8/9.- Carga Estática y Dinámica

Evaluación de la Carga Física

La carga física se puede descomponer en carga estática y carga dinámica.

La **carga estática** está asociada a las posturas de trabajo y a la actividad isométrica de los músculos.

La carga dinámica se refiere a lo que se suele entender como actividad física y está íntimamente relacionada con el gasto energético, y, si bien las posturas de trabajo también suponen un gasto energético adicional, su aspecto más destacable está relacionado con los riesgos de lesión muscular por sobreesfuerzos.

Se suelen estudiar dos índices: "índice de actividad metabólica" (indicadores de gasto energético) y el "índice de riesgo de sobreesfuerzos"

La mayoría de los diseños de actividades de los puestos de trabajo están calculados para que no se superen los siguientes valores recomendados por los métodos ergonómicos:

Gasto energético o metabolismo de trabajo: 250 Kcal / h=2000 Kcal / jornada

Costo cardiaco: 40 latidos / minuto

Capacidad física de trabajo: 30-40 % de la máxima

El **índice de riesgo por sobreesfuerzos** es el indicador para establecer los posibles riesgos de lesión muscular por sobreesfuerzos, especialmente lumbar, durante el movimiento de cargas, se aplicará el método propuesto por NIOSH en 1981 basándose en la siguiente ecuación y diagramas del límite de acción de carga (LA).

 $LA = 40 (15/H) \cdot (1-0.004 \text{ v-75} \cdot (0.7 + 7.5/D) \cdot (1-F / Fmax) \text{ en kg}$

H = separación horizontal cuerpo-centro del objeto (cm)

V = altura vertical de partida del objeto (cm)

D = distancia vertical desplazado (cm)

F = frecuencia media de manipulaciones por minuto

Fmax = frecuencia máxima

| | POSTURA | De pie | Sentado |
|---------|---------|--------|---------|
| PERIODO | | | |
| 1 hora | | 18 | 15 |
| 8 horas | | 15 | 12 |

Tabla 36. Frecuencias Máximas. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

| | Grado | | | | |
|-------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| El manejo más desfavorable es | <3 kg | < LA | <2 LA | <3 LA | >3 LA |

Tabla 37. Valoración Índice de Riesgo de sobre esfuerzos. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

Criterios de valoración

Como indicador de la actividad física se ha tomado el metabolismo total de trabajo. Existen varios procedimientos adecuados. Para su procedimiento analítico se pueden aplicar las tablas de los Anexos 3C a 3I. (Manual de Ergonomía, Mapfre pag 119-125).

Para una valoración global se pueden aplicar los datos y ejemplos del siguiente cuadro, referidos en la norma ISO/DIS8996 "Ergonomía. Determinación del metabolismo energético". (Estos valores son coherentes con los correspondientes de la norma definitiva.)

| Nivel | Valor | | | |
|-------|-------------------|------|-------|---|
| de | metabolismo total | | total | Ejemplos |
| Valor | Kcal/h | W | Met | |
| 1 | 100 | 117 | 1,1 | Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir, dibujar, PVD, |
| | 150 | 175 | 1,7 | contabilidad); inspección, montaje, clasificación de piezas pequeñas, conducción de vehículos ligeros. |
| | | | | De pie: taladrado, montaje y fabricación de piezas pequeñas, desplazamientos ocasionales (velocidad hasta 3,4 km / h). |
| 2 | 150 | 175 | 1,7 | Trabajo continuado de manos y brazos, conducción de vehículos medios y |
| | 225 | 265 | 2,5 | pesados, carretillas elevadoras, manipulación discontinua de materiales moderadamente pesados, andar a una velocidad de 3,5-5,5 km / h. |
| 3 | 225 | 265 | 2,5 | Trabajo continuo de manos, brazos y tronco, manejo de materiales |
| | 300 | 350 | 3,3 | pesados, trabajo pesado con herramientas manuales, serrar, limar, cincelar, segar a mano, andar a una velocidad de 5,5-6 km / h |
| 4 | 300 | 350 | 3,3 | Trabajo continuado pesado de manos, brazos y tronco. Manejo materiales |
| | 400 | 468 | 4,4 | pesados con desplazamientos, trabajo con herramientas pesadas, cavar, serrar a ritmo rápido. Andar a velocidades del orden de 6-7km/h |
| 5 | >400 | >468 | >4,4 | Actividad muy intensa a ritmo muy rápido, palear o cavar con intensidad, subir escaleras o rampas, correr, andar a una velocidad superior a 7km/h |

Tabla 38. Valoración Índice de Riesgo de sobreesfuerzos. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

El Método de los Perfiles de Puesto (RENAULT). NTP 176. Determina la carga de trabajo física en función de las cargas parciales estáticas, dinámica y de manutención y comprende los siguientes criterios:

Postura principal – postura más desfavorable – esfuerzo de trabajo – postura de trabajo – esfuerzo de manutención – postura de manutención..

El Método LEST. NTP 175. Evalúa la carga física a través de la carga estática analizando las posturas y la duración de las mismas en el desarrollo de la tarea. Y la carga dinámica mediante el gasto en kcal / día y diferenciando el sexo.

Criterios de valoración

Para la definición de los grados se ha adoptado la siguiente tabla de valoración de carga estática del **método LEST**.

Cuando existan varias posturas de trabajo establecidas, el grado o nivel resultante será la suma de los índices parciales.

(Los valores resultantes se ajustarán a los valores mínimo de 1 y máximo de 5, y los valores decimales resultantes iguales o superiores a 0,5 se redondearán hasta la unidad superior. Ejemplos: 0,5 = 1 (valor mínimo de valoración); 5,5 = 5 (valor máximo de valoración); 3,5 = 4 (redondeo).)

| P Postura principal | T Duración de la postura por hora (min/h.) | | | | | |
|------------------------|---|--------------------|---------------------|--------------|------|--|
| | < 10' | 10' a < 20' | 20' a < 35' | 35' a < 50' | ≥ 50 | |
| d me # 1000 | 0 | none O ence | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | 0,5 | 0,5 | dise l os de | 1,5 | 2,5 | |
| گر | < li>Inomyl | 2 | 4 | 5 | 5 | |
| 11/h = 2 00 Kea | 250 Kc | no de trabaje | 0,5 | energetico c | 1,5 | |
| b Cristinos de l | 0,5 | 1,5 | nim\2bitsl | Cardiac 40 | 3,5 | |
| 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 5 | |
| 9 | 0,5 | p (ol 1 min | 2 | 3 | 3,5 | |
| الم الله | 1 | 2 | 3 | 4,5 | 5 | |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| •72. | ernember ightente | 2,5 | 4 | 5 | 5 | |
| Ž | 1,5 | 3,5 | 4,5 | 5 | 5 | |
| | 1 | 3 | 4 | 5 | 5 | |
| 3 | 1 | 2 | 2,5 | 4 | 5 | |
| 3 | 1,5 | 3,5 | 4,5 | 5 | 5 | |

Figura 19.1. Valoración de la Carga Estática. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

| Postura | Duración de cada postura en min. o seg. | Frecuencia de la postura por hora | Duración total de la postura por hora |
|--|---|---|---|
| SENTADO: - Normal - Inclinado - Brazos por encima de los hombros | infess | lesional: is, útilės y mate | ección: vesto de trabajo valificación pro quípos, máquin |
| DE PIE: - Normal - Brazos en extensión frontal - Brazos por encima de los hombros - Inclinado - Muy inclinado | | de las tareas: | ireve descripció |
| ARRODILLADO: - Normal - Inclinado - Brazos por encima de los hombros | 12345.++ | Visposic, espacio | ofesiograma del r Equipamiento, L'Onya fisica est s Curga fisica diri |
| TUMBADO: - Brazos por encima de los hombros | | ntenido trabajo cisiones entividad iones sociales | . Autonomia y de |
| AGACHADO: - Normal - Brazos por encima de los hombros | 3 | entes utimicos nes | Tumos, Horarios Riesgos de accid Contaminantes Rutdo y vibracib Condiciones rem |

Figura 19.2. Valoración de la Carga Estática. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

El Método EWA. NTP 175. Estudia como ítem independientes, la actividad física general (ya visto), el levantamiento manual de cargas y las posturas de trabajo y movimientos.

Postura de trabajo y movimientos

La postura de trabajo hace referencia a la posición del cuello, los brazos, la espalda, las caderas y las piernas, durante el trabajo. Los movimientos de trabajo son los movimientos del cuerpo requeridos por el trabajo.

Guía para el análisis

 Valorar las posturas y los movimientos de trabajo para cuello – hombros, codo – muñeca, espalda y caderas – piernas por separado. El análisis se efectúa sobre la postura y el movimiento más difícil. La clasificación final es el peor valor de las cuatro clasificaciones. - El tiempo que se utiliza para mantener la postura repercute acentuando la carga de una situación. El valor de la clasificación aumenta en un nivel si se mantiene la postura más de media jornada, pero decrece un nivel si la postura se mantiene menos de una hora.

| | CUELLO-HO | MBROS |
|---|--|-------|
| 1 | Libres y relajados | |
| 2 | En postura natural pero limitados por el trabajo. | |
| 3 | Tensos debido al trabajo. | 3 |
| 4 | Cuello torcido o ladeado y/o los antebrazos a nivel de los hombros. | T |
| 5 | Cuello inclinado hacia atrás, gran demanda de fuerza de los brazos. | 56 |

| | CODO-MU | ÑECA |
|---|---|------|
| 1 | Libres, en una postura a lección, pequeña demanda de fuerza. | |
| 2 | Brazos en la posición requerida por el trabajo, pequeña tensión de vez en cuando. | |
| 3 | Brazos tensos y/o las articulaciones en una postura extrema. | 107 |
| 4 | Brazos en contracción estática mantenida y/o movimientos repetitivos. | |
| 5 | Gran demanda de fuerza han de realizar movimientos en los brazos o éstos rápidos. | |

Tabla 39.1. Postura de Trabajo y Movimientos. Método EWA

| Г | ESPALI | DA . | | CADERA-PI | ERNAS |
|---|--|------|---|--|--|
| 1 | En una postura natural y/o bien apoyado en la silla o de pie. | | 1 | En posición libre que puede cambiarse cuando se desee, apoyado durante el trabajo sentado. | À |
| 2 | En buena postura pero limitada por el trabajo. | | 2 | En buena postura pero limitado por el trabajo. | Y |
| 3 | Inclinado y/o mal apoyado. | NY. | 3 | Mal apoyado, o de pie con apoyo inadecuado. | |
| 4 | Inclinado y torcido sin apoyo. | | 4 | Apoyado sobre un pie o en una posición de rodillas o agachado. | The state of the s |
| 5 | En mala postura durante el trabajo pesado | M | 5 | En mala postura durante un trabajo pesado. | |

Tabla 39.2. Postura de Trabajo y Movimientos. Método EWA

Toda actividad física entraña un consumo energético susceptible de ser medido. Los métodos de estudio de la carga física, tal como se apunta en la Norma ISO 8996 "Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico" pueden agruparse en tres categorías, de menor a mayor precisión:

A-NIVEL I:

La precisión de la estimación, en este caso, es muy deficiente. Los métodos de uso serían a su vez dos:

Primero: La estimación del metabolismo según el tipo de actividad nos permite dividir los puestos de trabajo en cinco categorías, según el gasto energético: Reposo-mínimo-medio-intenso-muy intenso.

| CLASE | W/m² | Metabolismo moderado Trabajo mantenido de manos y brazos (claveteado, llenado) |
|--|--|--|
| Reposo | 65 | trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con |
| Metabolismo ligero | 100 | martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado manipulación intermitente de materiales moderadamente pe |
| Metabolismo moderado | 165 | sados, escarda, bina, recolección de frutos o de legumbres) empuje o tracción de carretas ligeras o de carretillas; marcha |
| Metabolismo elevado | 230 | a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/hora; forjado. |
| Metabolismo muy elevado | 290 | Metabolismo elevado |
| IEMPLOS Metabolismo ligero | Andar en b | Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo; serrado, laminación acabadora o cincelado de madera dura; segar a mano; excavar; marchar a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora. |
| entado con comodidad: trabajo manu cribir a máquina, dibujo, costura, conta anos y brazos (pequeños útiles de me mblaje o clasificación de materiales i | bilidad); trabajo con sa, inspección, en- | Empuje o tracción de carretas o de carretillas muy cargadas, levantar las virutas de piezas moldeadas, colocación de bloques de hormigón. |
| azos y piernas (conducir un vehículo en c s, maniobrar un interruptor con el pie c | condiciones norma- | Metabolismo muy elevado |
| THE RESIDENCE OF THE PARTY OF A | b open | Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo, |
| pie: taladradora (piezas pequeñas); queñas); bobinado; enrollado de peque | | trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamen- te; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápida- mente con pasos pequeños, correr, andar a una velocidad |

Figura 20. Clasificación del Metabolismo por Tipo de Actividad. Ergonomía. INSHT

Segundo: La estimación del metabolismo según la profesión se realiza a partir de unos valores estándar calculados para diversas profesiones.

| - Profesión | Metabolismo W/m² | Profesión | Metabolismo W/m² | Profesión | Metabolismo W/m² |
|--|-----------------------|----------------------------|---------------------|--|-----------------------|
| ARTESANOS Albañil | 110 a 160 | INDUSTRIA SIDERÚRGICA | I STUD OTTS | IMPRENTA Compositor manual | 70 a 95 |
| Carpintero | 110 a 175 | Obrero de altos hornos | 170 a 220 | Encuadernador | 75 a 100 |
| Vidriero | 90 a 125 100 a 130 | Obrero de horno eléctrico | 125 a 145 | AGRICULTURA Jardinero | 115 a 190 |
| Panadero | 110 a 140 | Moldeador a mano | 140 a 240 | Conductor de tractor | 85 a 110 |
| Carnicero | 105 a 140 | Moldeador a máquina | 105 a 165 | CIRCULACIÓN | |
| Relojero | 55 a 70 | Fundidor | 140 a 240 | Conductor de coche Conductor de autocar | 70 a 90 75 a 125 |
| INDUSTRIA MINERA Empujador de | E 60 (150) | FERRETERÍA Y CERRAJERÍA | 45 6 | Conductor de tranvía Conductor de trolebús | 80 a 115 80 a 125 |
| vagonetas | 70 a 85 | Herrero forjador | 90 a 200 | Conductor de grúa | 65 a 145 |
| Picador de hulla (estratificación base) | 140 a 240 | Soldador | 75 a 125 | PROFESIONES DIVERSAS | o olads I |
| Obrero de horno | oirotaelari | Tornero | 75 a 125 | Laborante | 85 a 100 |
| de coque | 115 a 175 | Fresador | 80 a 140 | Profesor Vendedora | 85 a 100 100 a 120 |
| CAN SIND YIIDDBIANDIN | THE STREET | Mecánico de precisión | 70 a 110 | Secretaria | 70 a 85 |

Figura 21. Clasificación del Metabolismo según Profesión. Ergonomía. INSHT

B-NIVEL I:

La estimación del metabolismo (estimación del consumo energético), a partir de tablas de valores estándar. El metabolismo de trabajo se determina a partir del estudio de las diferentes actividades que componen su trabajo diario, siendo su valor el resultado de la suma de los siguientes parámetros: metabolismo de base-posturas-tareas-desplazamientos.

Cuando utilizamos guías para obtener los gastos metabólicos, cometemos errores importantes. La norma UNE estima que los errores cometidos por este procedimiento son del orden del 15%, esto no impide obtener una orientación más que aceptable del trabajo físico efectuado en las distintas tareas analizadas.

| METABOLISMO PARA LA POSTURA CORPORAL Valores excluyendo el metabolismo basal. | | | | | | |
|--|----|------|--|--|--|--|
| Posición del cuerpo Metabolismo (W/m²) Kcal/min | | | | | | |
| Sentado | 10 | 0.25 | | | | |
| Arrodillado | 20 | 0.51 | | | | |
| Agachado | 20 | 0.51 | | | | |
| De pie | 25 | 0.64 | | | | |
| De pie inclinado | 30 | 0.77 | | | | |

Tabla 40. Metabolismo para la postura corporal. Ergonomía. INSHT

| | METABOLISMO PARA DISTINTOS TIPOS DE ACTIVIDADES Valores excluyendo el metabolismo basal. | | | | | | |
|------------------------|---|-----------|--|--|--|--|--|
| Tipo de trabajo | | mo (W/m²) | | | | | |
| | Valor medio | Intervalo | | | | | |
| Trabajo con las manos | | | | | | | |
| Ligero | 15 | <20 | | | | | |
| Medio | 30 | 20-35 | | | | | |
| Intenso | 40 | >35 | | | | | |
| Trabajo con un brazo | | | | | | | |
| Ligero | 35 | <45 | | | | | |
| Medio | 55 | 45-65 | | | | | |
| Intenso | 75 | >65 | | | | | |
| Trabajo con dos brazos | | | | | | | |
| Ligero | 65 | <75 | | | | | |
| Medio | 85 | 75-95 | | | | | |
| Intenso | 105 | >95 | | | | | |
| Trabajo con el tronco | | | | | | | |
| Ligero | 125 | <155 | | | | | |
| Medio | 190 | 155-230 | | | | | |
| Intenso | 280 | 230-330- | | | | | |
| Muy intenso | 390 | >330 | | | | | |

Tabla 41. Metabolismo para distintas actividades. Ergonomía. INSHT

| Tipo de trabajo | Metabolismo (W/m²)/(m/s) | |
|--|--------------------------|--|
| Velocidad de desplazamiento en función de la distancia | | |
| Andar 2 a 5 km/h | 110 | |
| Andar en subida, 2 a 5 km/h | | |
| Inclinación 5° | 210 | |
| Inclinación 10° | 360 | |
| Andar en bajada, 5 km/h | | |
| Declinación 5° | 60 | |
| Declinación 10° | 50 | |
| Andar con una carga en la espalda 4 km/h | | |
| Carga de 10 kg | 125 | |
| Carga de 30 kg | 185 | |
| Carga de 50 kg | 285 | |
| Velocidad de desplazamiento en función de la altura | | |
| Subir una escalera | 1725 | |
| Bajar una escalera | 480 | |
| Subir una escalera de mano inclinada | | |
| sin carga | 1660 | |
| con carga de 10 kg | 1870 | |
| con carga de 50 kg | 3320 | |
| Subir una escalera de mano vertical | | |
| sin carga | 2030 | |
| con carga de 10 kg | 2335 | |
| con carga de 50 kg | 4750 | |

Tabla 42. Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad. Ergonomía. INSHT

Para una valoración global se pueden aplicar los datos y ejemplos de la tabla anterior que se refería a la norma ISO/DIS8995.

C-NIVEL III:

El metabolismo se determina por una medición directa o indirecta del mismo sobre el individuo. El error está condicionado por la precisión del instrumento de medida utilizado, pudiéndose estimar en un 5%.

La estimación del metabolismo por medición directa se basa en el estudio del consumo de oxígeno (ya visto). Se ha demostrado que el consumo de oxígeno es función lineal del gasto energético. Este método es, con mucho, el más preciso.

La estimación del metabolismo por medición indirecta se utiliza en aquellos casos en los que se quiere estudiar un trabajo de predominio mecánico, siempre y

cuando se controlen las variables de estrés térmico y de carga mental. El análisis de la carga física mediante la frecuencia cardiaca es altamente satisfactorio.

A partir de la medición individualizada de la frecuencia cardiaca durante la jornada laboral, y gracias a unos valores de referencia nos será posible clasificar los puestos de trabajo según su penosidad o carga de trabajo.



Figura 22. Criterios de Frimat y de Chamoux y Explicación de las Siglas. Ergonomía. INSHT

Efecto de las posturas

No existe una postura ideal, por ello es recomendable como principio que un puesto se diseñe de forma que permita cierta movilidad del trabajador.

| POSTURA DE TRABAJO | PARTES DEL CUERPO AFECTADAS | |
|--|--|--|
| De pie, siempre en el mismo sitio | Brazos y piernas. Riesgo de varices | |
| Sentado, tronco recto sin respaldo | Músculos extensores de la espalda | |
| Sentado, en un asiento demasiado alto | Rodillas, muslos, pies | |
| Sentado, en un asiento demasiado bajo | Hombros, cuello | |
| Tronco inclinado hacia delante, sentado o de | Región lumbar: deterioro de discos | |
| pie | intervertebrales | |
| Cabeza inclinada hacia delante o hacia atrás | Cuello: deterioro de discos intervertebrales | |
| Brazos tendidos sobre el costado, delante o | Hombros y brazos | |
| atrás | | |
| Malas posiciones al utilizar herramientas | Inflamación de tendones | |

Tabla 43. Efecto de las posturas. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

Carga y esfuerzo

El concepto de "carga" lo debemos vincular con la tarea y el de "esfuerzo" con el trabajador.

La persona estándar

Cuando medimos el gasto energético por consumo de oxígeno, se plantea el problema de que las capacidades cardiovasculares y ventilatorias varían sensiblemente de una persona a otra. La persona estándar se caracteriza por:

| DATOS | HOMBRE | MUJER |
|--------------------------|--------|-------|
| Talla (m) | 1,7 | 1,6 |
| Peso (kg) | 70 | 60 |
| Superficie (m²) | 1,8 | 1,6 |
| Edad (años) | 35 | 35 |
| Metabolismo basal (W/m²) | 44 | 41 |

Tabla 44. La persona estándar. Manual de Ergonomía. F. Mapfre

Sistema de unidades

La carga se expresa en unidades de energía o de potencia. En el sistema MKS, que es el utilizado por las normas internacionales, la unidad es el julio (J). Los julios producidos o gastados en un segundo son los watios (W).

Las equivalencias entre julio y calorías son:

1 J = 0.239 cal.

1 cal = 4,186 J

La transformación de W/m² a kcal/min es como sigue:

 $W/m^2 \times 60 \text{ s/min } \times 1.8 \text{ m}^2 \text{ (superficie del hombre)} = J/min$

 $J/min \times o,239 (cal/J) / 1000 (cal/kcal) = kcal/min$