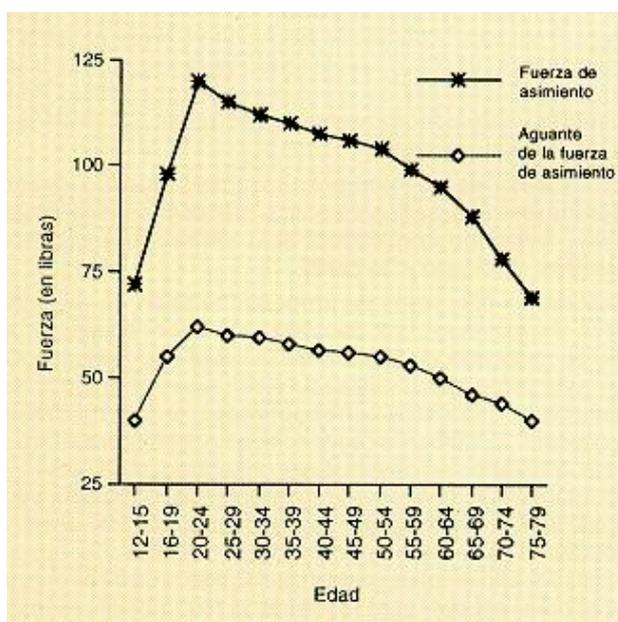
El declive de la tasa de la fortaleza muscular durante el envejecimiento no es igual para todos los músculos del aparato locomotor, debido a los efectos de las distintas prácticas y ejercicios de la vida cotidiana y a diferencias en variables estructurales como el tipo de células dominantes entre músculos.

Además, con el incremento de la edad se ve afectada la masa muscular, sufriendo ésta un decremento en la medida que también lo hacen las fibras musculares, tanto en el número de ellas como en su tamaño. La reducción de la masa muscular trae consigo una pérdida de capacidad del sistema cardiovascular que transporta a los músculos el oxígeno que éstos necesitan.

Ilmarinen et al. encontraron importantes cambios en la capacidad musculoesquelética en tan sólo cuatro años, comprendidos en la década de los 50 años. El decremento más importante se manifestó en la fortaleza del tronco, siendo este decremento más importante en los hombres (22%) que en las mujeres (10%). Respecto a la fortaleza del puño se encontraron decrementos de hasta un 8% en las mujeres. Parte del decremento de esta fuerza muscular vendría explicado por el incremento en los síntomas musculoesqueléticos y otras enfermedades. Así, por ejemplo, la fortaleza en el tronco está muy directamente afectada por los problemas de espalda y la fortaleza del puño por problemas artríticos o circulatorios.

Las funciones de la mano y muñeca se consideran importantes en la medida que afectan a la capacidad para desarrollar conductas muy habituales, como el asimiento y uso de herramientas y máquinas, la manipulación de productos, controles... Con la edad no sólo se ve afectada la fuerza que puede desarrollar la mano, sino también otros aspectos que condicionan la funcionalidad genérica de la mano, como son la precisión, la coordinación, la sensibilidad y la movilidad.

Se produce con la edad una disminución, además de la cantidad de fuerza que puede ejercerse cuando se sujeta algo con la mano, en la duración de los asimientos, es decir, en el tiempo durante el que es posible mantener esa misma presión (figura 7).



**Fig. 7: Fuerza de asimiento de la mano y aguante de la fuerza de asimiento de la mano (en libras) en función de la edad**

## Dimensiones corporales

A medida que se envejece, las dimensiones corporales sufren cambios. En general, existe escasez de datos antropométricos de gente de edad avanzada, en especial de medidas antropométricas funcionales.

En edades avanzadas hay una pérdida importante de fibra, lo que genera alteraciones anatómicas y musculares.

Los cambios en el tamaño corporal tienen implicaciones para el diseño de puestos de trabajo pero además han de considerarse otros aspectos interrelacionados. Por ejemplo, el posicionamiento óptimo de las pantallas de visualización debe ser diferente para la gente de edad avanzada, tanto por las dimensiones antropométricas como por posibles problemas de visión que pueden obligar a usar lentes bifocales.

Igualmente, las alturas de los planos de trabajo y las distancias de alcance necesitan ser menores para adecuarse a la pérdida de estatura. La utilización de mobiliario regulable (sillas, etc.) es especialmente adecuado con trabajadores adultos.

## Carga física laboral y capacidad musculoesquelética

Si bien no es ésta una cuestión todavía cerrada, parece haber evidencias de que la carga física en el trabajo no tiene efectos de entrenamiento para las personas.

Nygaard estudió las diferencias en la capacidad musculoesquelética de trabajadores en distintas categorías de trabajo, clasificándolas

en función del predominio de carga física, mental o ambos por igual. Los resultados indicaban que las personas con importante carga física en el trabajo tenían, de forma sistemática, las capacidades musculoesqueléticas más bajas. Estos resultados son congruentes con los de otros estudios (Heikkinen, E., Mälikä, K., en Nygard) según los cuales trabajadores con trabajos con altas demandas físicas presentaban capacidades físicas más bajas o iguales que trabajadores con trabajos con demandas mentales.

Nygard indica que el que los trabajos con demandas físicas no tengan un efecto de preparación física puede deberse a que los esquemas óptimos a efectos de preparación implican la combinación de factores como intensidad, duración y frecuencia, aspectos éstos que no se combinan adecuadamente en las condiciones de trabajo habituales.

La importancia de esta cuestión radica en que contradice una creencia tradicional según la cual el esfuerzo y demandas físicas en el trabajo que se desempeña contribuye a mantener e incrementar la capacidad física.

## **Enlentecimiento de las actividades sensomotoras**

Unos de los cambios más marcados con el avance de la edad es el enlentecimiento de las actividades sensomotoras, que afecta a los movimientos y reflejos. Respecto a este tema no queda muy claro cuál es la causa fundamental de este enlentecimiento; si cambios en el sistema motor y perceptual, es decir, a nivel periférico, o a cambios en el sistema de procesamiento central.

Weiford y colaboradores (en Stolcoe) encontraron que en los trabajadores adultos disminuían mucho más los tiempos de reacción que la frecuencia de movimientos. Esta pérdida de capacidad no parecía guardar relación con alteraciones o cambios en la fisiología o función de los órganos sensoriales o musculares sino a un enlentecimiento en el proceso central, que tienen lugar en el cerebro, al recibir la estimulación que le llega desde los órganos periféricos. Este enlentecimiento da como resultado un retardo en el análisis de los estímulos y en la selección del efector adecuado.

Domont et al. confirman también el que la edad perturba los mecanismos centrales que permiten la recepción, el tratamiento de las informaciones, provocando una ralentización en la ejecución de las tareas.

Por tanto, si bien algunas investigaciones apuntan hacia los cambios del sistema del procesamiento central como principales responsables del enlentecimiento de las actividades sensomotoras, cabe suponer que las propias alteraciones de las capacidades musculoesqueléticas contribuyan al resultado final; lentificación de movimientos y reflejos.

Estos decrementos en las capacidades de reacción son compensados en cierta medida por la propia práctica y la experiencia del individuo con aquellas situaciones en las que debe desplegar tales capacidades. Sin embargo, cuando no es posible compensarlos en su totalidad, pueden constituir un problema para el desempeño del trabajo cuando se quiere conservar el ritmo de producción.

Generalmente hablando, en la mayoría de las tareas en las que, por su contenido y diseño, el desempeño de tales tareas puede verse afectado por la velocidad de respuesta, la gente mayor muestra un marcado enlentecimiento de la respuesta, enlentecimiento que parece tener origen central, más que periférico. Por esto, en tareas sin ritmo fijo, los individuos de más edad trabajan a velocidades más lentas pero tienden a hacer gala de una mayor precisión, mientras que en tareas a ritmo, en las que el trabajador no tiene en sus manos la capacidad de alterar la velocidad de trabajo, los problemas de desempeño se manifiestan a edades mucho más tempranas que con tareas sin ritmo fijo.

## **Recomendaciones**

### **Audición**

- Facilitar que el propio trabajador pueda adaptar el nivel del sonido a su capacidad auditiva mediante mecanismos de regulación de la intensidad del sonido.
- Utilizar el volumen del sonido como una señal en sí misma (en situaciones de alarma, urgencia ... ), fundamentalmente cuando la importancia de la comunicación es decisiva.
- Combinar y ofrecer simultáneamente señales auditivas y visuales.
- Eliminar las señales auditivas que puedan funcionar como distractores.
- Reducir todo lo posible el ambiente sonoro de fondo:
  - Los techos, suelos y paredes deberían ser tratados acústicamente,
  - Eliminar la reverberación y los ecos.
- Procurar el contraste entre las señales sonoras relevantes y el ambiente sonoro de fondo. Para ello son adecuados los indicadores sin voz para ambientes con voz e indicadores con voz para ambientes sin voz.
- Evitar señales acústicas en los rangos de frecuencias más altas (por encima de los 4000 Hz.).
- En situaciones de comunicación de señales de alarma o urgencia emplear las frecuencias más bajas.
- Procurar establecer intensidades de sonido atendiendo a los Niveles de Escucha de Máximo Confort.

### **Funciones motrices**

Una de las operaciones más habituales es el manejo de objetos, utensilios, herramientas, etc. Algunas consideraciones respecto al tamaño, forma y textura de los objetos son las siguientes:

- Tamaño del objeto:
  - Que sea posible ser fácilmente agarrado con una sola mano,
  - Que no sea tan pequeño como para que desaparezca en la mano,

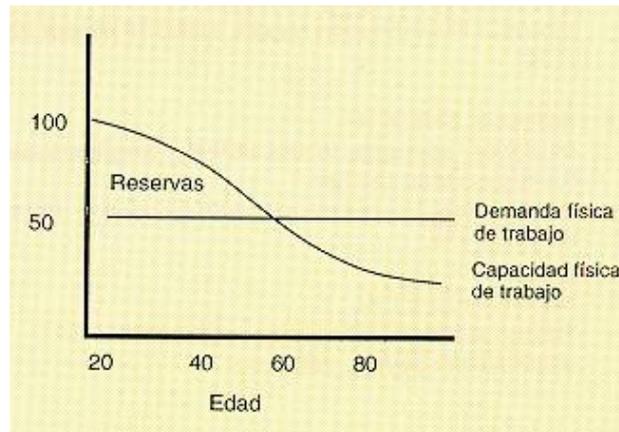
- que no sea tan grande como para que no pueda ser agarrado.
- Forma; el diseño del objeto debe permitir que pueda ser asido con facilidad y que se adapte bien a la mano.
- Textura; que sea posible mantenerlo un tiempo agarrado.
- La disposición de orientación del movimiento de los mandos debe atender a los siguiente criterios:
  - Cuando se precise fuerza, el movimiento de los controles debe ser horizontal,
  - Cuando se busque precisión, se dispondrán los mandos con movimiento vertical.
- Evitar trabajos de elevación, empuje, arrastre y facilitarlos mediante el uso de ayudas mecánicas.
- Cuando se precisen realizar asimientos con fuerza, procurar que la tarea se pueda desarrollar con dos manos en vez de una.
- Los gatillos, palancas, etc. deben apretarse fácilmente y activarse por dos o más dedos.
- Posibilitar siempre que sea posible la existencia de herramientas, utensilios y objetos de uso habitual con diferentes tamaños.
- Las asas, agarraderas deben distribuir la presión sobre la mano.
- Adoptar medidas para la prevención de caídas como colocación de felpudos antideslizantes, escaleras amplias e iluminadas, pasamanos...
- El ejercicio físico es una de las mejores medicinas para mantenerse en condiciones el sistema musculoesquelético y el circulatorio. Un buen ejercicio físico es andar.

## Las demandas del trabajo deben variar con la edad

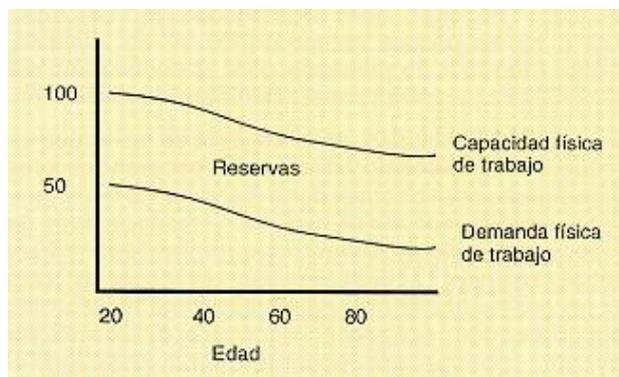
Actualmente, un problema importante es que las demandas de trabajo no varían en función de la edad del trabajador. A pesar de que la capacidad funcional para el trabajo decrece con la edad, las propias demandas del trabajo no lo hacen. Las reservas funcionales declinan con la edad, y más allá de los cincuenta años, en trabajos con demandas físicas exigentes, las reservas no son suficientes para que se produzca una recuperación satisfactoria antes del siguiente día de trabajo.

Ilmarinen apunta esta nueva concepción -que las demandas de trabajo varíen con la edad. La idea base está pensada especialmente para trabajadores de edad con trabajos con altas demandas físicas y consistiría en un decremento de las exigencias físicas del trabajo paralelo al decremento de la capacidad física de trabajo. De esta manera, las reservas funcionales de los trabajadores de edad podrían durar lo que las de la gente joven. Paralelamente, deberían ejercitarse los sistemas cardiorespiratorios y musculoesqueléticos y vigilar ciertos hábitos como el de fumar y los alimenticios.

Las figuras 8 y 9 ejemplifican lo explicado.



**Fig. 8: Relación habitual entre demanda-capacidad**



**Fig. 8: Relación propuesta entre demanda-capacidad**

La nueva propuesta pretende evitar que a partir de cierta edad las demandas sean superiores y busca siempre la existencia de reservas a través de mantener paralelos los decrementos de demanda y de capacidad.

## Bibliografía

**Specifications for audiometers. S 3.6.1969.**

American National Standards Inst. New York, NY. 1969.

(2) COREN, STANLEY

**Most comfortable listening level as a function of age.**

Ergonomics, 1994, vol.37, n° 7, pgs. 1269-1274.

(3) DEEB, J.M. . DRURY, C.G. Y PENDERGAST, D.R.

**An exponential model of isometric fatigue as a function of age and muscle groups.**

Ergonomics, 1992, vol.35, n° 7-8, 899-918.

(4) DOMONT, A. ET AL.

**Consideración de la ergonomía diferencial en función de la edad y el sexo.**

Notas y Documentos, 1984, vol. 1, n° 874, 71-74.

(5) FISK, JONATHAN

**Design for the elderly: a biological perspective**

Applied Ergonomics, 1993, 24 (1), 47-50.

(6) HARRIS, J.W.

**Keep pace with older workers.**

Safety and Health. 1991, vol. 144, n° 3, pg. 30-33.

(7) ILMARINEN, JUHANI, TUOMI, KAIJA.

**Work ability of aging workers.**

Scand J. Work Environ Health, 1992, 18 (Suppl. 2): 8-10.

(8) IMRHAN, SHEIK N.

**Muscular strength in the elderly. Implications for ergonomic design.**

International Journal of Industrial Ergonomics, 1994, 13, 125-138.

(9) KORHONEN ET AL.

**Taking a break improves performance.**

Work Health Safety, 1988, 6-8.

(10) NYGARD, C-H, LUOPAJÄRVI, T. Y ILMARINEN, J.

**Musculoskeletal capacity and its changes among aging municipal employees in different work categories.**

Scand J. Work Environ Health, 1991; 17 (Suppl. 1): 110-117.

(11) SPOOR, A.

**Presbycusis values in relation to noise induced hearing loss.**

International Audiology 1967, 6, 48-57.

(12) STOKOE, W.

**Características del trabajador de edad.**

Notas y Documentos, 1986, n° 109, 1-6.

(13) THOMAS, A.J.

**Acquired hearing loss. Psychological and Psychosocial implications.**

London, Academic Press, 1984.

(14) TUOMI, KAIJA

**Work load and individual factors affecting work ability among aging municipal employees.**

Scand J. Work Environ Health, 1991; 17 (Suppl. 1): 118-121.

(15) VUTASALO, J.T., ERA, P., LESKINEN, A-L Y HEIKKINEN, E.

**Muscular strength profiles and anthropometry in random samples of men aged 31-35, 51-55 and 71-75 years.**

Ergonomics, 1985, Vol. 28, n° 11, 1563-1574.

(16) WARD, W. DIXON

**Anatomy and Physiology of the ear: normal and damaged hearing.**

Ohio, Noise and hearing conservation manual. American Industrial Hygiene Association, 1988.

(17) YOKOMIZO, YOSHIMI

**Measurement of ability of older workers.**

Ergonomics, 1985, vol. 28, n° 6, 843-854.