

---

# La càrrega física de treball

---

PID\_00247107

Germán Cañavate Buchón

---

Temps mínim de dedicació recomanat: 4 hores

---



Universitat  
Oberta  
de Catalunya



# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	7
<b>1. Càrrega física, treball muscular i despesa energètica</b> .....	9
1.1. El sistema musculoesquelètic .....	9
1.2. El sistema respiratori .....	11
1.3. El sistema cardiovascular .....	12
1.4. Sistema nerviós .....	12
1.5. Despesa energètica .....	13
1.6. Determinació del metabolisme energètic .....	16
<b>2. Fatiga física i trastorns musculoesquelètics</b> .....	19
2.1. Fatiga física .....	19
2.2. Trastorns musculoesquelètics .....	21
2.2.1. Lumbago .....	22
2.2.2. Lesions per microtraumatismes repetitius .....	23
<b>3. Antropometria i biomecànica</b> .....	25
<b>4. Postures forçades</b> .....	27
4.1. Postures del tronc .....	27
4.2. Postures del coll .....	29
4.3. Postures de l'extremitat superior .....	30
4.4. Postures del colze .....	31
4.5. Postures del canell .....	32
<b>5. Manipulació manual de càrregues</b> .....	34
<b>6. Intervenció ergonòmica</b> .....	40
6.1. Mètodes d'avaluació de la norma ISO/TR 12295 .....	41
6.2. Mètodes d'avaluació específics tradicionals .....	43
<b>Resum</b> .....	45
<b>Bibliografia</b> .....	47



## Introducció

Per desenvolupar la feina o una determinada tasca, les persones hem de desenvolupar uns mecanismes (físics i mentals) que satisfacin els seus requisits i exigències. Per tant, es pot dir que la càrrega de treball està relacionada amb les exigències físiques i mentals a les quals les persones s'exposen en la seva jornada laboral.

Amb el progrés i l'evolució dels sistemes de treball, s'ha anat automatitzant la indústria, fet que ha anat reduint la càrrega física de la majoria de les feines, tot i que encara hi ha un gran nombre d'activitats laborals que requereixen esforços físics considerables (paleta, sector metal·lúrgic, etc.).

L'automatització industrial ha reduït la càrrega física, però també ha comportat un canvi en la manera de dur a terme els esforços físics, passant moltes vegades d'un esforç físic generalitzat a esforços físics d'un petit segment corporal, cosa que genera lesions físiques localitzades, com la tendinitis i altres patologies relacionades.

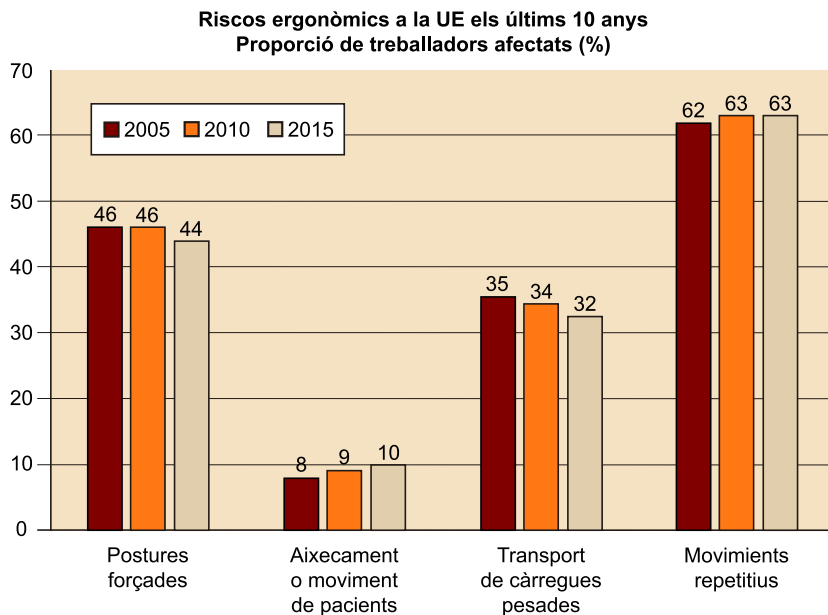
La **Fundació Europea per a la Millora de les Condicions de Vida i de Treball** porta a terme enquestes de les condicions de treball cada cinc anys, i obté una informació de gran utilitat sobre la qualitat del treball a la UE.

Segons les dades obtingudes en la sisena enquesta europea, es pot observar que el 63% dels treballadors pateixen riscos ergonòmics per moviments repetitius; el 32%, per manipulació manual de càrregues pesades, i el 44%, per postures forçades. Així doncs, es pot observar que aquests resultats han variat molt poc en els últims deu anys.

### Web recomanat

Es pot consultar el web de la Fundació Europea per a la Millora de les Condicions de Vida i de Treball (EUROFOUND) a: [www.eurofound.europa.eu](http://www.eurofound.europa.eu)

Figura 1. Resultats de la sisena enquesta europea sobre les condicions de treball

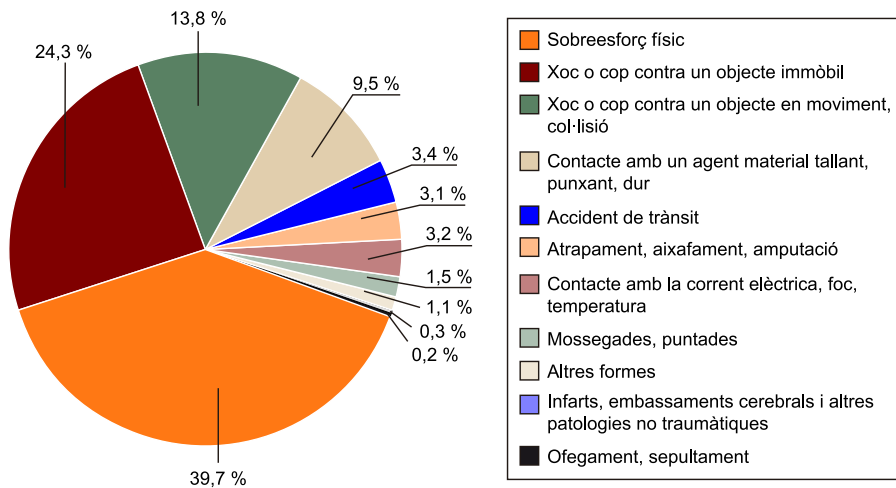


També podem consultar les dades publicades per l'Observatori Estatal de Condicions de Treball (OECT), incorporat per l'INSHT, que porta a terme enquestes nacionals de condicions de treball. Segons les seves dades, el 39,7% dels accidents amb baixa laboral a Espanya es deuen a sobreesforços físics.

**Web recomanat**

Es pot consultar el web de l'OECT a la pàgina: [www.oect.es](http://www.oect.es)

Figura 2. Resultats de l'Informe anual d'accidents de treball a Espanya 2015



És evident que els esforços físics, amb una incidència de gairebé el 40% en baixes per accident, són un dels factors físics que més importància tenen en la població treballadora.

## Objectius

Al final d'aquest mòdul l'estudiant haurà d'haver estat capaç d'assolir els objectius principals següents:

- 1.** Conèixer els conceptes fonamentals de càrrega física, treball físic i fatiga.
- 2.** Identificar els riscos i els factors de risc de la càrrega física dels llocs de treball.
- 3.** Conèixer tècniques simplificades i normativa per avaluar els riscos derivats de la càrrega física.
- 4.** Capacitar en l'avaluació de riscos per càrrega física mitjançant normativa específica.
- 5.** Donar una orientació específica i adequada en estratègies preventives per a aquests riscos.
- 6.** Adquirir les habilitats per relacionar-se amb altres professionals que participin en l'àrea de prevenció de riscos laborals.





# 1. Càrrega física, treball muscular i despesa energètica

La càrrega de treball es pot definir com el conjunt de requeriments psicofísics als quals es veu sotmès el treballador al llarg de la seva jornada laboral.

## Lectura recomanada

Chavarría, R. (1986). «La carga física de trabajo: definición y evaluación». *NTP 177*. Madrid: INSHT.

Valorant aquesta definició, podem veure que qualsevol activitat desenvolupada té tant una càrrega física com una càrrega mental. Les dues coexisteixen en una proporció variable, depenent de la tasca. Si l'exigència que preval és física, es parla de *càrrega física*, mentre que si la que preval és una càrrega intel·lectual, s'anomena *càrrega mental*.

Per parlar de *càrrega física*, hem de saber abans els elements principals que hi intervenen.

## 1.1. El sistema musculoesquelètic

El sistema musculoesquelètic està compost per ossos, articulacions, lligaments, músculs i tendons. Ens permet efectuar moviments, adoptar postures i dur a terme tots els esforços necessaris per a la vida.

- **Ossos:** proporcionen el suport i actuen com a palanques.
- **Articulacions:** permeten el moviment entre segments contigus d'ossos (per exemple, el genoll).
- **Lligaments:** faciliten la unió de les articulacions, assegren el límit de la mobilitat articular i es protegeixen de tensions excessives.
- **Músculs:** generen la força necessària per al moviment i control postural. Estan formats per fibres capaces de contreure's, amb al qual cosa varia la seva longitud.
- **Tendons:** formen part del múscul i la seva funció és la unió entre múscul i ossos.

Un altre element fonamental és la columna vertebral, per l'interior de la qual passa la medul·la espinal, que connecta el sistema nerviós central amb el perifèric. Els ossos, músculs i tendons generen un sistema de palanques que ens permeten moure'ns i dur a terme el treball físic, però també cal que hi inter-

vinguin altres sistemes: subministrament d'oxigen, aliments i electròlits, evacuació de residus per part del sistema cardiovascular i el control de tot per mitjà del sistema nerviós.

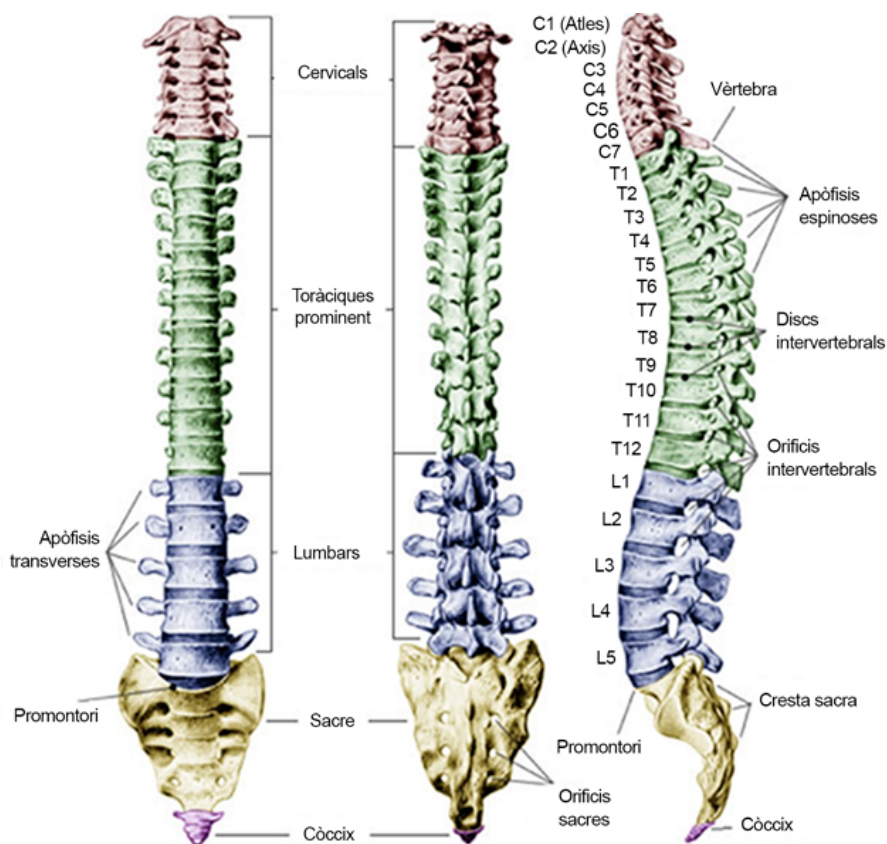
La columna vertebral està formada per trenta-tres vèrtebres: set de cervicals, dotze de dorsals i cinc de lumbar, que estan separades per vint-i-tres discos intervertebrals. Aquests discos se situen entre les vèrtebres i esmorteixen les pressions que recauen sobre la columna.

El moviment de la columna es produeix gràcies a la seva flexibilitat, i per això està composta per trenta-tres elements separats, adherits per lligaments i músculs.

La columna vertebral es divideix en els elements següents:

- Cervicals: set vèrtebres
- Dorsals o toràciques: dotze vèrtebres
- Lumbar: cinc vèrtebres
- Regió sacra
- Còccix

Figura 3. Columna vertebral



Font: Nenamoralessalazar (2015). «Columna vèrtebres».

Vista de cara, la columna forma una vertical perfectament alineada, que li confereix una capacitat de resistència a la càrrega. Vista de forma lateral, s'observa que la part superior cervical i la zona lumbar són còncaues; aquestes zones

es diuen *lordosi cervical* i *lumbar*, respectivament. La corba mitjana de la zona dorsal s'anomena *cifosi*. Aquestes corbes donen flexibilitat a la columna, i així la curvatura es pot acomodar transitòriament en cas de ser necessari.

La zona cervical i la lumbar són les que tenen més mobilitat, i també són les que pateixen lesions amb més freqüència.

Les funcions de la columna vertebral són:

- Mantenir el cos i permetre el moviment.
- Mantenir estable el centre de gravetat, tant en repòs com en moviment.
- Esmorteir les pressions dels impactes i vibracions generades durant el moviment.
- Protegir la medul·la espinal.

La musculatura de l'esquena actua com a contrapès per mantenir el centre de gravetat durant el moviment del cos, i per això es requereix una musculatura potent.

El treball físic implica posar en acció una sèrie de músculs que aporten la força necessària. Segons es produeixin aquestes contraccions musculars, el treball podrà considerar-se estàtic o dinàmic:

- El **treball muscular estàtic** es produeix quan la contracció muscular és contínua i es manté durant un cert temps.
- El **treball muscular dinàmic**, per contra, produeix una successió periòdica de contraccions i relaxacions musculars durant un cert temps.

Tot i que a la pràctica pot resultar complicat determinar la frontera entre un i l'altre tipus de treball, la diferència fonamental entre tots dos és la irrigació sanguínia dels músculs, molt limitada en el treball estàtic i afavorida en el dinàmic. La importància d'això radica en les afirmacions següents:

- La sang aporta energia i oxigen al múscul.
- La sang evacua dels músculs els residus de l'oxidació de la glucosa produïts com a conseqüència del treball.

## 1.2. El sistema respiratori

El sistema respiratori té com a funció aportar oxigen a l'organisme i eliminar els gasos residuals, com el CO<sub>2</sub>, per la seva expulsió de l'organisme. Això es fa per mitjà dels alvèols pulmonars, que recullen l'oxigen i eliminen el diòxid de carboni, i mitjançant el sistema cardiovascular el distribueixen a tot l'organisme.

### Irrigació sanguínia

El treball muscular dinàmic aporta al múscul entre deu i vint vegades més irrigació que l'estàtic.

Quan augmenta la càrrega física de treball, el sistema respiratori incrementa la seva freqüència de treball, ja que el cos demana més oxigen.

### 1.3. El sistema cardiovascular

Compost principalment pel cor, que bombeja la sang, consta també de venes, artèries i capil·lars que distribueixen tota la sang a l'organisme.

Mitjançant la sang, fa arribar els nutrients i l'oxigen a totes les cèl·lules de l'organisme i s'encarrega de retirar les substàncies residuals del metabolisme.

Taula 1. Distribució del flux sanguini per al repòs i el treball pesat

Òrgans	Flux total sanguini	
	Repòs 5 l/min	Treball pesat 25 l/min
Sistema digestiu	25-30%	3-5%
Cor	4-5%	4-5%
Ronyons	20-25%	2-3%
Ossos	3-5%	0,5-1%
Cervell	15%	4,6%
Pell	5%	80-85%
Músculs	15-20%	80-85%

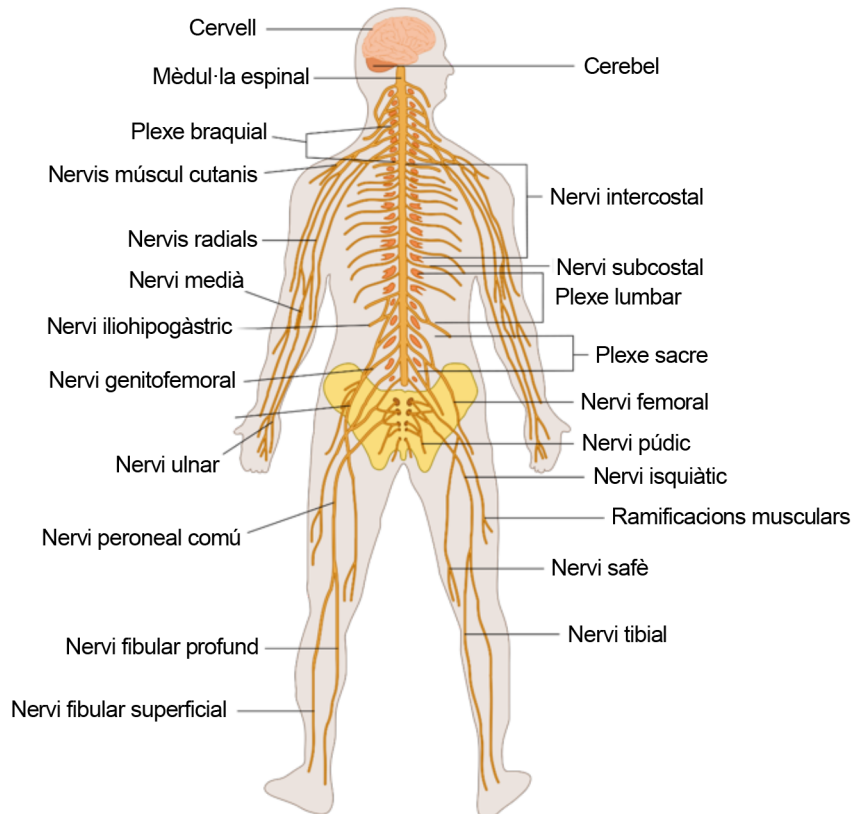
A més, el sistema cardiovascular té una funció termoreguladora, ja que manté la temperatura corporal en ambients freds, i refreda en ambients calorosos.

### 1.4. Sistema nerviós

És l'encarregat de controlar el cos humà i de la presa de decisions. Està format pel sistema nerviós central (SNC) i el sistema nerviós perifèric (SNP). L'SNP recull informació de tot el cos amb l'ajuda dels sentits, i la transmet al SNC.

L'ésser humà és un sistema complex els sistemes del qual estan estretament relacionats. Per això, cal tenir en compte que qualsevol canvi en les condicions emocionals o psíquiques pot afectar les condicions físiques de l'organisme.

Figura 4. Sistema nerviós

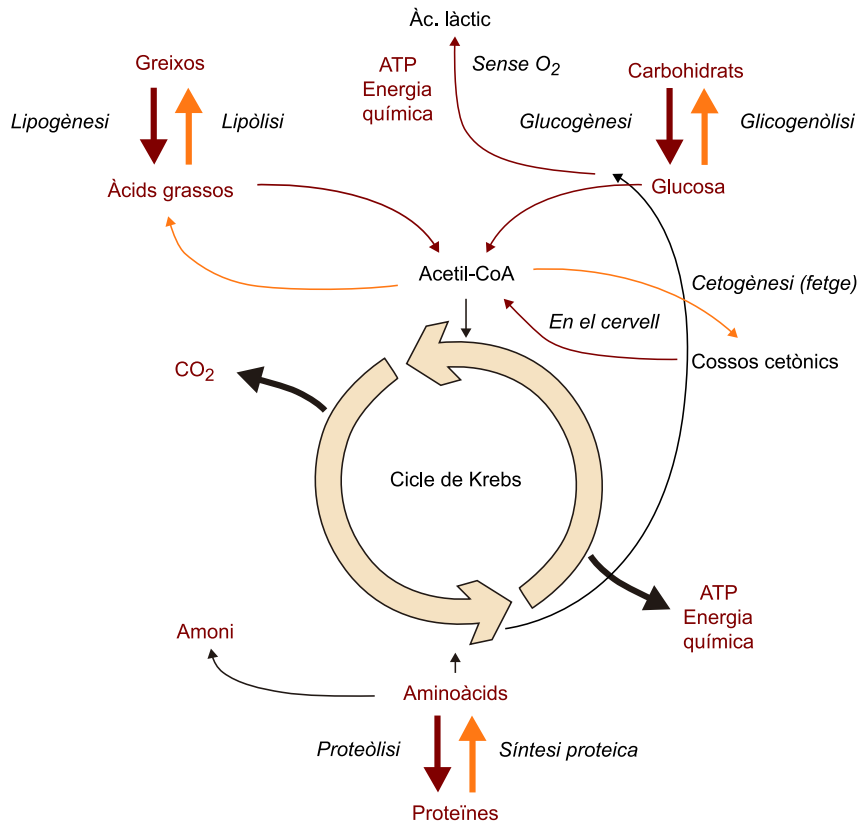


Font: *The Emirr* (2010): [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TE-Nervous\\_system\\_diagram.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TE-Nervous_system_diagram.svg).

## 1.5. Despesa energètica

Per al desenvolupament de la vida, es necessita una font d'energia, que prové dels aliments que prenem. El nostre cos és capaç d'obtenir energia d'aquests aliments mitjançant reaccions bioquímiques que tenen lloc a les cèl·lules i que utilitzen l'oxigen com a font d'oxidació. Es produeix literalment una combustió dels aliments, que alliberen energia en forma d'una molècula anomenada *adenina trifosfat* (ATP).

Figura 5. Esquema simplificat de la producció energètica

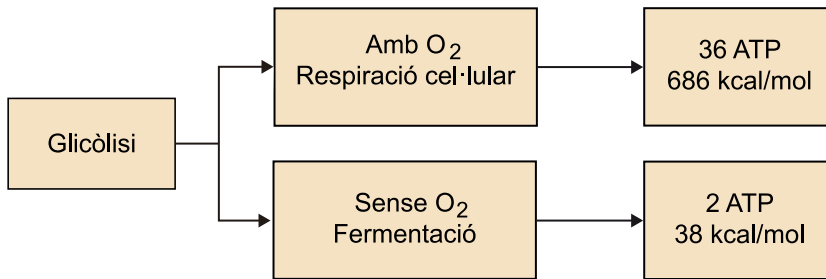


Les persones obtenen gairebé tota l'energia dels greixos i els carbohidrats. Quan aquests s'esgoten, el cos fa ús de les proteïnes. Tot el procés d'obtenció d'energia està relacionat per mitjà d'un complex sistema anomenat *cicle de Krebs*. La majoria de les reaccions són reversibles, de manera que un excés de carbohidrats o proteïnes es transformarà en greixos (lipogènesi).

La molècula d'ATP es va descompondent i en aquest procés va alliberant energia. El cos disposa d'aquesta ATP en els músculs, juntament amb reserves de fosfat de creatina (CP), un concentrat d'energia deu vegades superior a l'ATP. Aquestes reserves són capaces de fer front durant uns trenta segons a les necessitats energètiques inicials (fins que comença la glicòlisi).

Cal tenir en compte que el sistema circulatori no sempre pot proveir d'oxigen els músculs; no pot, per exemple, quan comença una activitat física forta. En aquests casos, l'organisme busca un altre tipus de font energètica, mitjançant el procés anomenat *glicòlisi anaeròbica*, que consisteix en la generació d'ATP a partir de carbohidrats sense la participació de l'oxigen.

Figura 6. Rendiment del metabolisme aeròbic i anaeròbic



En total, s'alliberen 686 kcal/mol de glucosa metabolitzada. Tenint en compte que 1 mol de glucosa són 180 grams de glucosa, podem calcular que per cada gram de glucosa metabolitzada de forma aeròbica s'obtenen 3,81 kcal, enfront de les 0,21 kcal en el procés de fermentació (anaeròbica).

El consum energètic depèn de la intensitat de l'esforç, tot i que també depèn de molts altres factors:

- Sexe i edat
- Massa corporal: com més pes, més consum energètic
- Postura adoptada: es gasta més dret que assegut.
- Velocitat de moviment
- Manera de fer l'activitat
- Forces desenvolupades
- Durada de l'activitat
- Experiència: física i mental, a més de l'entrenament
- Grups musculars actius
- Ambient en el qual es desenvolupa l'activitat
- Hora del dia: la despesa energètica pot diferir entre el dia i la nit.
- Activitat prèvia
- Estat d'ànim (preocupacions, etc.)
- Estímuls existents
- Etc.

L'eficiència energètica transformada en treball mecànic del cos humà és, en el millor dels casos, del 20-25%. El 75-80% restant es transforma en calor. Per tant, en dissenyar una tasca, haurem de tenir en compte les possibilitats energètiques de la persona per evitar fatiga física i mental.

La despesa energètica es pot mesurar en diferents unitats d'energia o potència:

- Joules (J)
- Metionina (M): calor emesa per persona en posició sedent i metre quadrat de pell
- Calories (cal) o quilocalories (kcal): 1.000 cal = 1 kcal
- Watts (W)

- $\text{Watts/m}^2$ . Aquesta unitat és la més utilitzada en prevenció de riscos laborals. Té en compte la mida de les persones, i la majoria de les vegades s'assumeix una superfície corporal mitjana de  $1,8 \text{ m}^2$  per persona.

L'equivalència entre les diferents unitats és la següent:

- $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$
- $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$
- $1 \text{ kcal/h} = 1,161 \text{ W}$
- $1 \text{ W} = 0,861 \text{ kcal/h}$
- $1 \text{ Met} = 0,239 \text{ kcal}$
- $1 \text{ Met} = 58 \text{ W/m}^{21}$
- $1 \text{ kcal/h} = 0,644 \text{ w/m}^{22}$
- $1 \text{ W/m}^2 = 1,553 \text{ kcal/h}^3$

<sup>(1)</sup>Per a una superfície corporal estàndard d'una persona de  $1,8 \text{ m}^2$ .

<sup>(2)</sup>Per a una superfície corporal estàndard d'una persona de  $1,8 \text{ m}^2$ .

<sup>(3)</sup>Per a una superfície corporal estàndard d'una persona de  $1,8 \text{ m}^2$ .

## 1.6. Determinació del metabolisme energètic

Troblem diferents mètodes per al càlcul del metabolisme energètic. En l'àmbit de l'ergonomia, s'utilitza el mètode proposat per la norma UNE-EN ISO 8996:2004.

Es tracta de càlculs simplificats en els quals es treballa a partir d'un individu «mitjà», de manera que no és necessària l'adaptació a les dimensions de cada persona, llevat que s'hagi d'aplicar a poblacions molt específiques, com nens, gent gran o persones amb discapacitat.

Hi ha diferents mètodes per al càlcul del metabolisme energètic. N'hi ha alguns amb una gran precisió i mesurament de paràmetres fisiològics complexos d'obtenir, i d'altres amb menys precisió, però més fàcils d'utilitzar. Aquests últims són els més utilitzats.

Taula 2. Mètodes per determinar la despesa energètica (UNE-EN ISO 8996:2005, 2004)

Nivell	Mètode	Precisió	Inspecció del lloc de treball
Tempteig	Classificació de la mida de l'ocupació	Informació aproximada	No és necessària, però es requereix informació sobre l'equip tècnic i l'organització del treball.
	Classificació de la mida de l'activitat	Molt alt risc d'error	
Observació	Taules d'avaluació a partir dels requisits de la tasca	Alt risc d'error. Precisió: $\pm 20\%$ .	Es requereix un estudi temporal i del moviment.

### Lectura recomanada

Consulteu l'*NTP 1011*, basada en la norma UNE-EN ISO 8996:2004 sobre determinació del metabolisme energètic mitjançant taules:

**Nogareda, S.** (2014). «Determinación del metabolismo energético mediante tablas». *NTP 1011*. Madrid: INSHT.



Nivell	Mètode	Precisió	Inspecció del lloc de treball
	Taules per a activitats específiques		
Anàlisi	Mesura del ritme cardíac sota condicions determinades	Risc d'error mitjà. Precisió: $\pm 10\%$ .	Es requereix un estudi per determinar un període representatiu.
Actuació experta	Mesura del consum d'oxigen	Errors dins dels límits de precisió de la mesura o de l'estudi temporal i del moviment Precisió: $\pm 5\%$ .	Es requereix un estudi temporal i del moviment.
	Mètode de l'aigua doblement marcada		No és necessària la inspecció del lloc de treball, però s'han d'avaluar les activitats d'oci.
	Calorimetria directa		No és necessària la inspecció del lloc de treball.

En l'àmbit que ens ocupa, podem calcular el consum metabòlic utilitzant la taxa metabòlica per a activitats específiques observant i estudiant els temps de treball i moviments; tot i que té un error relatiu del 20%, és més que suficient per a determinar la càrrega física d'una activitat.

Per a estudis de càrrega física o ergonomia ambiental, és més que suficient la determinació de la taxa metabòlica mitjançant mètodes d'observació directa (taules d'activitats).

**Error acceptable: taxa metabòlica**

Quan es tracta d'una avaluació d'estrès tèrmic en què la vida de l'operari pot córrer molt de perill, es recomanaran mètodes amb menys error, com el mesurament del ritme cardíac.

L'activitat metabòlica es pot classificar segons la norma UNE EN ISO 8996:2004, tot i que cal destacar que el RD 486/1997 té una altra classificació de la càrrega física que cal tenir en compte en funció de l'estudi que cal fer:

Taula 3. Classificació de l'activitat metabòlica segons normes de referència

Tipus de treball segons RD 486/97	Activitat segons UNE EN ISO 8996:04	Generació de calor ( $W/m^2$ )
Treballs sedentaris	Descans	55 a 70
	Consum metabòlic baix	71 a 130
Treballs lleugers	Consum metabòlic moderat	131 a 200
Treballs mitjans i pesats	Consum metabòlic alt	201 a 260
	Consum metabòlic molt alt	> 260

A continuació, es presenta un exemple de càlcul de la taxa metabòlica d'una mateixa activitat amb quatre mètodes.

### Activitat de pintor

Fem referència a l'activitat d'un pintor, un home de trenta-cinc anys que treballa durant vuit hores dret i que fa una activitat mitjana amb el cicle de treball següent:

Caminar amb un pot de pintura de 30 kg (10 min,  $-250 \text{ W/m}^2$ ); preparar parets, tancar forats i massillar: treball amb eina manual lleuger (50 min,  $-100 \text{ W/m}^2$ ); pintar parets amb corró: treball amb els dos braços lleuger (30 min,  $-125^4 + 15 \text{ W/m}^2$ ).

### Exemple

És possible utilitzar les taules d'activitat (traslladar la pintura i preparar la paret), o es poden utilitzar els components d'activitat, postura i part del cos, cas en què ha de sumar-se el component d'activitat (dempeus,  $15 \text{ W/m}^2$ ) i la part del cos (lleuger tots dos braços,  $130 \text{ W/m}^2$ ).

Taula 4. Càlcul de taxa metabòlica en funció dels diferents mètodes utilitzats

Taules d'ocupació	Mida d'activitat	Activitat específica	Cicle de treball
100 a 130 $\text{W/m}^2$ Consum metabòlic baix	71 a 130 $\text{W/m}^2$ Taxa metabòlica baixa	115 $\text{W/m}^2$ Consum metabòlic baix	130 $\text{W/m}^2$ Consum metabòlic baix Càlcul $250 \times 10 + 100 \times 50$ $+ 140 \times 30 = 11.700$ $11.700 / 90 = 130$

Com es pot observar amb aquest exemple del pintor, el valor amb més exactitud és l'efectuat per cicle de treball, però se n'han de conèixer les activitats.

Se solen cometre errors greus les primeres vegades que es fa el càlcul de la taxa metabòlica mitjançant el mètode del cicle de treball, generalment sobrestimant molt la taxa metabòlica. D'aquesta manera, es recomana sempre contrastar el resultat amb les taules d'activitat específica, mida d'activitat o taules d'ocupació.

Per facilitar els càlculs, es recomana l'ús dels calculadors de l'INSHT: a l'apartat d'ergonomia, hi ha una eina per a la «Determinació del metabolisme energètic», que serà de gran utilitat.

### Lectura recomanada

Per seguir adequadament l'exemple, es recomana consultar l'*NTP 1011*:

Nogareda, S. (2014). «Determinación del metabolismo energético mediante tablas». *NTP 1011*. Madrid: INSHT.

<sup>(4)</sup>El valor de referència per a la taxa metabòlica de «treball amb els dos braços lleuger» és de  $<130 \text{ W/m}^2$ . En aquest cas, es pot observar que el valor per a un braç pesat és de  $>120$ , de manera que es tria com a referència el valor intermedí de tots dos:  $125 \text{ W/m}^2$ . Comproveu que, si es fa amb el calculador de l'INSHT, per a aquesta activitat s'obté una taxa de  $128,1 \text{ W/m}^2$ ; això és perquè el mètode pren un valor de referència per «treball amb els dos braços lleuger» de  $119,3 \text{ W/m}^2$ .

## 2. Fatiga física i trastorns musculoesquelètics

La càrrega física derivada del treball intens té com a efecte per a la salut la **fatiga física** i els **trastorns musculoesquelètics**. Tot i que les persones tenim la capacitat d'adaptar-nos a situacions penoses, hi ha un rang de tolerància (que pot variar d'una persona a una altra segons l'edat, el sexe, la condició física, etc.) que quan és sobrepassat pot donar lloc a danys en la salut.

### 2.1. Fatiga física

Es defineix la fatiga física com la disminució de la capacitat funcional que apareix en l'individu sa com a conseqüència de dur a terme una activitat durant un temps determinat i que és reversible. És, per tant, conseqüència d'una càrrega de treball excessiva.

La fatiga genera la sensació o la necessitat d'aturar l'activitat física que s'està fent, com a conseqüència de l'alteració de l'equilibri intern que redueix la nostra resistència i la capacitat de treball. Quan hi ha fatiga física, es redueixen tant les capacitats físiques com les mentals de la persona, a més del seu rendiment, tant en quantitat com en qualitat de treball.

La fatiga pot ser física o mental, en funció del tipus de treball desenvolupat. Hi ha una dualitat persona-treball que en situació de desequilibri genera una tensió que es pot manifestar en forma de fatiga, la qual podrà aparèixer de manera generalitzada o localitzada en alguna part del cos:

- El cansament físic es recupera amb pauses i descansos.
- La fatiga mental es recupera amb descans i dormint.

Per tant, una de les claus per evitar o reduir la fatiga és fer pauses i descansos diaris, que variaran en funció de la tasca i de les característiques de la persona.

La fatiga muscular té el seu origen en la manca d'irrigació de sang al múscul, de manera que es redueix l'aportació d'oxigen i nutrients. Els esforços musculars dinàmics (contraccions isotòniques o heteromètriques) afavoreixen aquesta irrigació, atès que els músculs actuen com a bomba d'impulsió de la sang, mentre que amb els esforços musculars estàtics (isomètrics) es dificulta l'entrada de sang, de manera que s'acumulen l'àcid làctic i el CO<sub>2</sub>, que generen fatiga.

Els esforços musculars estàtics o de poca mobilitat generen més fatiga que els dinàmics.

#### Contraccions musculars

Les contraccions musculars poden ser:

- **Heteromètriques:** quan el múscul es contreu i s'allarga, de manera que produeix moviment i recorregut. També anomenada *contracció isotònica*.
- **Isomètriques:** quan el múscul roman estàtic, sense escurçar-se o allargar-se, però en tensió.

La fatiga muscular es pot classificar en:

- **Fatiga aguda:** apareix ràpidament i es manifesta amb cansament més o menys intens. Es pot combatre fàcilment amb descans.
- **Fatiga crònica:** és d'evolució lenta, no aparent i insidiosa. Pot arribar a tenir repercussions greus de caràcter general en l'organisme, i és més difícil de recuperar.

La fatiga crònica sol donar-se en treballs que requereixen esforços físics i mentals prolongats en el temps.

La fatiga muscular es desencadena per diversos factors:

- Taxa metabòlica requerida per l'activitat
- Durada de la tasca
- Nivell de força necessari
- Existència de tasques repetitives
- Organització del treball (existència de pauses o no)
- Factors individuals (edat, sexe, entrenament, estat emocional, estil de vida, resistència a l'esforç, etc.)

Les conseqüències derivades de la fatiga física són:

- Cansament
- Moviments irregulars i insegurs
- Reducció del rendiment: quantitat i qualitat
- Malestar i insatisfacció

La fatiga física és una de les principals causes d'absentisme laboral: segons la setena enquesta nacional de condicions de treball, el 84% dels treballadors diu sentir alguna molèstia que atribueix a postures i esforços. Segons aquesta enquesta, el 13,6% dels accidents tenen l'origen o la causa en el cansament o la fatiga.

## Setena enquesta nacional de condicions de treball

Les causes dels riscos d'accidents detectats són:

- 1) Distraccions, descuits: 46%
- 2) Treball amb rapidesa: 18,2%
- 3) Postures forçades: 13,9%
- 4) Cansament i fatiga: 13,6%
- 5) Aixecament de càrregues: 13,5%
- 6) Trànsit: 12,6%

El total de les causes 2, 3, 4 i 5 és del 59,2%

## 2.2. Trastorns musculoesquelètics

Els trastorns musculoesquelètics (TME) es produeixen per sobrecàrrega física en treballs que suposen una càrrega dinàmica important.

Els TME suposen el problema de salut més comú a Espanya i Europa, amb una incidència del 59,2% en tots els accidents detectats.

### Web recomanada

Portal de trastorns musculoesquelètics de l'INSHT:  
<http://www.insht.es/portal/site/MusculoEsqueleticos/>

D'aquí la gran importància que té adoptar mesures preventives i mantenir l'ocupabilitat per a aquelles persones que ja en pateixen les conseqüències.

Els TME més freqüents afecten l'esquena, el coll, les espatlles i les extremitats superiors, tot i que també les inferiors, però amb menys freqüència.

Les conseqüències dels TME en la salut de les persones afectades són:

- Incomoditat i molèsties
- Epicondilitis, per microtraumatismes repetitius
- Ganglions, per microtraumatismes repetitius
- Lumbàlgies, per manipulació manual de càrregues

Problemes que podrien solucionar-se complint la normativa en matèria de seguretat laboral.

Els factors de risc que desencadenen aquestes patologies són:

- La força física, emprada durant l'aixecament de càrregues, transport o empenya
- Els treballs de tipus repetitiu, com cadenes de muntatge
- Les postures forçades i estàtiques prolongades, com romandre assegut o dempeus o mantenir els braços elevats.
- La pressió directa sobre el cos d'eines i superfícies
- Les vibracions al cos sencer, mà o braç

- Els entorns de treball freds
- Etc.

Quan hi ha una sobrecàrrega muscular, es manifesta amb dolor, i és llavors quan hem de fer-li cas, ja que ens informa que hem de fer un descans. Passada aquesta fase, ve el dolor agut, que produeix incapacitat i dolor important. Per això és fonamental actuar en les primeres fases, ja que una vegada en l'etapa aguda, el problema és més difícil de solucionar.

Entre les lesions osteomusculars més importants, destaquem la **lumbàlgia** i les lesions derivades de **microtraumatismes repetitius**.

### 2.2.1. Lumbago

La lumbàlgia o lumbago és un dolor localitzat a la part baixa de la columna vertebral, concretament a la zona lumbar, que és la que suporta més pes.

La lumbàlgia pot manifestar-se com una dificultat de moviment, un dolor que s'irradia a la cama, espasmes musculars o un dolor a la zona lumbar. Pot tenir un origen agut o crònic. És agut quan apareix de manera brusca mentre es desenvolupa una activitat. I es diu que és d'origen crònic quan, després d'una lesió, el problema afecta, a més de les articulacions, altres teixits tous com els músculs.

Entre les principals causes de la lumbàlgia hi ha la distensió de lligaments o músculs de l'esquena. També tenim l'aixecament de càrregues pesades, les torçades o els moviments bruscos, que provoquen estirament de músculs o lligaments i donen lloc a esquinçades microscòpiques.

El nivell de dolor varia des d'una molèstia lleu fins a dolors forts i incapacitants. Tot i això, aquest tipus de lesions per distensions solen curar-se per si soles, només amb l'aplicació de descans, de fred/calor, antiinflamatoris i estiraments lleus i progressius.

Una altra de les causes més freqüents de la lumbàlgia són les hèrnies discals, una patologia que consisteix en el desplaçament del disc intervertebral per compressió, sovint causada per aixecar pesos excessius. Aquestes hèrnies poden acabar convertint-se en una ciàtica. En comprimir el disc desplaçat, el nervi ciàtic major (nervi que proveeix les natges, cames i peus) causa dolor i adormiment.

Està comprovat que les causes del lumbago tenen un origen personal i laboral:

- Factors individuals: sobrepès, estat físic (exercici), tabaquisme, factors estructurals i psicològics
- Factors laborals:

- Manipulació manual de càrregues, empenya o tracció de càrregues pesades
- Postures inadequades del tronc
- Càrrega física estàtica: la posició asseguda augmenta molt la pressió intradiscal.
- Vibracions mecàniques: les provocades per vehicles industrials
- Ritme de treball

La manipulació manual de càrregues és una de les activitats que més problemes lumbar genera.

### 2.2.2. Lesions per microtraumatismes repetitius

Aquest tipus de lesions afecten principalment les extremitats superiors. Són provocades per una sobrecàrrega de treball durant moviments repetitius d'alta freqüència i durada, associats a postures inadequades de braços, mans, espatlles i coll. Normalment són moviments petits i precisos que provoquen trastorns semblants als que produeixen els treballs musculars estàtics des del punt de vista de la resposta circulatoria i metabòlica.

Els microtraumatismes repetitius, o CTD (de l'anglès *cumulative trauma disorders*), es produeixen per l'acumulació de petits traumatismes durant treballs repetitius de seqüència curta. Es diu que són acumulatius perquè entre un moviment i el següent no hi ha temps suficient de descans, de manera que s'acumula el cansament. Es considera moviment repetitiu quan:

- Hi ha contraccions musculars més de 30 vegades/min.
- Es repeteixen els mateixos moviments durant més de dues hores/dia o més d'una hora seguida.

Els efectes dels CTD afecten principalment:

- **Tendons:** tendinitis, tenosinovitis, dit de ressort, epitrocleïtis, epicondilitis, etc.
- **Nervis:** túnel carpià, síndrome del canal de Guyon, síndrome radial
- **Sistema vascular:** trombosi cubital, síndrome del canal toràcic
- **Articulacions:** esquena, colze, canells i mans

Les causes que afavoreixen l'aparició dels CTD, a més de l'existència de moviments repetitius, són:

- Força de mans i braços en l'execució d'una tasca
- Postures forçades i extremes de coll, espatlles, braços i canells
- Relació dels períodes de treball i de descans (temps de recuperació)
- Vibracions provocades per eines
- Temperatures baixes

**Web recomanat**

Al portal de trastorns musculoesquelètics de l'INSHT hi ha diversos vídeos d'introducció als TME i específics de problemes de coll, espatlla, esquena, colze i canell.



### 3. Antropometria i biomecànica

L'antropometria i la biomecànica són, juntament amb la fisiologia, les disciplines de l'ergonomia, del disseny de llocs i sistemes. L'**antropometria** estudia les proporcions i mesures dels segments corporals del cos humà, i la **biomecànica** estudia les lleis del moviment mecànic del sistema osteomuscular, segons la mecànica clàssica newtoniana.

L'**antropometria** és la branca de l'antropologia física que estudia les diferències quantitatives de les mesures i proporcions del cos humà.

L'antropometria ens permet dissenyar llocs de treball i també eines que s'ajustin millor a les dimensions corporals. Les dimensions corporals necessàries per al disseny de llocs de treball són:

- L'**antropometria estàtica**, que s'encarrega del mesurament dels diferents segments corporals i posicions sense moviment.
- L'**antropometria dinàmica**, que estudia les posicions resultants del moviment i es relaciona amb la biomecànica.

Les mesures antropomètriques es poden quantificar i mesurar. Així, per exemple, es pot mesurar l'altura ulls-terra dempeus (OSp) d'una població, per dissenyar l'alçada òptima a la qual s'ha de col·locar un panell informatiu.

Per tant, podem utilitzar l'antropometria per dissenyar llocs o eines que s'adaptin a una determinada persona (ergonomia de necessitats especials) o per a un grup de persones. Aquí és on entra el concepte de disseny per a extrems o per a un interval ajustable.

La **biomecànica** s'encarrega d'estudiar el moviment del cos humà, aplicant les lleis del moviment mecànic i les estructures de l'aparell locomotor.

El cos humà està format per ossos (palanques), tendons (tensors), músculs (molles) i articulacions (elements de rotació), com si es tractés d'un sistema mecànic.

#### Lectures recomanades

Es recomana la lectura de:  
AENOR (2010). UNE-EN ISO 7250-1:2010. «Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias». Madrid.  
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2015). «Alcance máximo en el plano sagital». *NTP 1050*. Madrid: INSHT.

#### Disseny antropomètric

El **disseny per a un interval ajustable** és el que es fa per dissenyar l'alçada d'una cadira regulable en alçada. Es calcula l'alçada mínima i màxima necessària perquè tota una població pugui seure sense problemes.

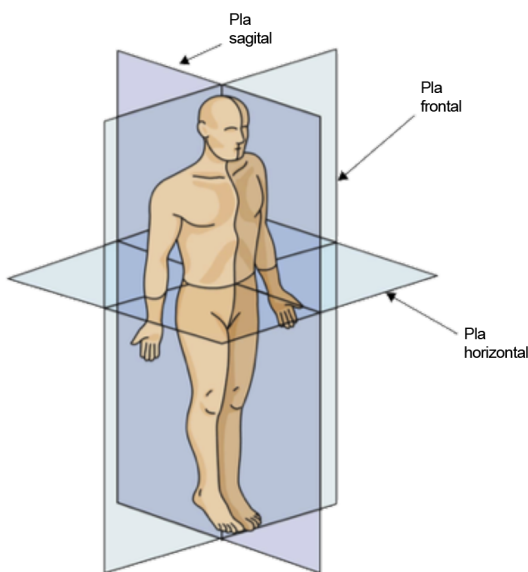
El **disseny per a extrems** implica, per exemple, dissenyar la profunditat d'una taula, perquè totes les persones puguin arribar a la seva vora més allunyada, que implicarà utilitzar una longitud tal que les persones amb el braç més curt hi puguin arribar amb facilitat.

Aplicant les lleis de la física, podem calcular les forces necessàries per generar moviment i, per tant, podem calcular quins són els moviments més adequats per a cada treball, millorant així el rendiment i minimitzant la fatiga.

La posició anatòmica de descans és la posició dempeus, amb la cara, els peus i els palmells de les mans mirant cap endavant. El cos humà es divideix en tres plans:

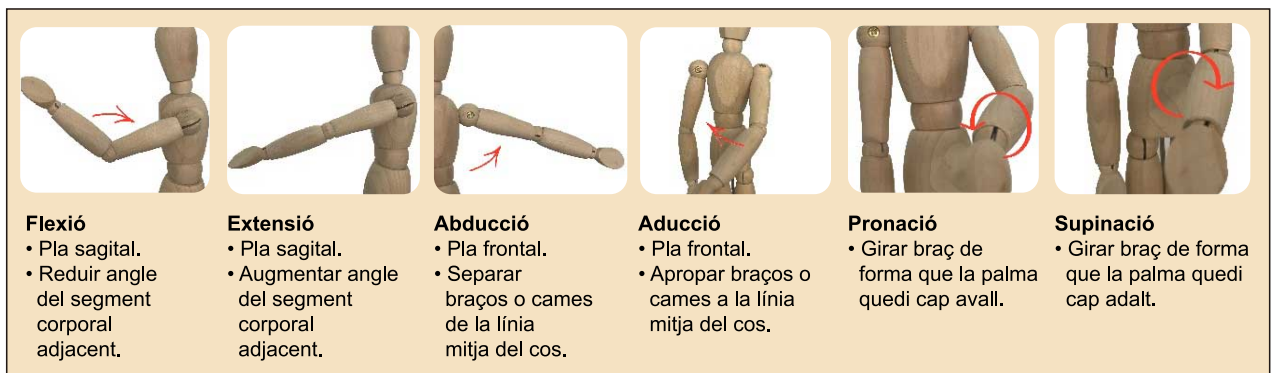
- Pla sagital: que divideix el cos en meitat esquerra i dreta.
- Pla frontal: que divideix el cos en meitat anterior i posterior.
- Pla horitzontal: que divideix el cos en meitat superior i inferior.

Figura 7. Plans de referència



A més, els moviments dels membres del cos humà es defineixen en funció del pla anatòmic, el funcionament dels músculs implicats i la direcció del moviment:

Figura 8. Moviments en funció del pla anatòmic



## 4. Postures forçades

S'entén per postures forçades aquelles postures fixes i mantingudes, provocades per espais de treball inadequats i que sobrecarreguen el sistema muscular i els tendons, de manera que carreguen asimètricament les articulacions i hi provoquen una càrrega muscular estàtica.

Es correspon, per tant, amb una **càrrega muscular estàtica**, que limita la irrigació sanguínia muscular i provoca fatiga física i lesions.

Per identificar aquest risc en un lloc de treball, hem de fixar-nos si durant la jornada es produeixen:

- Postures de treball estàtiques (mantingudes durant més de quatre segons consecutius) del tronc o les extremitats
- Moviments del tronc, dels braços, del cap, del coll o d'altres parts del cos

En tots dos casos, durant un temps significatiu de més d'una hora durant la jornada. En aquests casos, serà necessària l'avaluació.

Si a més s'hi inclouen moviments continus del cos fins a una posició forçada, el risc és molt més gran. Com més **frequència**, més risc, per l'exigència física que requereix el moviment a certa velocitat. I com més **temps** es manté la posició forçada, també serà més gran el risc.

### 4.1. Postures del tronc

Hi ha diferents postures forçades del tronc, com la flexió extrema, l'extensió, la rotació axial i la inclinació lateral. Adoptar aquestes postures per sobre del límit acceptable de l'articulació suposa un nivell de risc important.

Figura 9. Rotació axial del tronc



Figura 10. Flexió del tronc



Figura 11. Inclinació lateral



Les flexions del tronc es poden evitar elevant l'alçada del pla de treball. Les rotacions i inclinacions laterals es poden resoldre col·locant els equips i materials enfront del treballador. En cas d'haver de girar-se, se li pot explicar al treballador que faci un pas girant tot el cos, i no només el tronc.

## 4.2. Postures del coll

Les postures forçades del coll poden ser per flexió extrema o extensió, inclinació lateral o rotació axial.

Figura 12. Extensió del coll



Figura 13. Flexió del coll



Figura 14. Inclinació lateral



Normalment, les postures del coll estan relacionades amb els elements visuals i d'observació que requereix el lloc de treball. Per això, aquests elements s'han de disposar sempre entre l'altura d'espatlles i ulls, i sense obstacles visuals dins de l'àrea de visualització.

### 4.3. Postures de l'extremitat superior

Són postures que augmenten el nivell de risc quan es troben al límit del seu rang articular. Aquestes postures són l'abducció, la flexió, l'extensió, la rotació externa i l'adducció.

Figura 15. Flexió

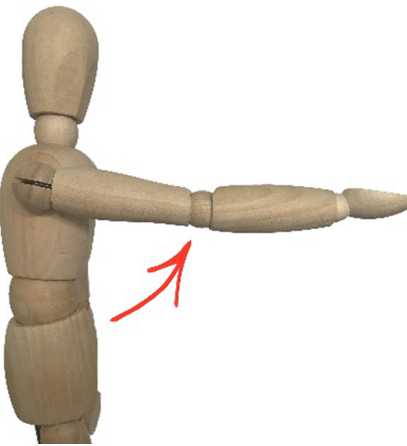


Figura 16. Abducció

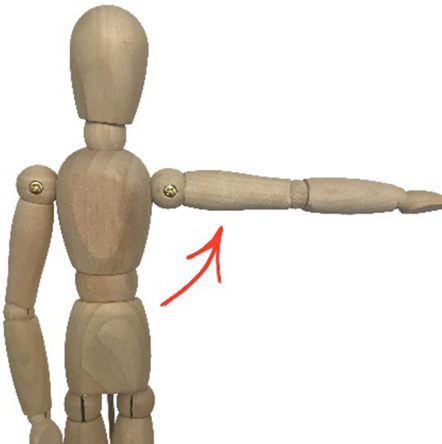


Figura 17. Adducció



Per evitar aquest tipus de postures forçades, haurem de dissenyar el lloc de treball de manera que tots els elements de treball i les eines estiguin situats entre malucs i espatlles, a més d'estar a prop del tronc i davant del cos.

#### 4.4. Postures del colze

Les postures forçades del colze són la pronació i la supinació (gir de colze), i la flexió i l'extensió del braç.

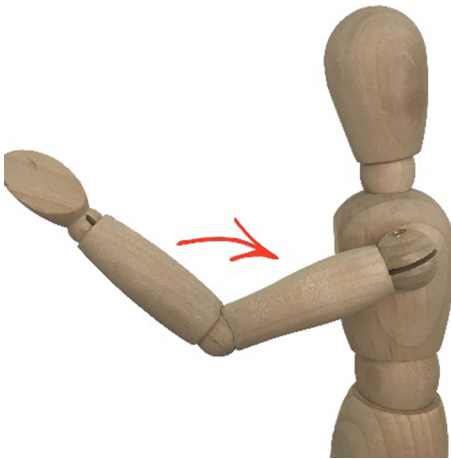
Figura 18. Pronació



Figura 19. Supinació



Figura 20. Flexió



La pronació i la supinació es produeixen, per exemple, en cargolar i descargolar. Aquest risc s'elimina mitjançant l'ús d'eines automàtiques. També serà important ubicar els objectes de manera que el treballador no hagi de girar-los.

#### **4.5. Postures del canell**

Les postures forçades del canell són la flexió, l'extensió i la desviació radial/cubital.



Figura 21. Extensió

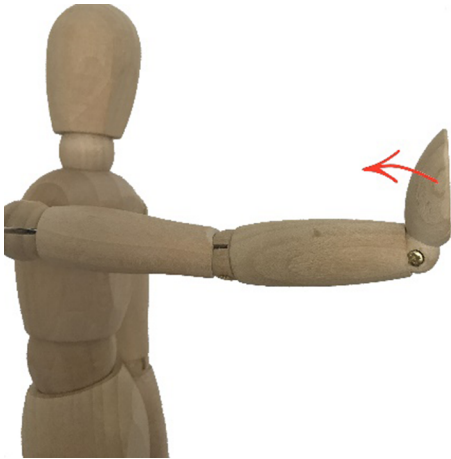


Figura 22. Flexió

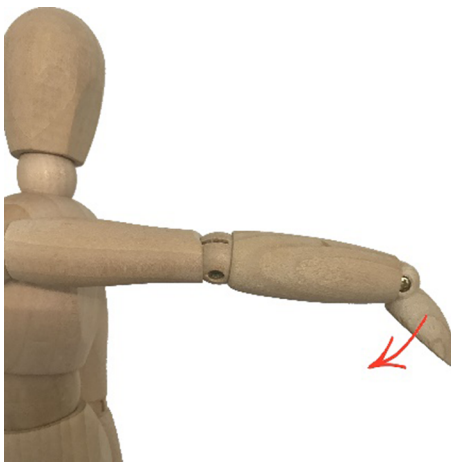
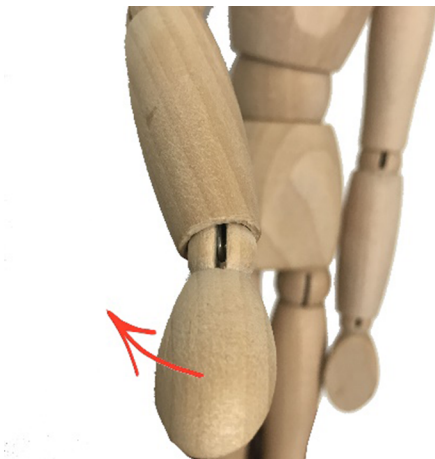


Figura 23. Desviació cubital



Uns dels principals riscos d'aquestes postures els produeixen les eines. Subjectar o agafar una eina de manera inadequada pot provocar postures forçades del canell, de manera que s'han de seleccionar les eines amb els mànecs adequats per a cada tasca.

## 5. Manipulació manual de càrregues

La manipulació manual de càrregues (MMC) és la responsable de l'aparició de la **fatiga física** a la feina, a més de **les lesions**. Es poden lesionar treballadors que manipulen càrregues regularment i també els que ho fan de manera ocasional. Entre les lesions més freqüents podem trobar contusions, talls, ferides o fractures, però sobretot lesions musculoesquelètiques i a la zona baixa de l'esquena; la zona dorsolumbar és la més sensible. Segons dades de l'OIT, la MMC és la causa més habitual d'accidents laborals, amb una incidència del 20-25%.

S'entén per **càrrega** qualsevol objecte susceptible de ser mogut: fardells, persones (en un hospital), materials, etc.

S'entén per **manipulació manual de càrregues** l'esforç directe d'aixecament o col·locació de càrregues, i també l'esforç indirecte com l'empenta, la tracció o el desplaçament de càrregues. També es considera manipulació mantenir una càrrega alçada o llançar una càrrega. Inclou la subjecció amb les mans i amb altres parts del cos, com l'esquena.

Segons la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*, es considera manipulació manual de càrregues quan les càrregues pesen més de 3 kg, ja que, a partir d'aquest pes, poden existir riscos dorsolumbars.

Les càrregues inferiors a 3 kg també poden provocar lesions per moviments repetitius, però no per MMC.

Segons el RD 487/1997, «l'empresari haurà d'adoptar les mesures tècniques o organitzatives per evitar la manipulació manual de les càrregues». En primer lloc, proporcionant sempre que sigui possible mitjans mecànics per eliminar la manipulació manual de les càrregues. S'ha d'organitzar el treball de manera que no comporti riscos, i això pot implicar el redisseny de la càrrega, organitzar la feina perquè es faci entre dues o més persones i adequar l'entorn de treball.

L'empresari també té l'obligació de formar i informar els treballadors sobre aquests riscos, ja que són part implicada i en patiran les conseqüències. A més, ha de respectar els drets de consulta i participació i garantir la vigilància de la salut.

### Lectura recomanada

*Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*. Madrid: INSHT.

### Lectures recomanades

ISO 11.228-1:2003 (2003). «Ergonomics –Manual handling– Part 1: Lifting and carrying». Organització Internacional per l'Estandarització (ISO).

AENOR (2004). UNE-EN 1005-2:2004. «Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y sus componentes». Madrid.

L'esmentada *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas* proporciona una sèrie de criteris i recomanacions per poder avaluar els riscos relatius al MMC. Encara que a la normativa no s'especifica un límit màxim de càrregues, aquesta guia tècnica especifica que el pes màxim recomanat que no hauria de superar-se (en condicions ideals de manipulació) són 25 kg, i es pot arribar a un màxim de 40 kg per a treballadors sans i entrenats, però no es pot superar aquest pes sota cap circumstància.

Taula 5. Pes màxim recomanat per a un càrrega en condicions ideals de manipulació segons la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*

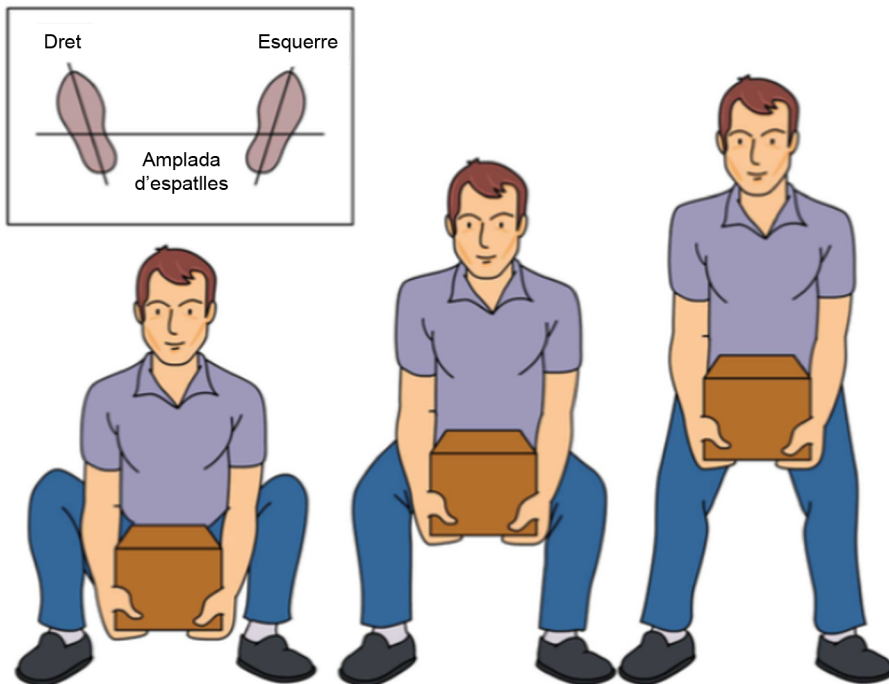
	<b>Pes màxim</b>	<b>Factor de correcció</b>	<b>% població protegida</b>
En general	25 kg	1,0	85%
Més protecció	15 kg	0,6	95%
Treballadors entrenats (situacions aïllades)	40 kg	1,6	Dades no disponibles

La guia també estableix el pes màxim per manipular càrregues en posició d'assegut, i estableix com a límit màxim els 5 kg de pes. Atès que en posició sedent la compressió lumbar és molt més gran, el límit de pes màxim és molt inferior. A més, en aquesta postura no podem ajudar-nos de les cames ni el cos pot fer contrapès.

El principi d'acció preventiva del RD 487/1997 ens diu que el primer que hem de fer és eliminar el risc mitjançant mesures tècniques, com automatització de processos, ús de grues, polispasts, carretons automotors, etc. Quan no es tenen aquests mitjans mecànics o les mesures organitzatives són insuficients, s'han d'aplicar tècniques de manipulació manual de càrregues específiques:

- Saber el pes de la càrrega, la seva forma, les dimensions i on té el centre de gravetat.
- Saber quin és el punt de subjecció.
- Posar els peus separats abans d'agafar la càrrega, per disposar d'una posició estable.
- Doblegar els genolls i agafar la càrrega.
- Elevar les cames gradualment mentre s'eleva el pes.
- No girar el tronc, ni a l'hora d'agafar les càrregues ni a l'hora de deixar-les.
- Mantenir sempre l'esquena recta, sense doblegar-la.
- Saber la destinació de la càrrega.
- Si cal, agafar la càrrega entre diverses persones.

Figura 24. Manipulació manual de càrregues correcta



Font: Nogareda, S. (2008). *Ergonomía* (5a. ed.). Madrid: INSHT-MTIN.

S'ha d'impartir formació teòrica i pràctica sobre tècniques de manipulació manual de càrregues. Preferentment, es farà en el lloc de treball i amb les càrregues habituals que utilitzin els treballadors, de manera que hi hagi una transferència real de la teoria al lloc de treball.

#### **Exemple d'aplicació del mètode d'avaluació de la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas***

Un treballador sa, de trenta-cinc anys, ha de recollir caixes de 14 kg de pes que li arriben a l'altura dels malucs i les ha de deixar en una cinta de corrons a la mateixa altura. Com s'observa a la foto, la càrrega es manipula a prop del cos, però hi ha un gir del tronc de 45°.

Figura 25. Subjecció de la càrrega



Figura 26. Gir del tronc (45°)



Figura 27. Dipòsit de la càrrega



Les caixes tenen unes dimensions de 70 × 35 × 45 cm i no tenen nanses de subjecció, de manera que poden posar els dits a 90°.

L'acció es fa amb una freqüència d'una vegada per minut, amb una jornada de vuit hores i una pausa a meitat de la jornada per dinar.

L'ambient de treball de la nau està aclimatat, de manera que hi ha una temperatura constant al llarg de les estacions. El treballador no disposa de formació en tècniques d'aixecament de càrregues, i no sap els riscos a què s'exposa.

El primer pas és determinar el pes real de la càrrega: el pes total per caixa és de 14 kg, inferior als 25 kg.

El segon pas és calcular el pes acceptable i comparar-lo amb el pes de les caixes. El valor del pes acceptable s'obté multiplicant el pes teòric pels factors de reducció establerts en el mètode pel desplaçament vertical, gir de tronc, tipus de subjecció i freqüència de manipulació:

	Pes teòric	FC Desp. vertical	FG Gir	FC Subjecció	FC Freq.	Pes acceptable
<b>Pes acceptable</b>	25 kg	1	0,9	0,95	0,75	16,03 kg

El pes teòric, atès que es manipula a la zona del maluc i enganxat al cos, és de 25 kg. Desplaçament vertical no n'hi ha, ja que deixa la caixa a la mateixa altura. Hi ha un gir del tronc de 45°, i les caixes permeten una subjecció amb les mans en angle recte. La freqüència, per a vuit hores de jornada de treball, és d'una caixa per minut.

S'obté un pes acceptable de 16 kg. Es tracta, per tant, d'una situació de risc tolerable.

El mètode diferencia entre càrregues transportades fins a deu metres amb un pes total màxim de 10.000 kg, o més de deu metres amb un màxim de 6.000 kg.

En el nostre cas, la distància no ve indicada a l'enunciat, però es pot observar que rondarà els 50 cm. Tenint en compte un temps real de treball de 7,5 hores (450 min) amb una freqüència d'una caixa per minut, tenim en total quatre-cents cinquanta

aixecaments per jornada. Si considerem que cada caixa té un pes de 14 kg, fan un total de 6.300 kg. Per tant, es torna a obtenir una situació de risc tolerable.

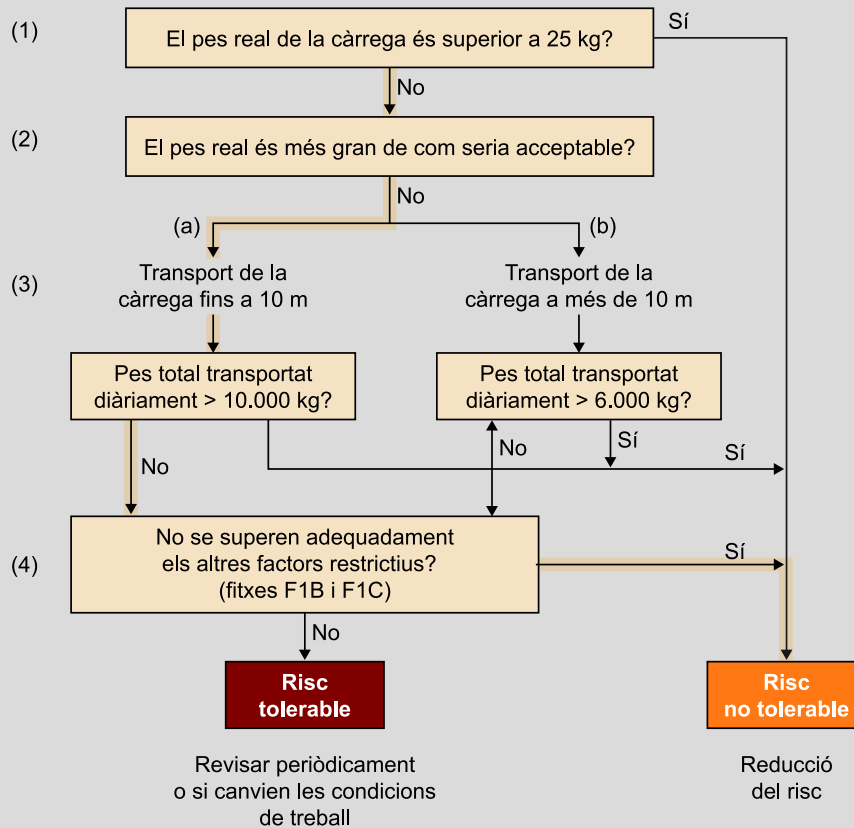
Si passem al quart punt del diagrama de decisions, obtenim el resultat següent:

<b>F1B) Dades ergonòmiques</b>		
S'inclina el tronc en elevar la càrrega?	Sí	<b>No</b>
S'exerceixen forces d'empenta o tracció elevades?	Sí	<b>No</b>
La mida de la càrrega és superior a 60 × 50 × 60 cm?	<b>Sí</b>	No
Pot ser perillosa la superfície de la càrrega?	Sí	<b>No</b>
Es pot desplaçar el centre de gravetat?	Sí	<b>No</b>
Es poden moure les càrregues de forma brusca i inesperada?	Sí	<b>No</b>
Són insuficients les pauses?	<b>Sí</b>	No
El treballador té autonomia per regular el seu ritme de treball?	Sí	<b>No</b>
Es fa la tasca amb el cos en posició inestable?	Sí	<b>No</b>
El terra és irregular o rrelliscós per al calçat del treballador?	Sí	<b>No</b>
És insuficient l'espai de treball per a una manipulació correcta?	Sí	<b>No</b>
Cal salvar desnivells del terra durant la manipulació?	Sí	<b>No</b>
Es porta a terme la manipulació en condicions termohigromètriques extremes?	Sí	<b>No</b>
Hi ha corrents d'aire o ràfegues de vent que puguin desequilibrar la càrrega?	Sí	<b>No</b>
És deficient la il·luminació per a la manipulació?	Sí	<b>No</b>
El treballador està exposat a vibracions?	Sí	<b>No</b>

<b>F1C) Dades individuals</b>		
La vestimenta o l'equip de protecció individual dificulten la manipulació?	Sí	<b>No</b>
És inadequat el calçat per a la manipulació?	Sí	<b>No</b>
El treballador no té informació sobre el pes de la càrrega?	Sí	<b>No</b>
El treballador té informació sobre el costat més pesat de la càrrega o sobre el seu centre de gravetat (en cas d'estar descentrat)?	Sí	<b>No</b>
El treballador és especialment sensible al risc (dones embarassades, treballadors amb patologies dorsolumbars, etc.)?	Sí	<b>No</b>
El treballador té informació sobre els riscos per a la salut derivats de la manipulació manual de càrregues?	<b>Sí</b>	No
El treballador ha rebut un entrenament per dur a terme la manipulació amb seguretat?	<b>Sí</b>	No

En darrer lloc, utilitzarem el diagrama de decisions i seguirem els passos que s'indiquin:

Figura 28. Fitxa 3. Avaluació del risc segons la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*



Per tant, cal destacar que en el cas avaluat, efectivament hi ha un risc no tolerable, a causa de dos factors ergonòmics (absència de pauses i grandària de la càrrega) i d'altres dos factors individuals (manca d'informació i entrenament).

## 6. Intervenció ergonòmica

La planificació de la intervenció ergonòmica, com passa amb la resta dels riscos detectats, s'ha de fer, segons estableix l'article 15 de la Llei 31/1995 de prevenció de riscos laborals, a partir dels «principis d'acció preventiva». D'aquesta manera, l'empresari aplicarà les mesures preventives amb les finalitats següents:

- Evitar els riscos.
- Avaluar els riscos que no s'hagin pogut eliminar.
- Combatre els riscos a l'origen.
- Adaptar el treball a la persona, en particular pel que fa a la concepció dels llocs de treball i també als equips i mètodes de treball i producció, per atenuar el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes negatius que puguin tenir en la salut.
- Planificar la prevenció buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals.
- Donar les instruccions degudes als treballadors.

Com es veu, el primer que cal fer sempre és eliminar el risc, quan sigui possible, és clar. En cas contrari, s'ha d'avaluar, per finalment planificar estratègies per prevenir-lo.

Cal destacar que a l'article 5, apartat 3, del RD 39/1997 s'estableix que:

«Cuando la evaluación exija la realización de mediciones, análisis o ensayos y la normativa no indique o concrete los métodos que deben emplearse [...], se podrán utilizar, si existen, los métodos o criterios recogidos en:

- a) Normas UNE
- b) Guías del INSHT, INS y protocolos del Ministerio de Sanidad y Consumo y otras guías de instituciones reconocidas
- c) Normas internacionales
- d) En ausencia de las anteriores, guías de otras entidades de reconocido prestigio»

És a dir, l'avaluació de riscos, en aquest cas ergonòmica, és un procés mitjançant el qual l'empresari rebrà la informació adequada per adoptar decisions apropiades sobre accions preventives.



Per fer aquestes avaluacions, s'han d'utilitzar metodologies de reconegut prestigi: RD, normes UNE, guies tècniques o normes internacionals reconegudes.

A continuació, es descriuen mètodes d'avaluació específics en ergonomia.

### 6.1. Mètodes d'avaluació de la norma ISO/TR 12295

Per dur a terme l'avaluació específica de riscos ergonòmics, hi ha eines molt específiques en funció dels riscos detectats en llistes de revisió o mètodes de diagnòstic que ens serviran per identificar ràpidament els possibles riscos ergonòmics.

Històricament, han existit diferents mètodes d'avaluació de riscos ergonòmics que actuaven, cadascun en la seva àrea, sense que hi hagués un criteri biomecànic, fisiològic i psicofísic comú entre ells. Així doncs:

- Per avaluar els riscos derivats de la manipulació manual de càrregues, s'utilitzava l'equació NIOSH o el mètode de la guia de l'INSHT.
- Per a les tasques d'empenta i arrossegament, es feien servir les taules d'Snook i Ciriello.
- Per a l'avaluació de postures forçades, s'utilitzaven els mètodes OWAS, REBA o RULA.
- Per a l'avaluació dels riscos per moviments repetitius, es feia servir el mètode OCRA o el de la norma UNE EN 1005-5.

L'any 2014 es va publicar la norma ISO/TR 12295:2014, que sorgeix com a guia per ajudar l'ergònom a decidir quines normes s'han d'aplicar en funció de si hi ha riscos específics o no, i que proporciona informació rellevant per a l'aplicació pràctica dels mètodes i procediments que es presenten a les normes:

- ISO 11.228-1:2003 (2003) sobre aixecament i transport de càrregues
- ISO 11.228-2:2007 (2007) sobre empenta i arrossegament
- ISO 11.228-3:2007 (2007) sobre manipulació de petites càrregues a altes freqüències
- ISO 11226:2000 (2000) sobre treballs amb postures forçades

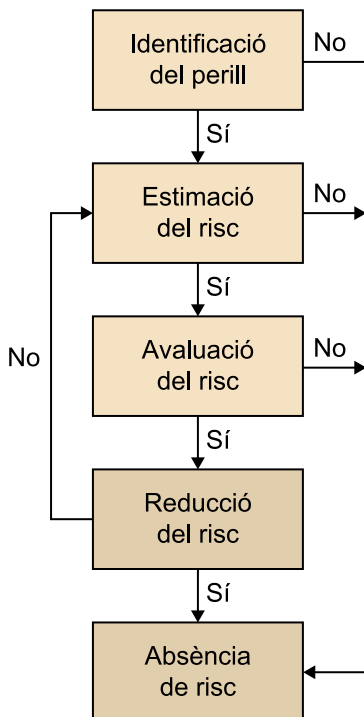
#### Referència bibliogràfica

ISO/TR 12295:2014. «Ergonomics: application document for International Standards on manual handling (ISO 11.228-1, ISO 11.228-2 and ISO 11.228-3) and evaluation of static working postures (ISO 11226)».

Aquesta norma ofereix una metodologia perquè usuaris no experts puguin fer una estimació senzilla del risc. Però, a més, presenta criteris avançats per a usuaris experts o ergònoms, amb metodologies d'avaluació específiques.

El model d'identificació i avaluació per a la gestió del risc de la norma ISO/TR 12295:2014 es basa en el model de la norma ISO 12100:2010.

Figura 29. Model d'identificació i avaluació del risc segons UNE-EN 14121



La norma és una guia dividida en tres parts diferenciades que té l'objectiu d'ajudar l'usuari a utilitzar les normes per avaluar el lloc de treball:

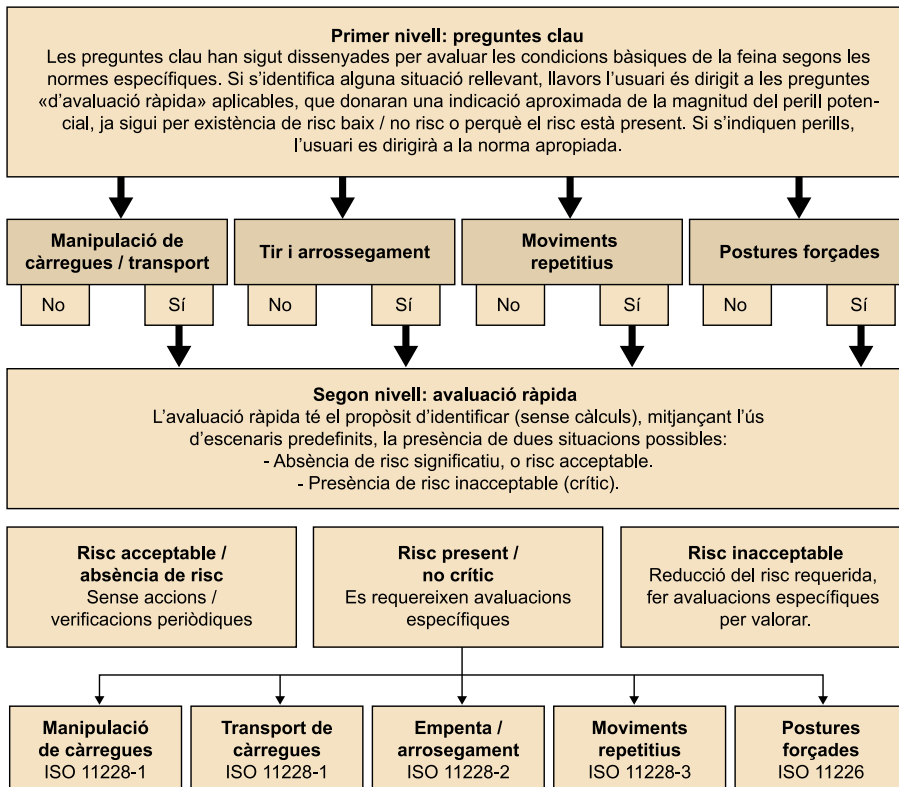
- Mètode d'identificació de perills mitjançant una clau d'entrada o *pass key*
- Avaluació ràpida
- Avaluació específica o analítica, amb criteris específics per a l'avaluació de tasques multitasca o tasques molt variades

#### Referència bibliogràfica

ISO 12100:2010. «Seguridad en máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación y reducción del riesgo».

Aquesta norma revisa el contingut de la norma ISO 14.121-1:2007.

Figura 30. Procediment de gestió del risc indicat a la norma ISO/TR 12295



## 6.2. Mètodes d'avaluació específics tradicionals

Malgrat que la norma ISO/TR 12295 marca uns criteris específics d'avaluació, cal destacar que hi ha altres mètodes de reconegut prestigi que segueixen utilitzant-se i que s'han de conèixer.

Dins el procediment d'avaluació de manipulació manual de càrregues que proposa la ISO 11.228-1 està inclosa l'equació NIOSH, mentre que el mètode ISO 11.228-2 es basa en les taules d'Snook i Ciriello.

A continuació, es presenta un llistat dels mètodes més utilitzats i de reconegut prestigi, segons la seva àrea d'estudi:

Repetitivitat		
OCRA	JSI	UNE EN 1005-5
Avaluació ràpida associada als membres superiors.	Riscos d'extremitats superiors a partir de dades semiquantitatives.	Seguretat de màquina: comportament físic de l'ésser humà: avaluació del risc per manipulació repetitiva d'alta freqüència.

Postures forçades			
RULA	REBA	OWAS	EPR
Avalua riscos per manteniment de postures forçades en membres superiors del cos.	Avalua càrrega postural dinàmica i estàtica.	Mètode senzill d'avaluació basat en l'observació de postures adoptades durant una tasca o jornada.	Avaluació global de la càrrega postural al llarg de tota la jornada. Avaluació preliminar.

Maneig manual de càrregues			
NIOSH	Norma ISO 11228	Guia de l'INSHT	SNOOK i CIRIELLO
Avalua riscos de manipulació manual de càrregues relacionades amb lesions dorsolumbars.	Grup de normes per l'avaluació d'aixecament i transport (part 1), empenta i tracció (part 2) i manipulació de petites càrregues a altes freqüències (part 3).	Avalua riscos de manipulació manual de càrregues. Descrit a la Guia del RD 487/97.	Mètode d'avaluació dels riscos dorsolumbars de tir i empenta de càrregues.

## Resum

La càrrega física és una de les principals causes de lesions i accidents, amb una prevalença actual de més del 39,7% segons resultats de l'informe anual d'accidents de treball a Espanya de l'any 2015. És, per tant, un punt en el que hem de fer grans esforços per entendre com afecta la càrrega física en el treball, per poder identificar-ne els riscos i així avaluar i planificar una intervenció adequada que ens permeti reduir o limitar el dany.

Hem de ser capaços de determinar el metabolisme energètic associat a cada tasca, de manera que puguem ajustar i organitzar el treball en previsió d'evitar la fatiga física, que sabem que és detonant de lesions a mitjà i llarg termini.

A més, haurem de ser capaços d'observar amb suficient criteri aquests treballs, de manera que puguem avaluar:

- Els riscos derivats de postures forçades: adaptant i reorganitzant llocs de treball i eines.
- Els riscos derivats d'activitats que suposin moviments repetitius dels membres superiors: de manera que s'organitzin pauses i descansos de recuperació, a més de proposar una automatització de processos quan sigui viable.
- Els riscos derivats de tasques que exigeixin manipulació manual de càrregues, empenta o arrossegament d'objectes i que puguin comportar danys per l'esquena.

Cal assenyalar la importància d'informar i conscienciar els treballadors d'aquests riscos i d'impartir entrenament pràctic que els permeti identificar-los i actuar amb coneixement.



## Bibliografia

**AENOR** (2004). «Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica». *UNE-EN ISO 8996:2005*. Madrid.

**AENOR** (2010). «Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias». *UNE-EN ISO 7250-1:2010*. Madrid.

**Bestratén, M.** (1995). «Observaciones planeadas del trabajo». *NTP 386*. Madrid: INSHT.

**Bircher, J.; Kuruvilla, S.** (2014). «Defining health by addressing individual, social, and environmental determinants: New opportunities for a health care and public health». *Journal of Public Health Policy* (núm. 35, pàg. 363-386).

**Chavarría, R.** (1986). «Evaluación de las condiciones de trabajo: Método de los perfiles de puestos». *NTP 176*. Madrid: INSHT.

**Chavarría, R.** (1986). «La carga física de trabajo: definición y evaluación». *NTP 177*. Madrid: INSHT.

**Dalmau, I.; Nogareda, S.** (1997). «Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales». *NTP 451*. Madrid: INSHT.

**Discapnet** (s/d). «Por un mejor trato a las personas con discapacidad». *El portal de las personas con discapacidad*.

**Gómez-Cano, M.** (2007). «Evaluación de las vibraciones de cuerpo completo sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento». *NTP 784*. Madrid: INSHT.

**INSHT** (2015). «Alcance máximo en el plano sagital». *NTP 1050*. Madrid: INSHT.

**International Organization for Standardization** (2000). «Ergonomics - Evaluation of static working postures». *ISO 11226:2000*.

**International Organization for Standardization** (2003). «Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying». *ISO 11.228-1:2003*.

**International Organization for Standardization** (2007). «Ergonomics - Manual handling - Part 2: Pushing and pulling». *ISO 11.228-2:2007*.

**International Organization for Standardization** (2007). «Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency». *ISO 11.228-3:2007*.

**International Organization for Standardization** (2014). «Ergonomics - Application document for International Standards on manual handling (ISO 11.228-1, ISO 11.228-2 and ISO 11.228-3) and evaluation of static working postures (ISO 11226)». *ISO / TR 12295:2014*.

**Llorca, J.; Oltra, A.; Rosa, C.** (2013). *Manual Práctico para la evaluación del riesgo ergonómico INVASSAT-ERGO*. Burjassot: Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball.

**Mondelo, P.; Gregori, E.; Barrau, P.** (1999). *Ergonomía 1. Fundamentos*. Barcelona: Edicions UPC.

**Nenamoralessalazar** (2015). «Columna vertebras.jpg».

**Nogareda, C.** (1986). «Encuesta de autovaloración de las condiciones de trabajo». *NTP 182*. Madrid: INSHT.

**Nogareda, C.** (1988). «Análisis de las condiciones de trabajo: método de la ANACT». *NTP 210*. Madrid: INSHT.

**Nogareda, C.** (1987). «Mandos: ergonomía de diseño y accesibilidad». *NTP 226*. Madrid: INSHT.

**Nogareda, S.** (1995). «Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo». *NTP 387*. Madrid: INSHT.

**Nogareda, S.** (2000). *Ergonomía* (3a. ed.). Madrid: INSHT.

- Nogareda, S.** (2001). «Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)». *NTP 601*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.** (2004). «Evaluación de la carga postural: método de la Universidad de Lovaina; método LUBA». *NTP 674*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.** (2008). *Ergonomía* (5a. ed.). Madrid: INSHT-MTIN.
- Nogareda, S.** (2014). «Determinación del metabolismo energético mediante tablas». *NTP 1011*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; Álvarez, A.** (2001). «Carga postural: técnica goniométrica». *NTP 622*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; Canosa, M. M.** (1998). «Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH». *NTP 477*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; Dalmau, I.** (1995). «Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural». *NTP 452*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; García, C.** (2009). «Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos económicos». *NTP 844*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; Luna, P.** (1991). «Determinación del metabolismo energético». *NTP 323*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; Nogareda, C.** (1994). «Carga de trabajo y embarazo». *NTP 413*. Madrid: INSHT.
- Nogareda, S.; Tortosa, L.; García, C.** (2007). «Ergomater: método para la evaluación de riesgos ergonómicos en trabajadoras embarazadas». *NTP 785*. Madrid: INSHT.
- Observatori de l'Accessibilitat** (2014). «Términos adecuados para referirnos a personas con discapacidad».
- Olivares, R. E.** (2003). «Método LEST (I): aplicación a una empresa de empaquetado». *NTP 626*. Madrid: INSHT.
- Olivares, R. E.** (2003). «LEST (II): aplicación a una empresa de empaquetado». *NTP 627*. Madrid: INSHT.
- Organització Internacional del Treball** (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Madrid: OIT.
- Organització Internacional del Treball** (2000). *Lista de comprobación ergonómica (Ergonomic Checkpoints)*. Madrid: OIT.
- Pérez, F.** (1985). «Evaluación de las Condiciones de Trabajo: el método LEST». *NTP 175*. Madrid: INSHT.
- Pujol, L.** (2009). «Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo». *NTP 839*. Madrid: INSHT.
- Rojas, A.; Ledesma, J.** (2003). «Movimientos repetitivos: métodos de evaluación. Método OCRA: actualización». *NTP 629*. Madrid: INSHT.
- Salvendy, G.** (1997). *Handbook of human factors and ergonomics*. Nova York: John Wiley and Sons.
- Sancho, T.; Oncins, M.** (1996). «Condiciones de trabajo y círculos de calidad». *NTP 419*. Madrid: INSHT.
- Singleton, W.** (1967). «Ergonomics in Systems design». *Ergonomics* (pàg. 541-548).
- Solé, M. D.** (1991). «Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca». *NTP 295*. Madrid: INSHT.
- Solé, M. D.** (1991). «Microtraumatismos repetitivos: estudio y prevención». *NTP 211*. Madrid: INSHT.
- The Emirr** (2010). «Nervous System».



**Vega, S.** (2004). «Los trastornos músculo-esqueléticos de las mujeres (I): exposición y efectos diferenciales». *NTP 657*. Madrid: INSHT.

**Vega, S.** (2004). «Los trastornos músculo-esqueléticos de las mujeres (II): recomendaciones preventivas». *NTP 658*. Madrid: INSHT.

